BOTÁNICA
APLICADA A LA FARMACIA

POR EL

DR. ERNST GILG
Profesor de la Universidad de Berlín

Y EL

DR. P. N. SCHÜRHOFF
Profesor de la Universidad de Berlín

TRADUCCIÓN DE LA SÉPTIMA EDICIÓN ALEMANA

POR

P. FONT QUER
Doctor en Farmacia, Conservador del Departamento de Botánica del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona

Y

DR. CASIMIRO BRUGUÉS
Profesor de la Facultad de Farmacia de Barcelona

Con 588 figuras

BIBLIOTECA NACIONAL
DE CHILE

Ubicación 4 (93 - 26)

Volúmenes de la obra 1

42994.—Imp. Universitaria

BOTÁNICA
APLICADA A LA FARMACIA

BOTÁNICA
APLICADA A LA FARMACIA

POR EL

DR. ERNST GILG

Profesor de la Universidad de Berlín

Y EL

DR. P. N. SCHÜRHOFF

Profesor de la Universidad de Berlín

TRADUCCIÓN DE LA SÉPTIMA EDICIÓN ALEMANA

POR

P. FONT QUER

Doctor en Farmacia, Conservador del Departamento de Botánica del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona

Y

DR. CASIMIRO BRUGUÉS

Profesor de la Facultad de Farmacia de Barcelona

Con 588 figuras

TERCERA EDICION

EDITORA NACIONAL, S. A.

MEXICO, D. F.

1950

RESERVADOS DERECHOS DE EDITOR

BIBLIOTECA NACIONAL
SECCION CONTROL

"HECHO EN MEXICO"
En los Talleres de Pellens Nacional, S.A., Dr. Vértiz 165-000, México, D.F.

Advertencia al lector

El mérito principal de esta *Botánica aplicada a la Farmacia*, de GILG, cuya traducción ofrecemos hoy a los países de habla española, consiste en la brevedad con que se exponen las cuestiones, sin omitir detalle interesante, y habida cuenta del carácter elemental de la misma. No menos interesante es, sin embargo, poder disponer de un libro escrito en español y destinado en primer término a los estudiantes de Farmacia, en el que se exponga en líneas generales la clasificación metódica de ENGLER, tan poco conocida aún en nuestro país.

La parte de esta obra destinada a la Sistemática, y sobre todo la Fanerogámica, que en el original alemán se refiere principalmente a las plantas medicinales y centroeuropeas, hemos tenido que adaptarla a nuestra flora. Ello ha motivado una ampliación considerable de aquellos capítulos destinados al estudio de las plantas superiores. La traducción ha ganado, de esta manera, en homogeneidad, dado que hemos podido prescindir de las *notas del traductor* que, de otra forma, hubiésemos tenido que intercalar a cada paso. Y destinado además este compendio a los estudiantes hispano-americanos, bien a menudo se hace mención, al enumerar las especies principales de las diversas familias, de aquéllas, propias del Nuevo Mundo, que por algún concepto son dignas de ser conocidas.

No es, pues, este libro exclusivamente *para farmacéuticos*, porque no sólo se estudian en él las especies de uso médico, sino otras muchas, interesantes por otros motivos, o, simplemente, desde el punto de vista puramente científico.

P. Font Quer

Prólogo de la tercera edición

Cuando recibí del editor el encargo de redactar la tercera edición de esta obra, formé el propósito de alterarla lo menos posible, por tratarse de un libro que ha tenido gran aceptación y conocer yo su índole a la vez práctica y científica.

A pesar mío, sólo en parte me fué posible realizar este propósito, y esta nueva edición ha sido aumentada en no escasa medida. A ello me determinaron las siguientes consideraciones:

Ya el fallecido profesor HOLFERT incluyó en este libro — destinado principalmente a los jóvenes practicantes de Farmacia que se preparan para los estudios en la Universidad — un capítulo sobre la Anatomía de las plantas, y yo, en mi larga experiencia de profesor universitario, he apreciado la utilidad de estas nociones de Anatomía, pues son no pocos los practicantes que llegan a la Universidad con ciertos conocimientos anatómicos, adquiridos con ayuda de los libros en sus experimentos individuales de iniciación. Por esto me creí en el caso de conservar este capítulo de la obra. Además, juzgué de necesidad ampliarlo un poco, por dos razones. En primer lugar, los datos anatómicos en las anteriores ediciones me parecían estar a menudo presentados con excesiva brevedad, que los hacía de difícil comprensión para los principiantes a quienes van dirigidos. Por otra parte, haciendo una exposición más detallada de la Anatomía, podría servir esta obra en muchos casos como Manual para alumnos universitarios, ya que en ella las demás materias de la Botánica están tratadas con bastante detalle.

Parecióme, no obstante, imprescindible el dar también una mayor extensión a la parte de Criptogamia. Intensificado en las últimas décadas el estudio de las formas criptogámicas, se han obtenido resultados tan interesantes y se ha hecho tan evidente la importancia grandísima de estos seres en la economía doméstica, que el conocimiento general de la morfología y fisiología de un gran número de estos organismos (por ejemplo, de las bacterias, mohos, agentes de fermentación, etc.) ha tiempo que, dejando de ser materia propia de estudio en la Universidad, debió entrar a formar parte del caudal de cultura de todo hombre ilustrado.

El número de figuras ha sido aumentado casi en un centenar, y algunas defectuosas o de escaso valor en las anteriores ediciones han sido en la presente corregidas.

Las nuevas figuras sólo en corto número proceden de otras obras. La mayor parte son originales, dibujadas bajo mi inspección.

Las partes del libro tituladas «Medios auxiliares para el estudio de la Botánica» y «Morfología» han pasado a la nueva edición casi completamente inalteradas. En la Sistemática de las sifonógamas (fanerógamas) apenas se ha introducido algún aumento, habiéndose procurado, siempre que fué posible, conservar la ordenación de las anteriores ediciones (por ejemplo, la división de las familias bastante numerosas, la mayor extensión dada a aquellas familias que ocupan un lugar predominante en la flora de nuestro país, o que son de notable importancia farmacéutica), si bien algunos detalles resultan, en mi opinión, demasiado minuciosos o del todo innecesarios, como la indicación de la clase de LINNÉ y la cita del autor detrás del nombre de la planta.

Una modificación de todo punto ineludible era la exposición de la Sistemática según el sistema de ENGLER, hoy casi universalmente aceptado por los botánicos de todos los países. Este sistema se diferencia del de EICHLER (aún admitido en las ediciones anteriores) en una cuestión de principios que no interesa grandemente al objeto que en este libro nos ocupa. Sin embargo, no debe olvidarse que la Ciencia ha hecho grandes progresos desde la publicación del sistema de EICHLER, el cual ha persistido sin modificación alguna, en tanto que ENGLER, tomando en cuenta aquellos progresos, ha construído un sistema que es sin duda una exacta exposición de los actuales conocimientos de la Sistemática, de la Anatomía comparada y de la Fisiología de la reproducción.

Considero altamente deseable que un Manual de Botánica como el presente, destinado a estudiantes de Farmacia, no resulte demasiado compendioso; pues no me queda la menor duda de que terminó la época en que los remedios vegetales eran sustituídos, cada día con mayor afán, por substancias químicas puras, en que la Farmacognosia estaba a punto de perder su importancia científica para el farmacéutico. Hoy se va extendiendo en Medicina la evidencia de que los productos químicos — ciertamente de acción rápida y enérgica —, así como los alcaloides y glucósidos puros extraídos de las drogas vegetales, no pueden, sin reparo, reemplazar a los simples extractos de drogas, en otro tiempo usuales, preparados por el farmacéutico mismo, sino que la eficacia o cuando menos la completa eficacia del remedio se debe generalmente a varias de las substancias en él contenidas. La creciente importancia que de nuevo adquiere la Botánica en Farmacia se revela también por el detalle con que está tratada en la última Farmacopea la parte de Farmacognosia de algunos capítulos.

E. Gilg

Prólogo de la séptima edición

La nueva edición de la *Botánica aplicada a la Farmacia* (publicada en alemán con el nombre de « Grundzüge der Botanik » [Rasgos esenciales de la Botánica]) ha sido modificada a fondo. Ha sido esto necesario porque las ediciones anteriores estaban adaptadas en primer término a la enseñanza del farmacéutico principiante durante su tiempo de practicante.

Desde que el *Maturum* (1) ha sido exigencia previa a la profesión de farmacéutico y la formación teórica de éste ha pasado casi del todo a la incumbencia de la Escuela Superior, cesan en gran parte las condiciones que se requerían para un libro de enseñanza destinado a los farmacéuticos; consisten a lo sumo en un estudio más detenido de la Anatomía por lo que toca a las exigencias de la Farmacognosia. Por otra parte, hemos evitado ampliar la obra de modo que contuviera los conocimientos necesarios para la promoción en Botánica, porque así habría resultado perjudicado el esfuerzo para adquirir la técnica del trabajo y se habría perdido la vista del conjunto.

Con su actual redacción consideramos el libro como apropiado también para dar a los estudiantes de Ciencias Naturales, Agricultura, Selvicultura, Química, Medicina, etc., los conocimientos necesarios de Botánica para sus estudios en la Escuela Superior.

Un libro de enseñanza debe proporcionar « conocimientos » y también « reconocimientos » (2). Los conocimientos se refieren al material de hechos y son facilitados por la descripción natural, por ejemplo, por la Morfología, la Anatomía, etc. Los reconocimientos se refieren al resultado de los estudios comparativos, es decir, de la Morfología, la Anatomía, la Fisiología, etc., comparadas. Si las Ciencias Naturales están comprendidas en la investigación de la Naturaleza; si las Ciencias Naturales tienen también por fin los « reconocimientos », no

---

(1) Examen parecido al del grado de bachiller.

(2) Traducimos las palabras alemanas *Kenntnisse* y *Erkenntnisse* por conocimientos y reconocimientos, por falta de expresiones más exactas. La primera se refiere a hechos observados, caracteres, conocimientos de carácter descriptivo, etc.; a segunda hace referencia a investigaciones, estudios comparativos, etc. — *N. del T.*

son menos importantes para el naturalista los conocimientos, porque forman el material del cual se obtienen las conclusiones generales.

Finalmente, haremos notar también que las palabras técnicas, derivadas del griego y del latín, y a menudo desdichadamente escogidas, han sido sustituídas, en lo posible, por palabras comprensibles para todos (1), porque hemos de tener en cuenta la diversidad de Institutos Superiores de enseñanza en Alemania y su situación respecto de los idiomas antiguos, y, además, porque las palabras extranjeras sólo están justificadas, aun en la Ciencia, cuando expresan una nueva limitación de conceptos.

E. Gilg. P. N. Schürhoff

---

(1) Muy recomendable es, ciertamente, la intención de sustituir los términos griegos y latinos por palabras de uso corriente, pero, en la práctica, resulta esto muchas veces poco menos que imposible. — *N. del T.*

ÍNDICE DE MATERIAS

Págs.

Introducción ... 1

Forma externa de las plantas. Morfología

Los órganos de las plantas ... 3
Formas de la raíz y del tallo ... 6
Ramificación ... 9
Relaciones de simetría ... 10
Formas de las hojas ... 11
La flor ... 21
- El cáliz ... 23
- La corola ... 24
- Los estambres ... 25
- Los carpelos ... 28
- El receptáculo ... 30
- Diagramas florales ... 32
- Fórmulas florales ... 34

Inflorescencias ... 35
Biología de las flores ... 38
El fruto ... 40
- Frutos propiamente dichos ... 41
- Frutos múltiples ... 44
- Frutos complejos ... 44

Las semillas ... 47
- El óvulo ... 47
- La semilla madura ... 48

Anatomía fisiológica vegetal

Citología ... 51
- Generalidades sobre la estructura de la célula ... 51
- Contenido celular ... 53
- La membrana celular ... 71
- Génesis de las células ... 75

Los tejidos ... 77
- La construcción de las plantas. Tejidos de formación ... 78
- Tejidos de protección. Sistema tegumentario ... 82
- Tejidos de resistencia. Sistema esquelético ... 89
- La nutrición de la planta ... 91

Págs.

Sistema de absorción (Sistema de la raíz) 94
Sistema de asimilación 100
Sistema conductor 106
Sistema de reserva 117
Sistema de oreamiento 118
Sistema de secreción 122
Sistema de engrosamiento secundario 125

Fisiología de los movimientos 132

Reproducción y herencia 140

Origen de las espécies de plantas 149

División del reino vegetal. Sistemática

Afinidades de las plantas 150

Sistemas arbitrarios 153

Compendio de las principales familias, géneros y especies del reino vegetal según el sistema de Engler 153

División I. Esquizofitas 154

Clase I. Esquizomicetos o bacterias 154
Orden 1.º Eubacterias 163
Familia Bacteriáceas. — Familia Espiriláceas. — Familia Ficobacteriáceas. — Familia Coccáceas.

Orden 2.º Tiobacterias 168
Familia Begiatoáceas. — Familia Rodobacteriáceas.

Clase II. Esquizofíceas o cianofíceas 168
Familia Oscilatoriáceas. — Familia Nostocáceas. — Familia Croococcáceas.

División II. Flagelados 170

División III. Peridíneas o Dinoflagelados 171

División IV. Bacilariofitas o Diatomeas 172
Familia Bacilariáceas.

División V. Conjugadas 176
Familia Desmidiáceas. — Familia Zignematáceas.

División VI. Clorofíceas o Algas verdes 177

Clase I. Protococcíneas 179
Orden 1.º Volvocales 179
Familia Volvocáceas.

Orden 2.º Euprotococcales 180
Familia Pleurococcáceas.

Clase II. Ulotricíneas 180
Familia Ulváceas. — Familia Quetoforáceas. — Familia Edogoniáceas.

Clase III. Sifonales 181
Familia Vauqueriáceas. — Familia Caulerpáceas.

División VII. Carofitas 183
Familia Caráceas.

División VIII. Feofíceas o Algas pardas 184

Orden 1.º Feosporales 185
Familia Ectocarpáceas.

Orden 2.º Laminariales 185
Familia Laminariáceas.

Orden 3.º Fucales 186
Familia Fucáceas.

Págs.

Orden 4.º Dictiotales ... 188
Familia Dictiotáceas.
División IX. Rodofíceas o Algas rojas ... 188
División X. Mixomicetos ... 190
División XI. Hongos propiamente dichos o Eumicetos ... 193
Clase I. Ficomicetos ... 193
Orden 1.º Arquimicetales ... 194
Orden 2.º Zigomicetales ... 194
Familia Mucoráceas. — Familia Entomoftoráceas.
Orden 3.º Oomicetales ... 196
Familia Peronosporáceas. — Familia Saprolegniáceas. — Familia Piciáceas.
Clase II. Ascomicetos ... 198
Familia Aspergiláceas. — Familia Eutuberaceas. — Familia Helveláceas. — Familia Hipocreáceas. — Familia Sacaromicetáceas.
Clase III. Basidiomicetos ... 206
Subclase I. Hemibasidiomicetos ... 207
Familia Ustilagináceas. — Familia Tileciáceas. — Familia Pucciniáceas.
Subclase II. Eubasidios ... 214
Orden 1.º Protobasidiomicetos ... 214
Familia Auriculariáceas.
Orden 2.º Autobasidiomicetos ... 214
Familia Clavariáceas. — Familia Hidnáceas. — Familia Poliporáceas. — Familia Agaricáceas. — Familia Faláceas. — Familia Licoperdáceas. — Familia Esclerodermatáceas.
Apéndice a los hongos. Líquenes ... 221
Orden 1.º Ascolíquenes ... 224
Orden 2.º Basidiolíquenes ... 225
División XII. Embriofitas asifonógamas o Arquegoniadas ... 226
Subdivisión I. Briofitas ... 226
Clase I. Hepáticas ... 228
Familia Marcanciáceas. — Familia Yungermaniaceas.
Clase II. Musgos ... 230
Familia Esfagnáceas. — Familia Briáceas. — Familia Politricáceas.
Subdivisión II. Pteridofitas (Criptógamas vasculares ... 233
Clase I. Licopodíneas ... 235
Familia Licopodiáceas. — Familia Selagineláceas.
Clase II. Isoetíneas ... 237
Familia Isoetáceas.
Clase III. Equisetíneas ... 238
Familia Equisetáceas.
Clase IV. Filicíneas o Helechos ... 239
Orden 1.º Filicales eusporangiadas ... 240
Familia Ofioglosáceas. — Familia Maratiáceas.
Orden 2.º Filicales leptosporangiadas ... 241
Familia Ciateáceas. — Familia Polipodiáceas. — Familia Osmundáceas.
Orden 3.º Hidropteridales ... 243
División XIII. Embriofitas sifonógamas (Fanerógamas) ... 244
Subdivisión I. Gimnospermas ... 247
Clase I. Cicadíneas ... 249
Familia Cicadáceas.

Págs.

Clase II. Ginkgoíneas ... 250
Familia Ginkgoáceas.

Clase III. Coníferas ... 250
Familia Taxáceas. — Familia Pináceas. — Araucarieas. — Abieteas. Cupreseas.

Clase IV. Gnetíneas ... 255

Subdivisión II. Angiospermas ... 256

Clase I. Dicotiledóneas ... 260

Subclase I. Arquiclamídeas (Apétalas y Coripétalas) ... 261

Orden 1.º Piperales ... 261
Familia Piperáceas.

Orden 2.º Salicales ... 262
Familia Salicáceas.

Orden 3.º Juglandales ... 263
Familia Juglandáceas.

Orden 4.º Fagales ... 263
Familia Betuláceas. — Familia Fagáceas.

Orden 5.º Urticales ... 266
Familia Ulmáceas. — Familia Moráceas. — Familia Urticáceas.

Orden 6.º Santalales ... 269
Familia Santaláceas. — Familia Lorantáceas.

Orden 7.º Aristoloquiales ... 270
Familia Aristoloquiáceas.

Orden 8.º Poligonales ... 271
Familia Poligonáceas.

Orden 9.º Centrospermas ... 272
Familia Quenopodiáceas. — Familia Cariofiláceas.

Orden 10.º Ranales ... 276
Familia Ninfeáceas. — Familia Ranunculáceas. — Familia Berberidáceas. — Familia Menispermáceas. — Familia Magnoliáceas. — Familia Anonáceas. — Familia Miristicáceas. — Familia Monimiáceas. — Familia Lauráceas.

Orden 11.º Readales ... 287
Familia Papaveráceas. — Familia Caparidáceas. — Familia Crucíferas. — Familia Resedáceas.

Orden 12.º Sarraceniales ... 292
Familia Sarraceniáceas. — Familia Nepentáceas. — Familia Droseráceas.

Orden 13.º Rosales ... 294
Familia Crasuláceas. — Familia Saxifragáceas. — Familia Hamamelidáceas. — Familia Rosáceas. — Familia Leguminosas.

Orden 14.º Geraniales ... 317
Familia Geraniáceas. — Familia Oxalidáceas. — Familia Tropeoláceas. — Familia Lináceas. — Familia Eritroxiláceas. — Familia Zigofiláceas. — Familia Rutáceas. — Familia Simarubáceas. — Familia Burseráceas. — Familia Poligaláceas. — Familia Euforbiáceas.

Orden 15.º Sapindales ... 329
Familia Buxáceas. — Familia Anacardiáceas. — Familia Aquifoliáceas. — Familia Aceráceas. — Familia Sapindáceas. — Familia Balsamináceas.

Orden 16.º Ramnales ... 333
Familia Ramnáceas. — Familia Vitáceas.

Orden 17.º Malvales ... 336
Familia Tiliáceas. — Familia Malváceas. — Familia Esterculiáceas.

Orden 18.º Parietales ... 342
Familia Camelliáceas. — Familia Gutíferas. — Familia Dipterocarpáceas. — Familia Cistáceas. — Familia Violáceas. — Familia Pasifloráceas. — Familia Caricáceas.

Págs.

Orden 19.° Cucurbitales 349
Familia Cucurbitáceas.
Orden 20.° Opuntiales 352
Familia Cactáceas.
Orden 21.° Mirtifloras 352
Familia Timeleáceas. — Familia Punicáceas. — Familia Mirtáceas. Familia Onoteráceas.
Orden 22.° Umbelifloras 357
Familia Araliáceas. — Familia Umbelíferas.
Subclase II. Metaclamídeas o Simpétalas 366
Orden 1.° Ericales 366
Familia Piroláceas. — Familia Ericáceas.
Orden 2.° Primulales 369
Familia Primuláceas.
Orden 3.° Plumbaginales 371
Familia Plumbagináceas.
Orden 4.° Ebenales 371
Familia Sapotáceas. — Familia Ebenáceas. — Familia Estiracáceas.
Orden 5.° Contortas 374
Familia Oleáceas. — Familia Loganiáceas. — Familia Gencianáceas. Familia Apocináceas. — Familia Asclepiadáceas.
Orden 6.° Tubifloras 382
Familia Convolvuláceas. — Familia Borragináceas. — Familia Verbenáceas. — Familia Labiadas. — Familia Solanáceas. — Familia Escrofulariáceas. — Familia Orobancáceas. — Familia Lentibulariáceas.
Orden 7.° Plantaginales 402
Familia Plantagináceas.
Orden 8.° Campanuladas 403
Familia Campanuláceas.
Orden 9.° Rubiales 404
Familia Rubiáceas. — Familia Caprifoliáceas.
Orden 10.° Agregadas 410
Familia Valerianáceas. — Familia Dipsacáceas. — Familia Compuestas.
Clase II. Monocotiledóneas 424
Orden 1.° Pandanales 424
Familia Tifáceas. — Familia Esparganiáceas.
Orden 2.° Helobiales 426
Familia Potamogetonáceas. — Familia Alismáceas. — Familia Hidrocaridáceas.
Orden 3.° Glumífloras 427
Familia Gramíneas. — Familia Ciperáceas.
Orden 4.° Príncipes o palmas 431
Familia Palmáceas.
Orden 5.° Espatifloras 433
Familia Aráceas. — Familia Lemnáceas.
Orden 6.° Farinosas 434
Familia Bromeliáceas.
Orden 7.° Lilífloras 435
Familia Juncáceas. — Familia Liliáceas. — Familia Amarilidáceas. Familia Dioscoreáceas. — Familia Iridáceas.
Orden 8.° Escitamíneas 441
Familia Musáceas. — Familia Zingiberáceas. — Familia Cannáceas. Familia Marantáceas.
Orden 9.° Microspermas 443
Familia Orquidáceas.
Geografía botánica 445

Medios auxiliares para el estudio de la Botánica

Págs.

Formación del herbario 448
Recolección de las plantas 449
Determinación de las plantas 452
Prensado, secado, preparación 455
Ordenación y conservación de las plantas 458

Estudio de la Anatomía de las plantas 460
Uso del microscopio 460
Obtención de secciones microscópicas 464
Tratamiento de las preparaciones microscópicas 467

Indice alfabético 471

Introducción

Con el nombre de *Botánica* se designa la ciencia que tiene por objeto el *conocimiento del reino vegetal.*

Lo que en las plantas se ofrece primeramente a la observación es su forma externa. La rama de la Botánica que *estudia la forma externa de las plantas* y de sus órganos, así como las leyes generales que rigen la formación del organismo vegetal, se llama *Morfología externa*, o simplemente *Morfología* (del griego *morphe*, la forma, y *logos*, tratado, doctrina).

Reduciendo las plantas a fragmentos, se advierte en su estructura interna una gran diversidad de formas. Así, si bien no a simple vista, ya con un débil aumento, se reconoce, por ejemplo, que la médula de saúco está constituída por vesículas o células, y que de la corteza del tilo o de un tallo de lino se desprenden fácilmente largos haces de fibras (las fibras esclerosas liberianas).

El examen de la estructura interna descubre un vasto campo de estudio del todo insospechado, si se utiliza el microscopio, el cual permite observar los cortes obtenidos de las plantas con amplificaciones de más de mil aumentos. La rama de la Botánica que se ocupa en el *estudio de la estructura interna de las plantas*, se llama *Morfología interna*, o comúnmente *Anatomía* (del griego *ana*, al través, y *tomos*, el corte).

Estas dos partes de la investigación botánica consideran sólo el estado actual que ha alcanzado la planta en un momento de su vida, y en rigor sólo enseñan a formar juicio desde el punto de vista de la ordenación en el espacio. Completan ambas su valor en su relación con una tercera rama, que tiene por objeto el *estudio de la vida de la planta y de sus fenómenos vitales* (físicos y químicos), y que ha recibido el nombre de *Fisiología* (del griego *physis*, la Naturaleza).

Una cuarta rama — en cierto sentido la más antigua — de la ciencia de las plantas es la *Fitografía*, también llamada *Botánica especial*, *Botánica sistemática* o *Sistemática*, porque, además de la

descripción particular de las plantas, tiene por objeto el estudio de sus relaciones de parentesco y su distribución en grupos, es decir, su ordenación en sistemas naturales o artificiales.

Otras ramas de la Botánica, que no pueden ser tratadas dentro del marco de esta obra, son, por ejemplo, la *Biología* o estudio de la vida y de los fenómenos vitales de los organismos en su relación con el medio circundante; la *Fitogeografía (Geografía botánica)* o estudio de la diseminación de las plantas; la *Fitopaleontología (Paleobotánica)* o estudio de las plantas primitivas y de la evolución del mundo vegetal; por último, debe mencionarse la *Fitopatología* o *Patología vegetal*, que trata de las enfermedades de las plantas.

Forma externa de las plantas. Morfología

Los órganos de las plantas

El concepto de órganos supone que lo designado con este nombre consta por lo menos de una célula autónoma, se halla dotado de una actividad particular en la vida de la planta, y está peculiarmente estructurado para el ejercicio de esta actividad. Según esto, en los seres vegetales más sencillos, que se hallan formados por *una sola célula*, y por eso se colocan al principio del sistema de clasificación, no se puede propiamente hablar de órganos. Y sin embargo, aun en estas plantas unicelulares se puede observar ya una división del trabajo dentro de la célula, pues distintas partes constituyentes del cuerpo celular realizan determinadas funciones vitales.

También entre las *plantas pluricelulares* hallamos numerosas formas cuyas células, no obstante estar firmemente reunidas en filamentos, láminas o cuerpos, no presentan una intrínseca conexión y conservan su completa autonomía.

En el grado inmediato de complejidad encontramos aquellos organismos vegetales cuyas células están asociadas en íntima conexión componiendo una unidad biológica. En las más sencillas de estas formas, el cuerpo, que, como en las anteriormente mencionadas, recibe el nombre de *talo*, no está todavía formado a la manera de las plantas floríferas (fanerógamas) como un tallo con hojas. Muchas de ellas no muestran en el talo ni la menor señal de diferenciación; carecen, pues, de órganos. Sólo en las especies de evolución más avanzada distinguimos en el talo un eje y órganos apendiculares; pero éstas no tienen más que una semejanza externa con las plantas «superiores», pues su estructura interna es homogénea y, por tanto, no admiten comparación con formas parecidas de dichas plantas.

Todos los vegetales considerados en lo que antecede se incluyen en la denominación de *talofitas*, las cuales comprenden, según la antigua división, las algas, hongos y líquenes.

A las talofitas se contraponen las *cormofitas*, esto es, las plantas que presentan verdaderos tallos con hojas. Pertenecen aquí las embriofitas, pero es de advertir que entre éstas las hay que, no obstante diferencias de otra índole, tienen una estructura enteramente taloidea, como, por ejemplo, muchas hepáticas.

En las cormofitas se pueden también distinguir dos grados de organización: inferior y superior. Los musgos poseen efectivamente un tallo provisto de hojas, pero tienen solamente rizoides, pelos radicales, careciendo por completo de verdaderas raíces, las cuales, en la serie morfológica, no las encontramos hasta las pteridofitas. En éstas podemos ya distinguir, como en las todavía más elevadas fanerógamas o plantas con flores, dos órganos fundamentalmente distintos: la *raíz*, que por la acción de la gravedad tiende a dirigirse hacia el centro de la Tierra, afirma la planta en el terreno y absorbe de éste las substancias nutritivas inorgánicas, pero nunca lleva órganos foliares; y el *tallo*, que crece en sentido contrario a la raíz, está provisto de hojas y lleva los tejidos de asimilación y los órganos reproductores.

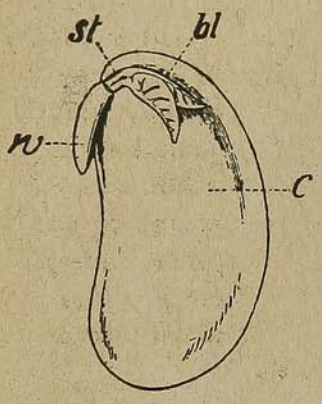


Fig. 1. Embrión de una dicotiledónea (*Phaseolus*).
w, rejo o radícula, de la que más tarde se desarrolla la raíz principal; *st*, plúmula o yemecilla; *bl*, primeras hojas; *c*, uno de los dos cotiledones (el anterior ha sido separado). (C. Müller)

La raíz y el tallo, así como las hojas en éste insertas (fig. 1, *w*, *st* y *bl*), ya antes de la germinación se pueden reconocer claramente en el embrión de la semilla; el número de hojas seminales hasta sirve de carácter distintivo de dos grandes grupos del reino vegetal.

Al germinar el embrión contenido en la semilla, la raíz naciente, que se origina de la *radícula* (fig. 1, *w*), atraviesa, desgarrándolas, las cubiertas seminales, penetra verticalmente en el suelo y, en la forma que se explicará más adelante, provee del agua necesaria a la joven plantita para que ésta, que entonces no puede aún absorber y asimilar las substancias nutritivas del terreno, pueda disolver los materiales alimenticios contenidos en la semilla o en las hojas embrionales y utilizarlos para su nutrición. Al mismo tiempo se prolonga por el otro extremo el hipocotilo, y la yemecilla o *plúmula* (fig. 1, *st*), que constituye el ápice del eje del vástago, se eleva en busca del aire; las primeras hojas (fig. 1, *bl*) hallan ocasión de desplegarse, y, mientras los restos de la semilla agotada o las *hojas embrionales (cotiledones)* (fig. 1, *c*) se secan o entran en putrefacción, la nueva plantita se convierte en la imagen de su planta madre.

La **raíz** (fig. 2, *w*) se distingue por los siguientes caracteres: crecimiento en dirección al centro de la Tierra (geotropismo positivo), no tiene casi nunca color verde, carece siempre de hojas, y las raíces laterales que de ella brotan (fig. 2, *w*) son de formación *endógena*, esto

es, que tienen su origen en el interior de la raíz principal producida por la radícula, y no en la superficie (como sucede en las ramificaciones secundarias del tallo de las fanerógamas). La causa de esto es que los haces vasculares o conductores se agrupan *en el eje* de la raíz, como está indicado en la figura 2 por la línea media negra, la cual se divide al entrar en el tallo. Esto mismo explica, además, cómo la raíz ejerce una de las dos importantes funciones que le son propias, y que son: puramente *fisiológica* la una, simplemente *mecánica* la otra. La primera consiste en la absorción del agua juntamente con las substancias minerales en ella disueltas, y se efectúa por los pelos radicales o absorbentes. La función mecánica es la fijación de la planta en la tierra, y se cumple por la raíz principal y sus numerosas ramificaciones laterales merced a la disposición central de los haces conductores, que forman en ellas un cilindro muy resistente a la tracción, y estos cordones centrales mantienen fija la planta a modo de numerosas cuerdas o cables que amarran el mástil de una bandera.

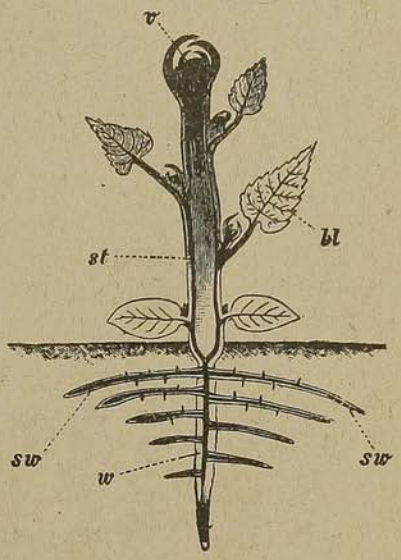


FIG. 2. Sección longitudinal esquemática de una planta dicotiledónea. *w*, raíz; *sw*, raíces laterales; *st*, tallo; *bl*, hojas; *v*, punto vegetativo del tallo. (Según Frank y Tschirch)

En las *talofitas* y *briofitas* no existen verdaderas raíces, que están representadas por los llamados *rizoides*, filamentos celulares sencillos o rara vez ramificados que ejercen las funciones de las raíces de las plantas superiores: fijación en el suelo y, en parte, alimentación de la planta, pero carecen de pilorriza.

Como las verdaderas raíces y sus ramificaciones crecen continuamente por su extremidad y avanzan abriéndose paso por los intersticios del terreno, el rozamiento con las partes duras de éste destruiría o dañaría su tierno y delicado punto vegetativo (punto donde se origina el crecimiento; véase más adelante la *Anatomía*) si no estuviera protegido por una cubierta resistente que envuelve a manera de cofia o caperuza la punta de la raíz. Este aparato protector se denomina la *cofia* o *pilorriza*.

El tallo (fig. 2, *st*), cuya dirección de crecimiento es opuesta, en principio, a la de la raíz, tiene generalmente color verde y puede formar, no solamente órganos foliáceos, sino también órganos laterales de la naturaleza de la raíz (raíces adventicias). Aunque ya de antiguo se ha considerado como límite entre la raíz y el tallo aquel punto en que cambia el sentido del crecimiento, se ha cometido, no obstante, con frecuencia el error de que partes *subterráneas* del tallo, que en su

estructura anatómica muestran claramente su naturaleza caulinar *(rizomas)*, han sido tomadas como raíces por su propiedad de originar raíces laterales. El punto vegetativo del tallo no está provisto de una cubierta protectora especial como la pilorriza; los esbozos de las nuevas hojas combándose sobre él le sirven de protección, como se ve en la figura 2 *v*.

Sobre el tallo nacen las *hojas*, que representan siempre órganos laterales del mismo, ya que se producen por la diferenciación de pequeñas protuberancias que nacen lateralmente junto al punto vegetativo, bien del tallo primario o principal, o de los secundarios. Ocurre siempre que las hojas más próximas al ápice son las más jóvenes. Las hojas, como las ramificaciones secundarias del tallo, tienen su origen en la periferia del mismo y no en su interior, como está indicado en la figura 2 por la línea más oscura, la cual representa el cordón de haces conductores que se ramifica y penetra en las hojas. El origen de éstas es, por consiguiente, *exógeno*. Bajo la denominación de órganos foliares no deben entenderse únicamente las partes verdes que constituyen la frondosidad de las plantas y que llevan comúnmente el nombre de hojas, sino también otros órganos cuya naturaleza foliar está completamente demostrada, entre otros las escamas incoloras u oscuras que protegen a las yemas, y también todos los órganos de la flor: sépalos, pétalos, estambres y carpelos.

Formas de la raíz y del tallo

La raíz primaria o principal, que es una sola en la planta, desarrolla generalmente por ramificación numerosas raíces *laterales* o *secundarias*. Cuando la raíz primaria adquiere gran desarrollo y forma como un tronco fuerte del que salen las raíces secundarias, se llama *raíz pivotiforme*. Cuando la raíz primaria cesa pronto de crecer y las raíces secundarias se desarrollan en haz, como sucede en la mayor parte de las monocotiledóneas, se dice que la raíz es *fasciculada*.

La raíz primaria recibe, según su aspecto, los nombres de *filiforme*, *conoidea*, *fusiforme*, *cilíndrica*, *napiforme* y *globosa*.

Según su dureza, la raíz se denomina *leñosa* o *carnosa* en concordancia con su estructura interna. Las raíces carnosas son casi siempre acumuladores de substancias nutritivas de reserva, especialmente en las plantas herbáceas que poseen raíces invernantes y que pierden anualmente las partes aéreas. Tales órganos suelen experimentar un engrosamiento considerable y se convierten en tubérculos que participan a medias de la naturaleza de la raíz y el tallo (*tubérculos radicales*, figs. 3 y 4).

Otras formas especiales de raíces son: las raíces *aéreas*, que existen, por ejemplo, en muchas *orquidáceas* y *aráceas*, y están especialmente dispuestas para absorber el agua de la lluvia y la humedad del aire; las raíces fijadoras o *garfios*, como los de la hiedra y la vainilla

(fig. 5, *A*), cuyo fin es solamente la fijación de los tallos agarrándose externamente a otras plantas o penetrando en las hendiduras de los muros; las raíces *columnares*, propias de los *Ficus* tropicales; las raíces zancos, peculiares de las *mangrováceas*; las raíces *respiratorias*, con geotropismo negativo, de muchas plantas palustres; las raíces *asimiladoras* que muchas *orquidáceas* poseen y que, por estar provistas de clorofila, sustituyen a las hojas para la asimilación

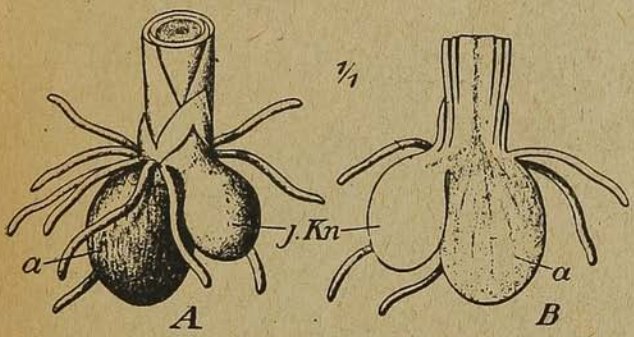


FIG. 3. *Orchis militaris.*

A, tubérculos de una planta en flor; *B*, los mismos, en sección longitudinal (1/1); *a*, tubérculo viejo (de un año); *J. Kn.*, tubérculo joven, que desarrollará al año siguiente la planta florida

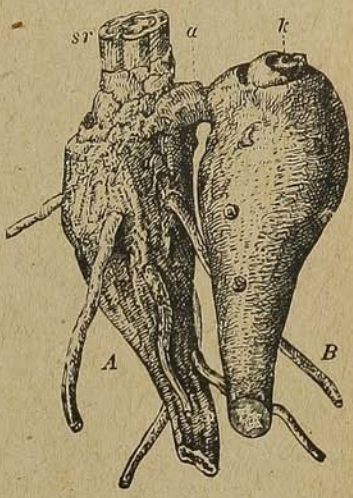


FIG. 4. Tubérculos radicales de *Aconitum napellus.*

A, tubérculo madre; *B*, tubérculo hijo; *k*, yema; *a*, articulación que une ambos tubérculos; *sr*, resto del tallo

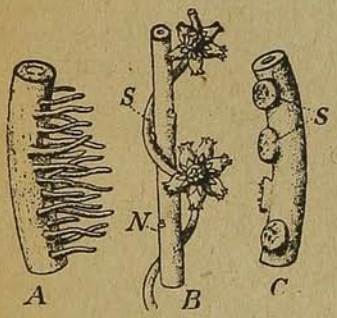


FIG. 5. *A*, raíces fijadoras (garfios) de la hiedra *(Hedera helix)*; *B*, *C*, cuscuta *(Cuscuta europaea)*, que se enrosca sobre la planta nutriz (*N*) y muestra las raíces chupadoras (*S*); *C*, fragmento de tallo con las raíces chupadoras (*S*) bastante aumentadas

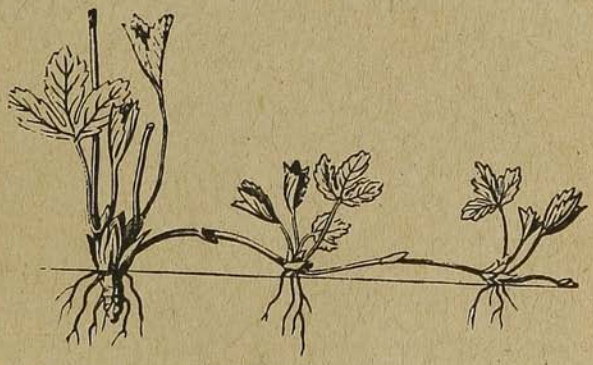


FIG. 6. Estolones de la fresa *(Fragaria vesca)*

del carbono; por último, las raíces *chupadoras* (fig. 5, *B* y *C*), que las plantas parásitas introducen en los tejidos de su planta hospitalaria, aplicándolas sobre los haces vasculares de ésta para absorber sus jugos nutritivos.

El tallo o eje de la planta da origen a ejes secundarios, que se engendran constantemente de yemas situadas en las axilas de las hojas *(hojas caulíferas)*. Los puntos de inserción de estas hojas en el tallo

se llaman *nudos*, y las porciones que éstos determinan en el mismo reciben el nombre de *entrenudos*. La naturaleza caulina de un órgano, aun cuando se trate de un órgano subterráneo y aparezca desprovisto de hojas, se reconoce por la constante presencia de cicatrices pro-

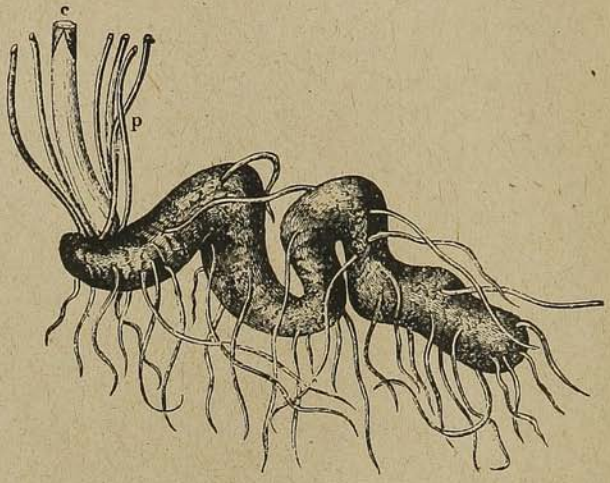


Fig. 7. Rizoma sinuoso del *Polygonum Bistorta*, cundidor por un extremo y que se destruye por el opuesto

ducidas en los puntos de inserción de órganos foliares, las cuales faltan, sin excepción, en las raíces.

Los tallos subterráneos, muy frecuentes, y los que crecen tendidos sobre el suelo, reciben diferentes nombres según sus formas. Las más

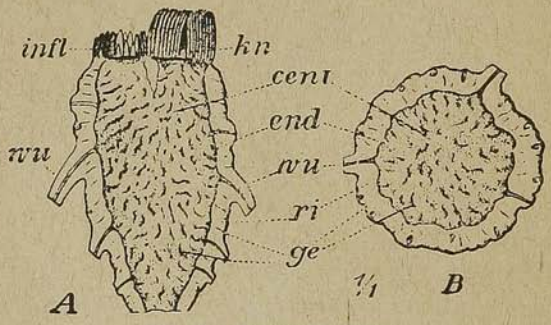


Fig. 8. *Veratrum album*.

A y *B*, secciones longitudinal y transversal del rizoma (1/1). *infl*, sitio de la planta florida de este año; *kn*, yema de la planta del año próximo; *wu*, restos de las raíces; *cent*, cilindro central; *end*, endodermis; *ri*, zona cortical; *ge*, haces conductores

comunes son: *estolones* o *latiguillos* (fig. 6), tallos rastreros, largos y delgados, que cunden rápidamente produciendo raicillas de trecho en trecho y llevan hojas escariosas con aspecto de escamas (las llamadas hojas inferiores o catáfilos); *rizomas*, órganos caulinos de ordinario cortos, gruesos, cundidores, de desarrollo lento, y que a veces

crecen por un solo extremo mientras mueren sus partes más antiguas ; ejemplos : *Polygonum Bistorta* (fig. 7), *Veratrum album* (fig. 8) y *Cicuta virosa* (fig. 9) ; *tubérculos*, como las patatas, muy engrosados y convertidos en órganos de reserva ; *tubérculos bulbosos*, como el tubérculo de cólquico (fig. 10), engrosamientos en que participan junto al tallo una o varias hojas inferiores o catáfilos ; por último, los *bulbos* o *cebollas*, en los que el tallo queda reducido a una formación discoidea en la base del bulbo (el *disco* o *platillo*, fig. 11, *l*), y cuyas túnicas (los cascos de la cebolla) son catáfilos que se han vuelto carnosos por la acumulación de materias nutritivas. Sucede, pues, que mien-

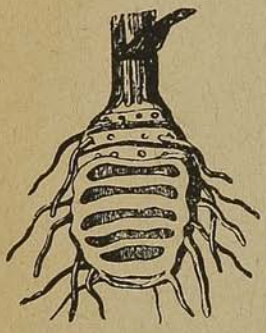


FIG. 9. Sección longitudinal del rizoma, loculado transversalmente, de la cicuta acuática *(Cicuta virosa)*

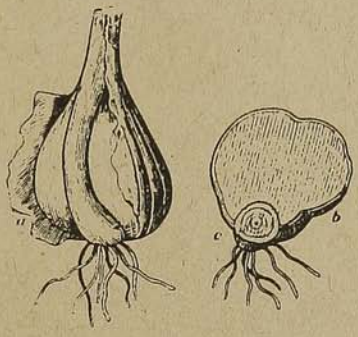


FIG. 10. Tubérculo bulboso del cólquico *(Colchicum autumnale)*.

a, libertado de su túnica (catáfilo); *b*, sección transversal con la del tallo *c*

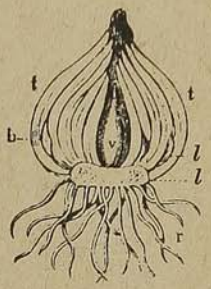


FIG. 11. Sección longitudinal de un bulbo.

l, porción caulina o disco ; *t*, los catáfilos en forma de túnicas ; *v*, yema terminal; *b*, yemas laterales; *r*, raíces

tras en los estolones han adquirido los entrenudos un considerable desarrollo en longitud, en los bulbos, por el contrario, han limitado su crecimiento hasta el extremo de que las hojas resultan apiñadas sobre un eje más ancho que largo.

Ramificación

La ramificación tanto del tallo como de la raíz obedece a leyes determinadas. Si el punto vegetativo se divide en otros dos, que se asemejan en su ulterior desarrollo, resulta la *ramificación dicotómica*, frecuente en las *talofitas*, así como en las arquegoniadas. Si, en cambio, al desarrollarse el punto vegetativo conserva invariable su primitiva dirección, sin dividirse, y sólo produce órganos laterales, se origina entonces la *ramificación monopódica*.

La ramificación dicotómica recibe, según su forma, diferentes nombres. Se llama *ahorquillada* cuando los dos brotes que nacen en cada bifurcación alcanzan igual desarrollo (fig. 12, 1). *Dicotomía escorpioidea* es la que resulta cuando de los dos brotes sólo prosigue su desarrollo uno de ellos, y es constantemente el del mismo lado (fig. 12, 3). *Dico-*

tomía helicoidea es aquella en que alternativamente detienen y prosiguen su crecimiento las ramas de uno y otro lado (fig. 12, 2).

La ramificación monopódica toma el nombre de *racimosa* o *racimo* cuando el brote primario, que nace del punto vegetativo, continúa su desarrollo con más intensidad que las ramas o brotes laterales, los cuales aparecen insertos sobre aquél como sobre un eje (fig. 13, *M*); y se llama *cimosa* o *cima* si, por el contrario, el tallo principal cesa pronto de crecer y de las ramas laterales brotan sucesivamente otras alcanzando gran desarrollo y dando forma a la ramificación (fig. 13, *S*). Una cima en que la ramificación se produce por pares de ramas del

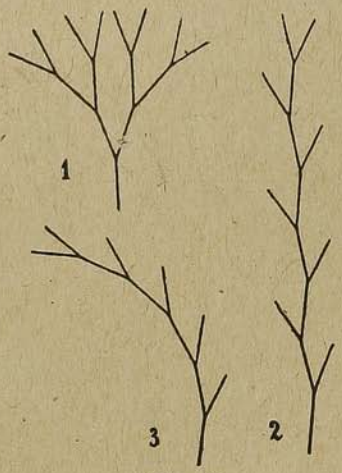


Fig. 12
Formas de ramificación dicotómica

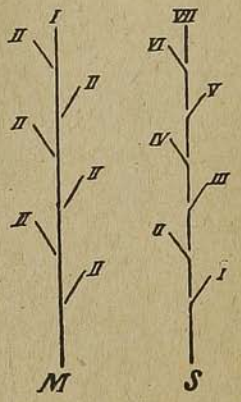


Fig. 13. Formas de ramificación monopódica.
M, ramificación racimosa; *S*, ramificación cimosa

mismo orden se llama *dicasio;* si son más de dos las ramas que en cada punto prosiguen la ramificación, resulta el *pleyocasio;* si hay constantemente una sola rama lateral, la cima es un *monocasio* o *simpodio*. Éste se llama *cima escorpioidea* si las sucesivas ramas laterales aparecen todas a un mismo lado del eje principal, y *cima helicoidea* cuando se forman a la derecha y a la izquierda alternativamente (fig. 13, *S*).

En muchos casos es muy difícil determinar exactamente el tipo a que pertenece una ramificación.

Relaciones de simetría

Si una parte de planta puede dividirse, a lo menos por tres planos, en dos mitades, cada una de las cuales sea como la imagen de la otra vista en un espejo, se dice que es *radiada* (actinomorfa, radial); si sólo puede dividirse así por un plano, se dice que es *monosimétrica* (zigomorfa). Las partes de plantas que no pueden cortarse por ningún plano en dos partes simétricas, se llaman *asimétricas*. Los órganos de

las plantas en los cuales la mitad superior y la inferior, o la anterior y la posterior, son diferentes, se denominan de *caras desiguales* (dorsiventrales); si la parte superior y la inferior son iguales, se llaman de *caras iguales* (isolaterales).

Formas de las hojas

Presentan las plantas muy diversas formas de órganos foliares. Se distinguen :

Hojas embrionales o cotiledones ;
Hojas inferiores o catáfilos ;
Hojas normales o nomófilos ;
Hojas superiores o hipsófilos ;
Hojas florales.

Estas últimas son los órganos especiales de la flor.

En las hojas distínguense comúnmente tres partes (fig. 14) : vaina, pecíolo y limbo. Éste puede ser entero o dividido; la vaina y el pecíolo faltan frecuentemente.

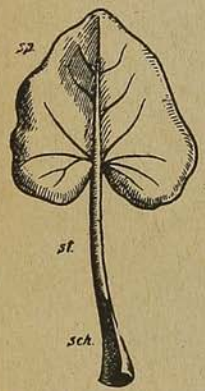


Fig. 14. Diseño esquemático de una hoja completa.

Sch, vaina ; *st*, pecíolo ; *sp*, limbo

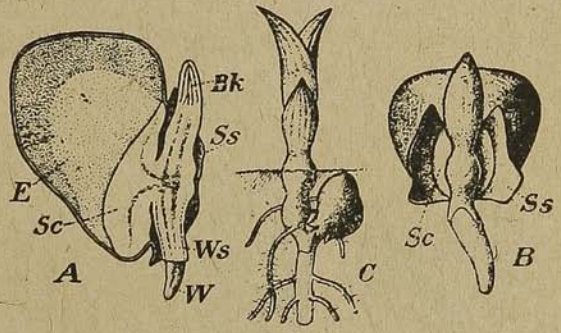


Fig. 15. Maíz *(Zea Mays)*.

A, sección longitudinal de la semilla germinante ; *B*, vista anterior de la misma semilla ; *C*, una fase más avanzada de la germinación ; *E*, endospermo ; *Sc*, escudete ; *Ws*, vaina de la raicilla ; *W*, raicilla ; *Bk*, yema foliar ; *Ss*, la cubierta seminal desgarrada

Las llamadas hojas embrionarias o **cotiledones** existen ya en la semilla formando parte del embrión, en número de uno en las plantas *monocotiledóneas* (fig. 15), dos en las *dicotiledóneas* (figs. 16 y 17) y mayor número en muchas especies de *coníferas* (fig. 18). Los cotiledones son membranosos (fig. 17) o carnosos (fig. 18), y en este caso contienen en sí mismos las substancias de reserva que han de nutrir a la plantita germinal en los comienzos de su desarrollo. En muchos casos y con el mismo fin actúan los cotiledones como órganos de succión de las materias nutritivas que constituyen los tejidos no embrionarios de la semilla (fig. 15).

Las hojas inferiores o **catáfilos** tienen siempre forma de escamas y rara vez presentan coloración verde. Hállanse generalmente en los tallos subterráneos, ya aisladas, o reunidas en verticilos envainadores (fig. 19), o apiñadas sobre cortísimos entrenudos, como en la cebolla (fig. 11). Los catáfilos carecen de pecíolo y se insertan sobre el tallo por ancha base, son de nerviación paralela y comúnmente de borde entero. Sobre el suelo se encuentran hojas inferiores en parte en la base de ramas jóvenes de plantas leñosas como yemas escamosas coriáceas (castaño de Indias).

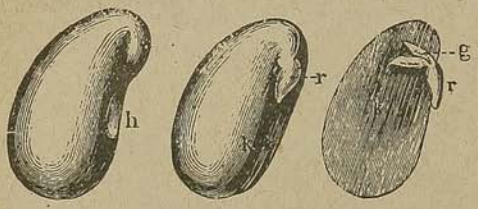


FIG. 16. Semilla de la judía escarlata (*Phaseolus multiflorus*).

1, con la cubierta o epispermo ; 2, despojada del epispermo ; 3, se ha quitado uno de los dos cotiledones ; *k*, cotiledones ; *r*, radícula ; *g*, hojas de la plúmula ; *h*, hilo

Las hojas normales o **nomófilos** son las hojas rameales que constituyen el follaje o frondosidad de las plantas, y las únicas que vulgarmente son consideradas como hojas. Sus formas son variadísimas. Por la existencia o carencia de pecíolo se denominan *pecioladas* (fig. 20, *a*) y *sentadas* (fig. 20, *b*). A estas últimas pertenecen también las hojas aciculares de las coníferas (*c*). Las hojas normales son, por lo general, de color verde, de un tono menos vivo en la cara superior o haz. De

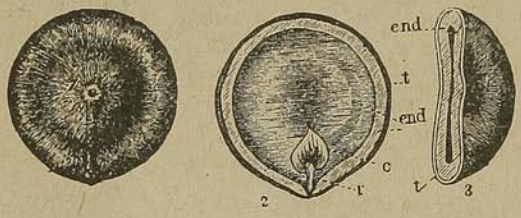


FIG. 17. Nuez vómica : semilla de *Strychnos Nux vomica*.

1, la semilla entera ; 2, su sección longitudinal ; 3, sección transversal ; *r*, radícula ; *c*, cotiledón ; *end*, endospermo ; *t*, epispermo

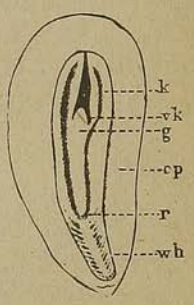


FIG. 18. Semilla del pino (*Pinus silvestris*), en sección longitudinal.

r, radícula ; *wh*, pilorriza ; *g*, tallito ; *vk*, punto vegetativo del tallo ; *k*, cotiledones ; *cp*, endospermo

ordinario, son paralelinervias las hojas de monocotiledóneas (fig. 20, *b*). Forman excepción, por ejemplo, la mayoría de las aráceas; las de las dicotiledóneas son generalmente de nerviación ramificada o penninervias (fig. 20, *a*). Los nervios están principalmente constituídos por los haces vasculares que procedentes del tallo penetran y se ramifican en el limbo foliar. Por lo común, las hojas paralelinervias son sentadas, y las penninervias, pecioladas ; sin embargo, pueden las últimas carecer de pecíolo, y estar aquéllas provistas de él (aráceas, bambú). Las hojas

sentadas pueden ser (fig. 21): abrazadoras, si rodean en parte el tallo con la base del limbo; perfoliadas, si lo rodean por completo; escurridas o decurrentes, si la base corre o se extiende por ambos lados hacia bajo por el tallo; entresoldadas, cuando se sueldan por la base los limbos de dos hojas opuestas formando como un solo limbo atravesado por el tallo; equitantes, cuando siendo envainadoras monta cada una sobre la base de la que le sigue, como en el lirio cárdeno.

La configuración del limbo foliar ofrece una variedad extraordinaria. Considerado desde diferentes puntos de vista, se distinguen las siguientes formas:



FIG. 19. Rizoma de la zarzaparrilla de Alemania (*Carex arenaria*)

Por la *figura del contorno limbar* y la relación de sus dimensiones, las hojas se llaman (fig. 22): setáceas (semejantes a cerdas), aleznadas

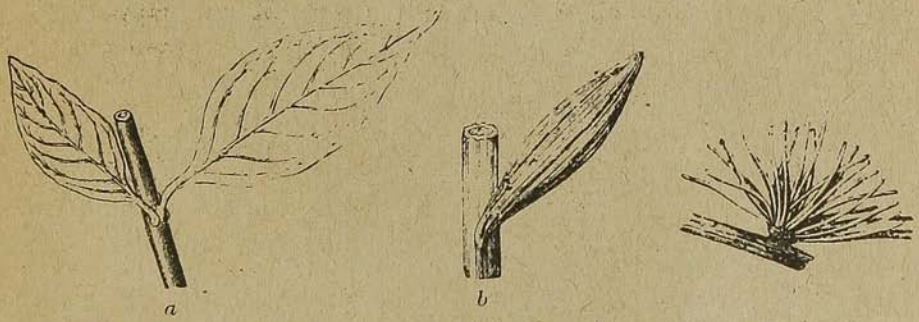


FIG. 20. *a*, hojas pecioladas; *b*, hoja sentada; *c*, hojas aciculares

(puntiagudas a manera de lezna), lineares (*a*), aciculares (de figura de aguja), cuneiformes (de figura de cuña), espatuladas, lanceoladas (*b*), alargadas (*c*), aovadas (*d*), elípticas, orbiculares (*e*), arriñonadas y rombiformes.

Por la *base:* acorazonadas, aflechadas y alabardadas.

Por el *ápice:* bífidas (con el ápice hendido en dos partes), escotadas, truncadas redondeadas, agudas, mucronadas (que acaban en un mucrón o púa) y acuminadas (adelgazadas insensiblemente en punta).

Por el *borde* (fig. 23): enteras, onduladas, aserradas (*a*), dentadas (*b*), pestañosas, festoneadas (*e*), onduladas (*d*) y sinuosas (*c*); hay

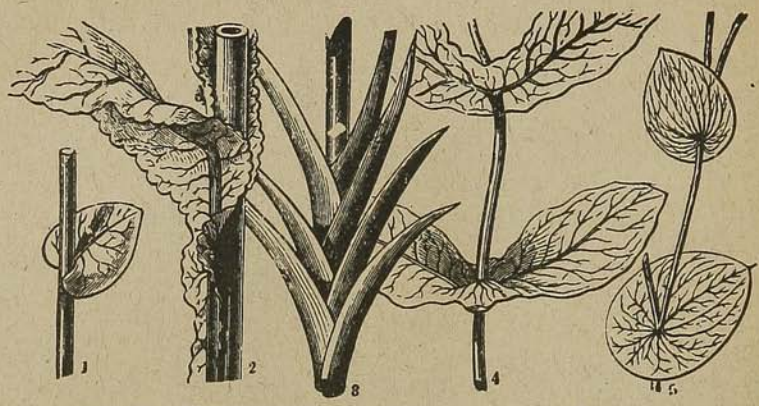


FIG. 21. Hojas sentadas con diferentes modos de inserción.
1, abrazadora; 2, decurrente; 3, equitantes: 4. entresoldadas; 5, perfoliadas

también hojas doblemente aserradas (*a*, 3), doblemente dentadas (*b*, 3) y doblemente festoneadas (*e*, 3).

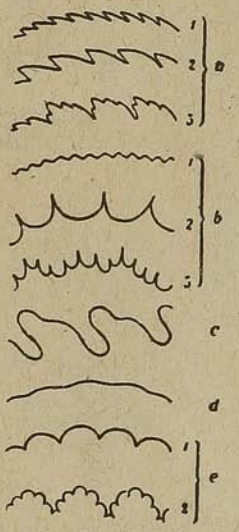


FIG. 23. Bordes de las hojas.
a, aserrado: 1, fino; 2, grueso; 3, doble. *b*, dentado: 1, fino; 2, grueso; 3, doble. *c*, sinuoso; *d*, ondulado; *e*, festoneado: 1, grueso; 2, doble

Por la *nerviación* (fig. 24): palminervias (*a*), pedatinervias (*b*), penninervias (*c*), paralelinervias (*d*).

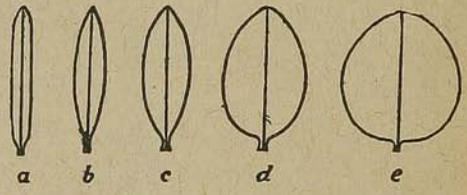


FIG. 22. Formas del contorno de las hojas

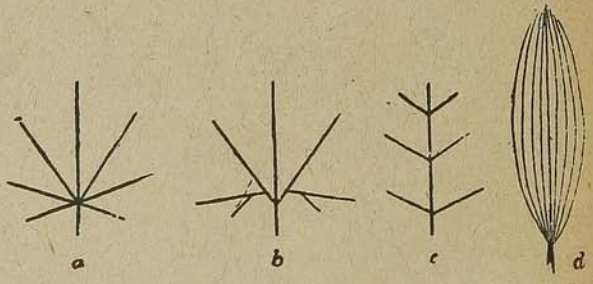


FIG. 24. Nerviación de las hojas

Por la *división del limbo* (fig. 25): palmeado-lobuladas (*a*), palmeado-hendidas (*b*) y palmeado-compuestas (*c*); además (fig. 26), pinnado-partidas (*a*), imparipinnadas (*b*) y paripinnadas (*c*). Hay tam-

bién hojas bipinnadas, tripinnadas y cuadripinnadas (fig. 27), en las cuales las foliolas están a su vez sucesivamente divididas en foliolas de segundo, tercero y cuarto orden.



FIG. 25. Formas de división del limbo foliar

Por último, según la *consistencia*, se denominan hojas herbáceas, membranosas, escariosas (que tienen el color y la consistencia de hoja seca), coriáceas (de consistencia de cuero) y carnosas.

La posición de cada limbo foliar en la yema se llama *vernación*, y puede ser plana, plegada, enrollada, revuelta y espiralada ; su posición relativa en la misma yema se denomina *estivación*, que puede ser abierta, valvada, empizarrada y turbinada.

El *pecíolo* de las hojas normales suele tener en su cara superior una depresión acanalada, por la cual escurre fácilmente el agua de lluvia. Algunas hojas tienen el pecíolo alado (fig. 28, *a*), y otras lo

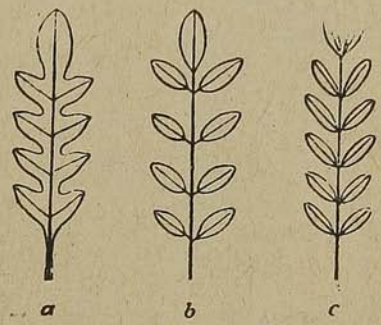


FIG. 26
División pinnada de las hojas

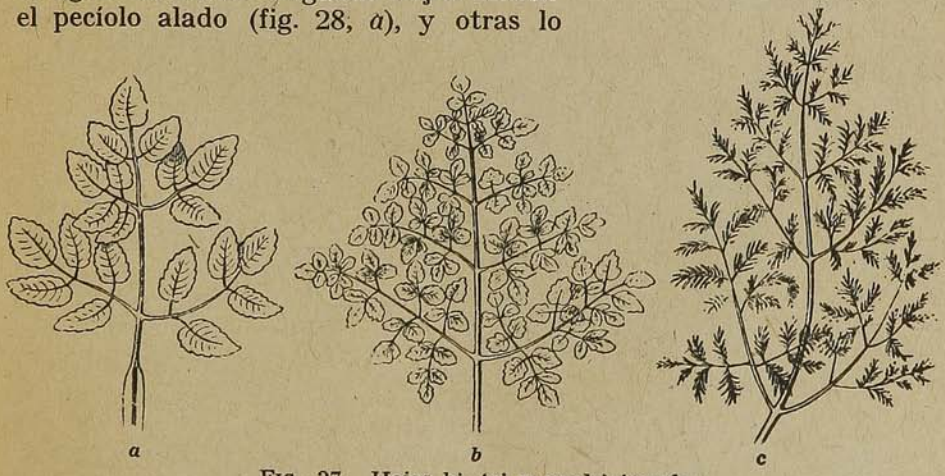


FIG. 27. Hojas bi, tri y cuadripinnadas

presentan ensanchado con aspecto de hoja (fig. 28, *b*), el cual, en casos en que no existe el limbo, toma el nombre de *filodio*.

La *vaina* de la hoja es una formación mediante la cual el pecíolo, o, si éste falta, el limbo, se suelda con el tallo. En el primer caso

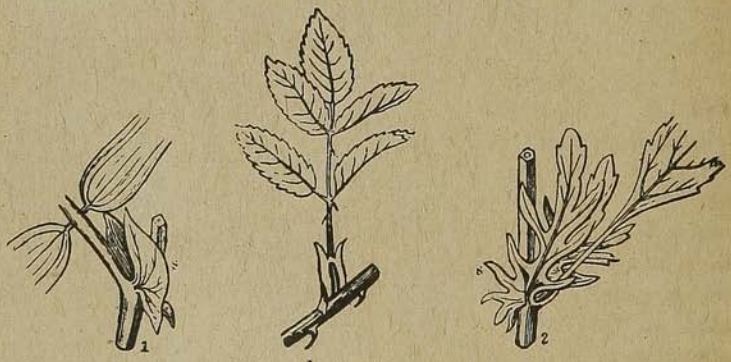
la vaina lleva a menudo *estípulas* (fig. 29). Éstas casi siempre son del mismo color de la hoja y están situadas a los lados del pecíolo; a veces parecen nacer en el ángulo del pecíolo con el tallo. Son generalmente de borde entero, pero pueden ser hasta pinnado-partidas (fig. 29, *c*). En las hojas sentadas la vaina lleva con frecuencia en el punto donde comienza el limbo, una membranita llamada *lígula* (fig. 30); otras veces se continúa en dicho punto con una expansión tubulosa que ciñe al tallo formada por la soldadura de las estípulas y que recibe el nombre de *ocrea* (figura 31). La vaina foliar en las hojas sentadas puede ser hendida, o ventricosa. y en este caso sólo hendida en su extremo superior, o cerrada en toda su extensión (fig. 32).



a *b*

FIG. 28
a, pecíolo alado; *b*, pecíolo con expansión foliácea

En casos aislados las hojas normales pueden transformarse en órganos especiales. Así, por ejemplo, en algunas leguminosas y en la vid encontramos que el limbo de la hoja se ha convertido en un zarcillo, que sirve para fijar la planta (fig. 33). En otros casos encontramos una transformación de partes de hojas o de hojas en espinas, ya sea que toda la hoja ha tomado parte en esta transformación *(Berberis)*, ya sea sólo las estípulas *(Acacia)* o los ejes de las hojas normales pinnadas *(Astragalus)*.



a *b* *c*

FIG. 29. Formas de las estípulas

Otra transformación biológica, muy interesante, se presenta en las plantas insectívoras. La planta acuática *Utricularia* forma con las hojas inmergidas ramificadas aparatos prensivos que se cierran con una tapadera, mientras que las hojas de especies del género *Nepenthes* se convierten en formaciones a modo de jarras que actúan como trampas (véase fig. 354).

La *distribución de las hojas* en el tallo obedece a reglas determinadas, las cuales es posible deducir de la sucesión genética de las hojas en los puntos vegetativos. Acerca de esto indicaremos solamente que en los puntos vegetativos los órganos laterales nacen siempre en los puntos donde queda el mayor espacio entre los órganos ya diferenciados.

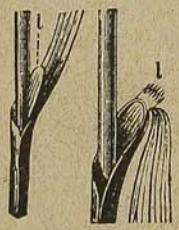


FIG. 30. Lígula (*l*)

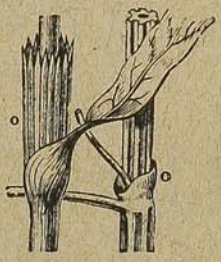


FIG. 31. Ocrea (*o*)

Por su disposición las hojas se denominan:

a) *Alternas* o *esparcidas*, cuando se insertan aisladamente a distintas alturas del eje formando sus bases una línea helicoidal.

b) *Opuestas*, si nacen por pares a igual altura y una enfrente de otra.

c) *Verticiladas*, si se hallan en mayor número de dos a la misma altura del eje.

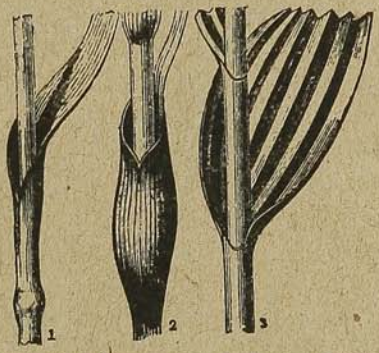


FIG. 32. Formas de la vaina foliar. 1, hendida; 2, abombada o ventricosa; 3, cerrada

Para averiguar en cada caso la regla a que obedecen en su disposición las hojas alternas, se buscan sobre una misma generatriz del tallo dos hojas en ella consecutivas, y se imagina una hélice que, partiendo del punto de inserción de la hoja inferior, termine en el de la superior, después de pasar, recorriendo *el camino más corto*, por los puntos de inserción de todas las intermedias. El trayecto recorrido de este modo desde una hoja cualquiera hasta encontrar la más próxima que esté situada en el mismo plano radial se llama un *ciclo*, el cual se expresa por una fracción cuyo numerador es el número de vueltas de espira efectuadas, y su denominador el número de hojas contenidas en el ciclo. En el caso *A* (fig. 34), por ejemplo, a cada vuelta de hélice y encontrando en ella dos hojas, se pasa sucesivamente por las que se hallan insertas en la misma generatriz que la inicial, en este orden: ***a***, *b*, ***c***, *d*, ***e***, etc.; todas las hojas están colocadas en dos series longitudinales en la dirección del eje del tallo; el ciclo en este ejemplo es $^1/_2$. En el



FIG. 33. Parte de tallo del guisante, con una hoja pinnada, cuya parte superior se ha transformado en zarcillo; en la base dos estípulas. (Según Frank)

caso *B* las hojas se distribuyen en tres series, de manera que, siguiendo la espiral susodicha, se alcanza siempre la hoja inmediata de cada serie tocando en tres hojas y en una sola vuelta, de este modo: ***a***, *b*, *c*, ***d***, *e*, *f*, ***g***, etc.; el ciclo es $^1/_3$. En otro caso, *C*, se enfilan todas las hojas a lo largo de cinco generatrices, y para llegar desde una hoja a la inmediata superior de su fila se describen dos vueltas y se pasa por cinco hojas, así: ***a***, *b*, *c*, *d*, *e*, ***f***, etc.; el ciclo es, en este caso, $^2/_5$. Las

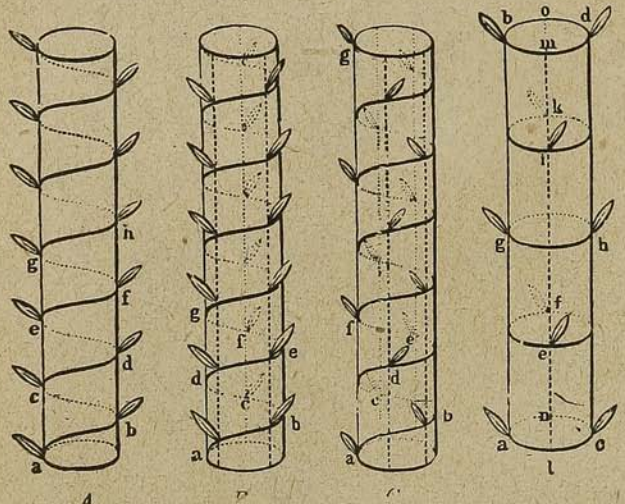


Fig. 34. Esquema de las disposiciones foliares. *A*, $^1/_2$; *B*, $^1/_3$; *C*, $^2/_5$; *D*, disposición opuesta decusada

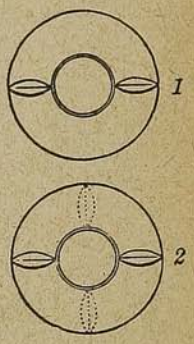


Fig. 35. Hojas opuestas proyectadas sobre un plano: 1, un par; 2, dos pares superpuestos

generatrices sobre las cuales están seriadas las hojas, se denominan *ortósticos* (del griego *orthos*, recto, y *stikos*, hilera), y las líneas helicoidales que unen sucesivamente las hojas cuya distancia lateral sobre el eje es la más pequeña, se llaman *parásticos* (la preposición griega *para* denota proximidad). El expresar la disposición de la hojas por medio de números fraccionarios ofrece la ventaja, además de su brevedad, de indicar el *ángulo de divergencia*, es decir, el ángulo que formarían las hojas proyectadas sobre un plano. Si se encuentran

en una vuelta dos hojas, la divergencia es:

$$^1/_2 \text{ de } 360^\circ = 180^\circ;$$

si en una vuelta tres hojas, la divergencia es.

$$^1/_3 \text{ de } 360^\circ = 120^\circ;$$

si en dos vueltas cinco hojas, la divergencia es:

$$^2/_5 \text{ de } 360^\circ = 144^\circ, \text{ etc.}$$

Ejemplos de disposiciones foliares:

$^1/_2$ en el tilo *(Tilia)*.
$^1/_3$ en el aliso *(Alnus)*.
$^2/_5$ en el ranúnculo *(Ranunculus)*.
$^3/_8$ en el acebo *(Ilex)*.
$^5/_{13}$ en el diente de león *(Taraxacum)*.

Las hojas *opuestas* (fig. 34, *D*) proyectadas sobre un plano producen dos líneas que forman un ángulo de 180° (fig. 35, 1). Sucede con frecuencia que cada par de hojas *alterna* con el anterior y con el



Fig. 36. Vaina floral o espata. *p*, de aro *(Arum maculatum)*; *s*, espádice



Fig. 37. Verticilo de brácteas o involucro (*i*) de anémona *(Anemona Pulsatilla)*. *p*, la flor

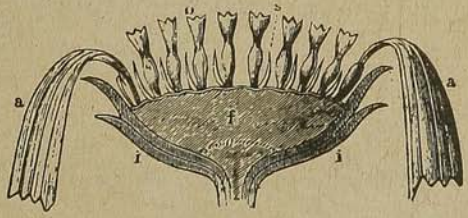


Fig. 38. Involucro (*i*) y pajitas (*s*) de una cabezuela de compuesta. *a* y *b*, flores sencillas; *f*, receptáculo

siguiente, de tal modo que las rectas que unen cada dos hojas opuestas se cortan en ángulo recto (fig. 35, 2). Ésta es la disposición *cruzada* o *decusada* y es propia de las labiadas.

Los *verticilos foliares* se les puede imaginar producidos por el acortamiento de los entrenudos comprendidos entre varios pares de hojas opuestas o en una o varias espiras de hojas alternas, con lo que las respectivas hojas quedan todas situadas en un plano. En la figura 35, 2, las hojas punteadas indican el par inferior de hojas opuestas. Si los dos pares estuviesen en un mismo plano, entonces aquella figura representaría la sección transversal de un verticilo de cuatro

hojas (fig. 35, 2). Existen también verticilos de seis, ocho y aun mayor número de miembros. Como ejemplo de hojas verticiladas puede citarse el pino acuático *(Hippuris vulgaris)*.

Las hojas superiores o **hipsófilos**, llamadas también *brácteas*, se presentan solamente en las inflorescencias y ocupan siempre lugares contiguos o cercanos a las flores. Aunque a veces son semejantes, y aun idénticas, a las hojas normales, suelen, sin embargo, diferenciarse mucho de ellas en el color, la forma, consistencia y tamaño. Así, por ejemplo, en un hipsófilo la *vaina floral* o *espata* de muchas monocoti-

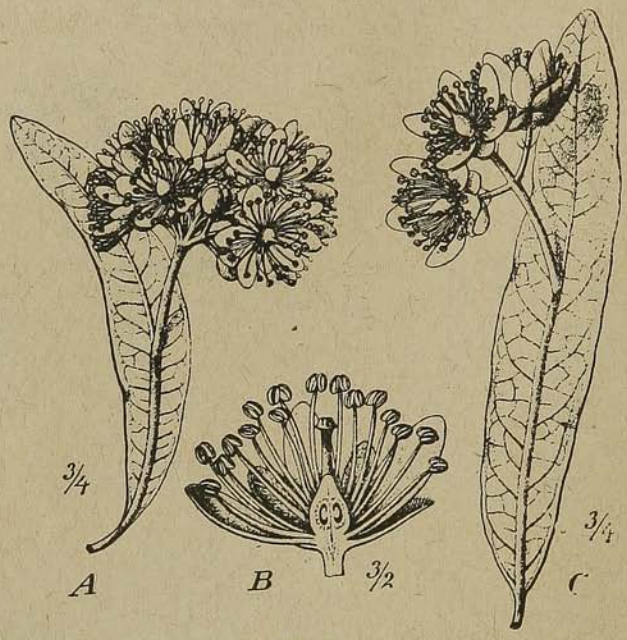


FIG. 39

A, inflorescencia de *Tilia cordata* (tilo de hoja pequeña) ($^3/_4$). *B*, una de sus flores en sección longitudinal ($^3/_2$). *C*, inflorescencia de *Tilia platyphylla* (tilo de hoja ancha) ($^3/_4$)

ledóneas (fig. 36); también están formados por brácteas el *involucro* que envuelve las flores e inflorescencias de muchas dicotiledóneas (fig. 37), y el *calículo* o *sobrecáliz* de las malváceas; y de la misma índole son las *pajitas* situadas entre las flores de las cabezuelas de las compuestas (fig. 38). Las inflorescencias del tilo presentan un hipsófilo soldado al eje o pedúnculo de las mismas (fig. 39). La mayor parte de las flores se hallan insertas en la axila de un pequeño hipsófilo denominado *hoja tectriz* de la flor, o, más comúnmente, *bractea*. Tales brácteas pueden, sin embargo, faltar por completo en algunas familias, como en las crucíferas. Los pedúnculos florales suelen tener además uno o dos hipsófilos, con frecuencia escamiformes, que se llaman *prófilos* o *bracteillas*.

Hojas florales son los órganos que constituyen las flores de las plantas.

La flor

Si queremos formarnos cargo de la historia de la formación de la flor, hemos de partir de los *helechos*. En ellos encontramos los esporangios, que contienen las esporas, en parte en hojas sin modificar y en parte en hojas transformadas. Los últimos reciben el nombre de *esporofilos*. A veces, en las equisetíneas las plantas fértiles están cubiertas de esporofilos en forma de pequeños escudos que en el extremo del tallo están unidos en grupos a modo de espigas de esporangios. En los helechos acuáticos distinguimos ya *macrosporofilos*, que pueden considerarse como las flores femeninas más sencillas, y *microsporofilos*, que representan las flores masculinas primitivas.

En las *gimnospermas*, los macrosporofilos en forma de escamas generalmente están unidos en grupos como piñas; las flores masculinas, los microsporofilos (fig. 294), son de forma de escamas o de escudos y llevan en la cara inferior, de ordinario, varios microsporangios, que aquí podemos llamar también *anteras*, en los cuales se forman las microsporas (granos de polen): las flores de las gimnospermas son siempre unisexuales.

Las flores de las angiospermas

En las angiospermas se entiende por flor el conjunto formado por todos aquellos órganos caulinares que de alguna manera participan en la reproducción sexual de las plantas.

Todas las partes de la flor, sin exceptuar los estambres y pistilos, no son otra cosa que hojas transformadas (metamorfoseadas). Para poder comprender esto es preciso tener en cuenta que el eje sobre el cual se hallan dispuestos, ya helicoidalmente, ya en verticilo, los órganos florales, es casi siempre un eje reducido, es decir, que ha sufrido una extremada limitación de su crecimiento en longitud, a la vez que un notable ensanchamiento; por lo cual los puntos de inserción de las hojas florales, que en el eje dilatado se verían superpuestos a diferentes alturas, yacen ahora sobre un plano prácticamente horizontal, y de tal modo que, correspondiendo a la constante ordenación acrópeta (hacia lo alto) de los tejidos más jóvenes, el verticilo inferior se compone de los órganos más externos y crecidos, al paso que las hojas carpelares en que el tallo culmina, forman el verticilo más interno. Compárense en la figura 40 el esquema *A* de una flor pentámera cuyo eje ha sido alargado, y el diseño *B* que representa las partes de la misma flor situadas sobre un plano. Un diseño de esta forma es un *diagrama floral*. Quitando las bracteíllas α, β, la bráctea *d*, y el punto que en la parte superior representa al eje madre, en el diagrama anterior pueden observarse todas las partes de la figura 40 *A*.

La homología de las hojas florales y de las hojas normales se manifiesta por diversos aspectos: así, en aquéllas pueden distinguirse más o menos claramente vaina, peciolo y limbo; ambas clases de ór-

ganos obedecen en su inserción a las mismas reglas, y además presentan igual vernación e igual estivación.

Toda flor completa se compone de cinco verticilos, a saber: uno de sépalos, uno de pétalos, dos de estambres y uno de carpelos. En flores más sencillas pueden faltar uno o varios de estos verticilos, con tal que aquéllas no carezcan a la vez de estambres y carpelos, pues en tal caso dejarían de ser flores en el sentido botánico. Justamente la presencia de estos órganos es el peculiar carácter de la flor como sede de la función procreadora.

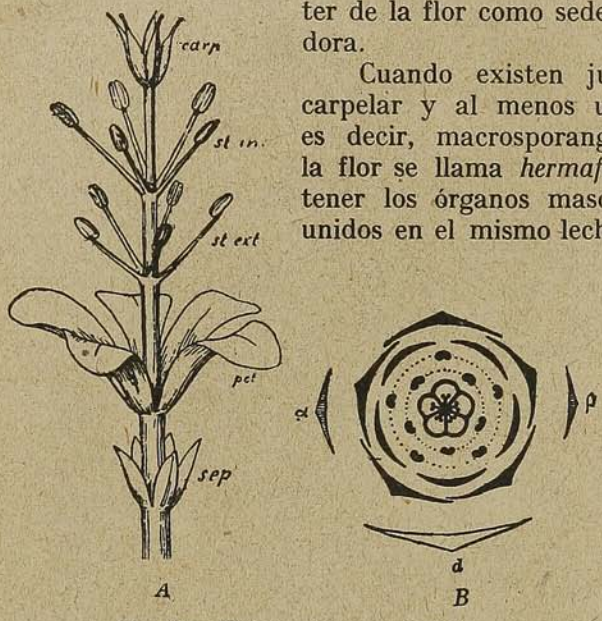


FIG. 40. Flor pentámera completa.

A, representación esquemática sobre el eje floral alargado; *sep*, hojas del cáliz o sépalos; *pet*, hojas de la corola o pétalos; *st. ext.*, verticilo externo de hojas estaminales o estambres; *st. int.*, verticilo interno de estambres; *carp.*, hojas carpelares o carpelos. *B*, diagrama de la flor o proyección sobre un plano de las secciones transversales de sus órganos. (C. Müller)

Cuando existen juntamente el verticilo carpelar y al menos uno de los estaminales, es decir, macrosporangios y microsporangios, la flor se llama *hermafrodita* o *monoclina*, por tener los órganos masculinos y femeninos reunidos en el mismo lecho (ejemplo: la flor del ranúnculo, *Ranunculus*). Si carece de carpelos, la flor es *masculina*, y *femenina* si faltan los estambres; en ambos casos se dice que la flor es *unisexual* o *diclina*, esto es, que los órganos masculinos y femeninos están separados en dos lechos. Cuando las flores diclinas de uno y otro sexo concurren sobre un mismo pie de planta, ésta recibe el nombre de *monoica*; si solamente tiene flores de un sexo, se llama *dioica*, y *polígama* si en ella coexisten flores unisexuales y hermafroditas. Los dos verticilos externos de hojas florales, cáliz y corola, son las envolturas de la flor, y reciben conjuntamente el nombre de *periantio* (del griego *peri*, alrededor, y *anthos*, la flor). Si falta el periantio, la flor se llama desnuda o *aclamídea*, y cubierta o vestida si está provista de él. Son *haploclamídeas* las flores de periantio sencillo, esto es, que sólo tienen una envoltura, y *diploclamídeas* las que poseen periantio doble. En este último caso, se llaman *homoclamídeas* las flores cuyos dos verticilos externos constituyen una formación homogénea, ya tengan sus piezas el aspecto de sépalos o de pétalos; el periantio en este caso particular se llama *perigonio*; si, por el contrario, las dos envolturas se distinguen marcadamente como cáliz y corola típicos, se dice que la flor es *heteroclamídea*.

El conjunto de estambres que integra el aparato sexual masculino, se denomina *androceo* (del griego *aner*, genitivo *andros*, el hombre, y *oikos*, la casa); la reunión de carpelos, o aparato sexual femenino, recibe el nombre de *gineceo* (del griego *gyne*, la mujer, y *oikos*, casa).

El cáliz

El *cáliz* se compone de hojas transformadas que se llaman *sépalos*, que pueden ser verdes y semejantes a las hojas normales o diversamente coloridas y con aspecto de pétalos (cáliz *corolino* o *petaloideo*); como, por ejemplo, en los lirios (fig. 41). Los sépalos carecen siempre



Fig. 41. Flor del lirio *(Iris pallida)*. *a*, sépalos coloridos (petaloideos); *b*, pétalos; *c*, estigma

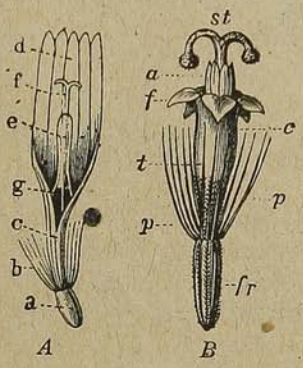


Fig. 42
A, flor ligulada de una compuesta: *b*, el cáliz o vilano. *B*, flor tubulosa de una compuesta: *p*, el cáliz o vilano; *c*, corola simpétala

de pecíolo. En las flores incompletas e irregulares puede estar formado el cáliz por una sola hoja, y aun quedar reducido a una protuberancia o rodete. Las compuestas suelen tener por cáliz una corona de pelo o de filamentos parecidos a cerdas, que se conoce con el nombre de *vilano* (fig. 42).

Soldadura de los sépalos entre sí

Con frecuencia los sépalos son concrescentes en todo el verticilo. Si la concrescencia se extiende hasta el ápice de los sépalos, el cáliz se llama *indiviso*; si, por el contrario, los sépalos no están soldados en toda su longitud, el cáliz presenta entrantes más o menos profundos, y entonces se llama *hendido*, si las cortaduras son muy profundas; *dentado*, si penetran escasamente; las porciones terminales libres forman el *limbo* del cáliz. Por el número de lóbulos o dientes del limbo se reconoce el número de sépalos que tiene el cáliz. En las flores zigomorfas acostumbran ser una o dos cortaduras más profundas que las demás, de lo cual resulta un cáliz *unilabiado* o *bilabiado*.

La corola

La *corola* está constituída por hojas metamorfoseadas que se llaman *pétalos*, los cuales no son siempre sentados, como los sépalos, sino que a menudo están provistos de un estrecho pecíolo, largo o corto, que se llama la *uña* del pétalo y se distingue de la porción laminar, que toma el nombre de *limbo*. En el punto de unión de la uña con el limbo se encuentra no raras veces una pieza apendicular de forma variada, la *lígula*, a veces con tan crecido desarrollo, que el conjunto de lígulas semeja en la flor una corola secundaria, por ejemplo, en el narciso (fig. 43).

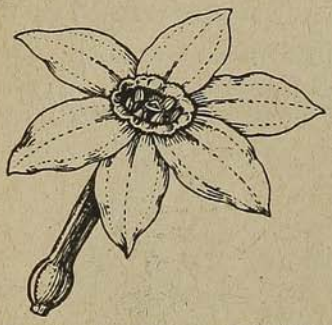


FIG. 43. *Narcissus poëticus*. Hojas con corola secundaria

Soldadura de los pétalos entre sí

Con mucha frecuencia la corola tiene los pétalos soldados por sus bordes laterales. En este caso se la denomina *simpétala* (con menos propiedad *gamopétala*), a distinción de la *coripétala* o de pétalos enteramente libres (también llamada *dialipétala*). Las corolas simpétalas toman diferentes nombres, según sus formas. Citaremos las corolas embudada, tubulosa (fig. 42, *B*, *c*) y acampanada (fig. 44). La corola



FIG. 44. Corola acampanada de la campanilla (*Campanula rotundifolia*)

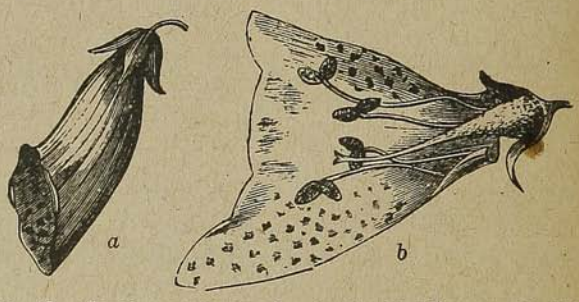


FIG. 45. Corola acampanada de la dedalera o digital (*Digitalis purpurea*). *a*, por fuera; *b*, cortada longitudinalmente

acampanada puede estar estrechada en su base, como en la digital (fig. 45). Análogamente a lo que se ha dicho del cáliz, la concrescencia de los pétalos puede alcanzar muy variada extensión, limitándose en unos casos a las porciones más inferiores, como en el lirio de la figura 41, y pasando por todos los grados intermedios hasta no presentar el limbo sino pequeñísimas escotaduras (fig. 42).

Soldadura de los pétalos con los sépalos

Cuando los sépalos son petaloideos, la envoltura floral se llama *perigonio* (en la mayoría de las liliáceas). Si el cáliz y los pétalos están

soldados en la base, el verticilo del cáliz se llama perigonio externo, y el de la corola, perigonio interno. En algunos casos están soldadas entre sí todas las hojas del perigonio ; es decir, los pétalos con los sépalos, por ejemplo, en el lirio de los valles (fig. 53).

Los estambres

Los microsporofilos, *estambres* u *hojas estaminales* forman en su conjunto el aparato sexual masculino o *androceo*. Aunque la mayor parte de las veces no se descubre fácilmente la naturaleza foliar de los

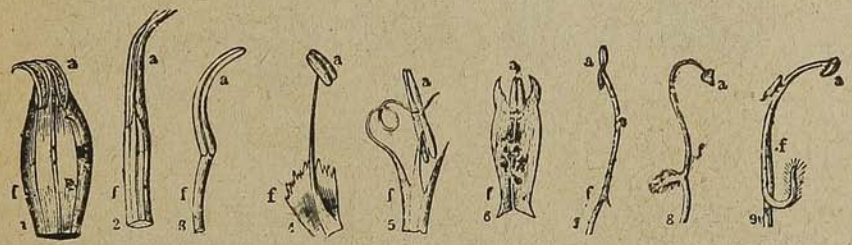


Fig. 46. Diversas formas de estambres. *f*, filamento ; *a*, antera

estambres, hay casos, sin embargo, en que se manifiesta con mucha claridad, como, por ejemplo, en el nenúfar (véase fig. 46, 1-6) y en las flores dobles de muchas plantas cultivadas en los jardines, como la rosa y la adormidera. La abundancia de pétalos que ostentan estas flores llamadas *dobles* se debe a que sus numerosos estambres, por la detención de su proceso genético, han quedado convertidos en pétalos ; y esto se comprueba en aquellas flores en que no es total dicha metamorfosis regresiva, las cuales presentan múltiples formas de transición entre los estambres normales filamentosos y los que han retornado por completo a la forma petaloidea.

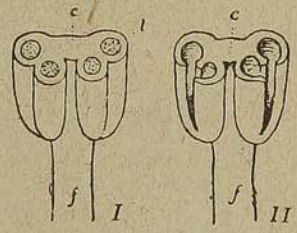


Fig. 47. Anteras de dos estambres, cortadas transversalmente.
I, cerrada ; *II*, después de la emisión del polen ; *f*, filamento ; *c*, conectivo ; *l*, sacos polínicos

En la forma típica de los estambres distínguese el *filamento* (fig. 46, *f*), que corresponde al pecíolo foliar, y la parte sostenida por él, que es la *antera* y representa el limbo (fig. 46, *a*). En la mayoría de los casos la antera se compone de dos celdillas iguales *(tecas)*, unidas por un ligamento intermedio *(conectivo)*, que es una prolongación del filamento (fig. 47, *c*). Tales anteras son, pues, *ditécicas*, y *monotécicas* las que están constituídas por una sola celdilla, como sucede en las malváceas. Las anteras pueden ser introrsas o extrorsas, conforme se hallen sus tecas insertas sobre la cara ventral o dorsal del filamento, esto es, vueltas hacia el centro de la flor en el primer caso, y hacia fuera en el segundo. Cada teca está, a su vez, dividida en dos cavidades longitu-

dinales que se llaman los microsporangios o *sacos polínicos* (fig. 47, *l*) y contienen las microsporas o *granos de polen*, es decir, las células fecundantes o elementos masculinos de la generación. Al tiempo de la madurez, reabsorbiéndose el tabique de separación, se reúnen los dos sacos polínicos en una sola cavidad, la cual se abre por una hendidura longitudinal, conforme muestra la figura 47, *II*; esto permite la salida del polen, que por el viento o por los insectos es transportado a los órganos generadores femeninos.

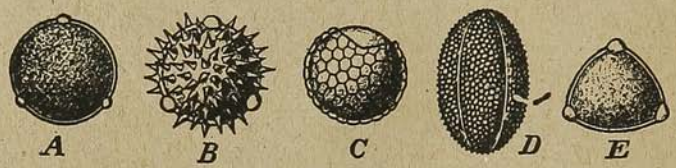


FIG. 48. Granos de polen.
A, de *Aloe*; *B*. *Arnica*; *C*, *Iris*; *D*, *Acanthus*; *E*, *Atropa Belladonna*

Los granos de polen presentan diversas formas (fig. 48). En cuanto a su superficie, pueden ser secos y lisos, o más o menos viscosos y provistos de púas. Lo primero sucede generalmente en las flores anemófilas, o sea aquellas cuya estructura facilita la diseminación del polen por el viento; lo segundo acontece en las entomófilas, cuyo polen es transportado por los insectos. En la madurez se disocian, por lo común, los granos de polen unos de otros; pero en algunos casos quedan unidos

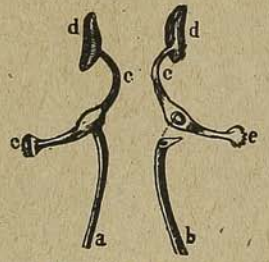


FIG. 49. Un estambre de salvia *(Salvia officinalis)*, con el conectivo prolongado en dos brazos (*c*), y con sólo media antera (*d*)

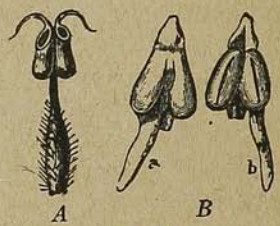


FIG. 50
A, antera corniculada de la uva de oso o gayuba *(Arctostaphylos Uva ursi)*. *B*, anteras espolonadas del pensamiento *(Viola tricolor)*.

en grupos de a cuatro *(tétradas)*, por ejemplo, en las ericáceas y yuncáceas, conforme a su modo de originarse de las llamadas células madres del polen, y a veces, como en las orquidáceas y asclepiadáceas, constituyen un agregado en forma de clava, coherente, de aspecto céreo, que toma el nombre de *polinario*, en cuya masa los granos de polen están reunidos en grupos separados que se llaman *polinias*.

La forma típica, más sencilla y frecuente, de los estambres, ofrece algunas variaciones. Así, por ejemplo, el conectivo puede estar unido no por su extremo inferior, sino por su punto medio al filamento,

como ocurre en las gramíneas y en el lirio, o bien ser extremadamente largo y llevar una teca en cada extremo, como en la salvia (fig. 49), donde, además, una de las dos tecas ha quedado atrofiada. También existen estambres ramificados (por ejemplo, en el *Ricinus communis*). Además, las tecas pueden ser corniculadas (gayuba, fig. 50, *A*), o espolonadas (pensamiento, fig. 50, *B*).

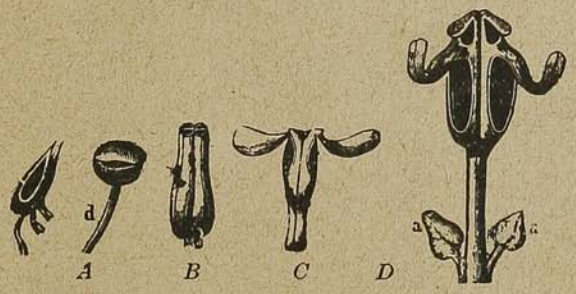


FIG. 51

A, estambres con dehiscencia por hendidura del brezo *(Calluna vulgaris)* y de la alquimila *(Alchimilla vulgaris)* (*d*). *B*, estambre con dehiscencia poricida de la patata *(Solanum tuberosum)*. *C*, estambre del agracejo *(Berberis vulgaris)* abierto por dos valvas. *D*, estambre del árbol de la canela *(Cinnamomum zeylanicum)*, abierto por cuatro valvas

Existen plantas que, en vez de dos o cuatro, poseen numerosos sacos polínicos en cada estambre, como sucede en muchas coníferas, carácter muy frecuente en las plantas de semillas desnudas (gimnospermas).

El modo de abrirse las celdillas de la antera para la emisión del polen, lo que se llama dehiscencia de la antera, difiere también en

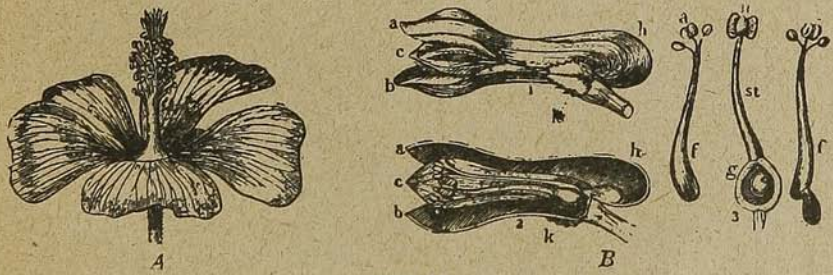


FIG. 52

A, estambres de la malva *(Malva Alcea)* soldados en un haz. *B*, estambres de la fumaria *(Fumaria officinalis)* soldados en dos haces

muchos casos del modo típico antes descrito; así, efectúase la dehiscencia por una hendidura transversal, en la alquimila (fig. 51, *A*, *d*); por agujeros o poros abiertos en la parte superior, en las solanáceas (dehiscencia poricida, fig. 51, *B*); o bien por dos valvas o ventallas, como en el agracejo (fig. 51, *C*) y en muchas lauráceas; o por cuatro valvas, en esta misma familia (fig. 51, *D*).

La emisión del polen es, a veces, ayudada por la torsión de la antera, como en la centaura menor (fig. 476).

Los estambres estériles (que no producen polen) se designan con el nombre de *estaminodios*, que pueden ser simplemente órganos atrofiados y sin función; o bien, convertidos en piezas petaloideas, o en formaciones glandulosas secretoras de néctar, sirven para atraer a los insectos que contribuyen a la diseminación del polen.

Soldadura de los estambres entre sí

Pueden los estambres soldarse por sus bordes, ya en su totalidad formando un solo cuerpo tubuloso (fig. 52), ya parcialmente en varios hacecillos separados. La soldadura casi nunca se extiende a toda la lon-

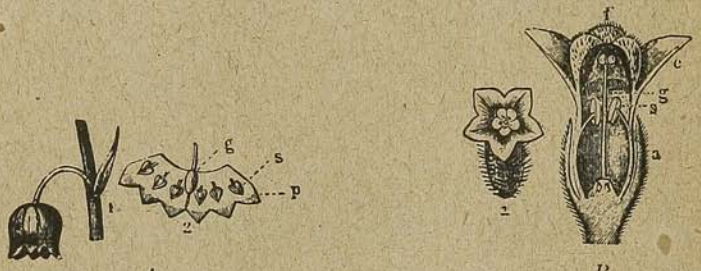


FIG. 53

A, estambres soldados con el perigonio en el lirio de los valles *(Convallaria majalis)*; *B*, estambres soldados con la corola en la buglosa *(Anchusa officinalis)*

gitud del estambre, sino que se verifica, o sólo por los filamentos (leguminosas-papilionáceas), o por las anteras (compuestas).

Soldadura de los estambres con los pétalos

En muchos casos los filamentos estaminales se hallan soldados en parte con los pétalos, o, en su caso, con el perigonio, quedando libres las anteras y la parte superior del filamento, de modo que parece como si los estambres brotasen de la corola o del perigonio en vez de nacer, como es lo cierto, sobre el receptáculo común a todas las piezas florales. Ejemplos de este caso ofrecen la convalaria o lirio de los valles (fig. 53, *A*) y la buglosa o lengua de buey (fig. 53, *B*).

Los carpelos

Los macrosporofilos u hojas carpelares o *carpelos* (del griego *karpos*, el fruto), forman el aparato sexual femenino o *gineceo*. Constituyen siempre el verticilo más interno de la flor y ocupan, por lo tanto, la cima del eje floral. Puede constar el gineceo de una sola o de varias hojas carpelares.

Las hojas carpelares muy rara vez son pecioladas: se asientan por ancha base sobre el receptáculo formado por la terminación del pedúnculo floral. Los carpelos, cuya función principal es sostener y

proteger los óvulos o rudimentos de las semillas, los macrosporangios, forman para ello, comúnmente, una o varias cavidades, plegándose a lo largo de su nervio o costilla mediana y soldándose por los bordes. Si los carpelos se mantienen aislados, entonces se sueldan uno con otro los dos bordes de cada carpelo, según lo muestra esquemáticamente en fases sucesivas la figura 54, *A*, *B*, *C*. Se denominan *sutura ventral* y *sutura dorsal* respectivamente la línea de soldadura de los bordes y la que corresponde al nervio medio de la hoja. Las plantas cuyas hojas carpelares permanecen abiertas se hallan todas agrupadas formando la clase de las *gimnospermas ;* en contraposición, todas las demás fanerógamas, que poseen carpelos cerrados, se reúnen en otra clase bajo el nombre de *angiospermas.*

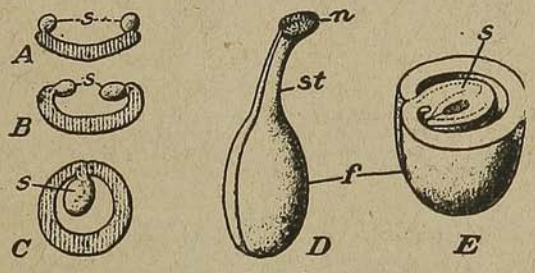


Fig. 54

A-C, representación esquemática del cierre de una hoja carpelar : *A*, extendida ; *B*, con sus bordes encorvados hacia dentro ; *C*, cerrada ; secciones transversales. *D*, una hoja carpelar suelta, cerrada ; *E*, la misma, en sección transversal. *s*, óvulos ; *f*, ovario ; *st*, estilo ; *n*, estigma

La cavidad cerrada, simple o múltiple, formada por los carpelos y que contiene los óvulos, es lo que recibe el nombre de *ovario* (fig. 54, *D* y *E*).

La porción apical de las hojas carpelares prosigue, por lo común, su crecimiento, y forma un apéndice más o menos prolongado, el *estilo*, que puede ser recto o curvo (fig. 54, *D*, *st*). Su extremo, el *estigma* (fig. 54, *n*), suele estar ensanchado y se halla formado de papillas glandulosas que le dan viscosidad. El estigma no falta nunca en las angiospermas y sirve para la recepción de los granos de polen que han de fecundar a los óvulos. El estilo sí puede faltar, y entonces el estigma está sentado sobre el ovario, como sucede en la adormidera (fig. 74). El órgano que forman el ovario, estilo y estigma se designa con el nombre de *pistilo.*

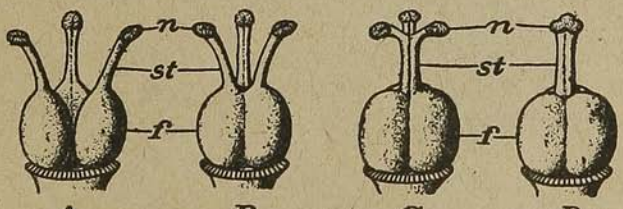


Fig. 55. Diversos grados de soldadura de los carpelos.

A, los tres carpelos enteramente libres ; *B*, la porción inferior de los tres carpelos soldada y el estilo y estigma libres ; *C*, lo mismo que *B*, pero también soldados los estilos ; *D*, carpelos totalmente soldados hasta el estigma. *f*, ovario ; *st*, estilo ; *n*, estigma

Soldadura de los carpelos entre sí

Los casos en que existe un carpelo único son relativamente raros (como ejemplo, las papilionáceas). Por lo general, la flor contiene varios y hasta numerosos carpelos, que pocas veces están cerrados

cada uno por sí y más o menos independientes unos de otros, lo cual sucede, por ejemplo, en las ranunculáceas (figs. 55, *A*, y 56, 1); se dice entonces que el gineceo es *apocárpico*.

Lo más frecuente es que los carpelos se entresuelden por sus bordes formando el *gineceo sincárpico*. Puede ocurrir que la concrescencia sólo afecte a la porción propiamente laminar del carpelo, y queden libres los estilos, cuyo número es comúnmente igual al de carpelos (fig. 55, *B*). Otras veces toman también parte en la soldadura los estilos, ya sea parcialmente o en toda su extensión (fig. 55, *C* y *D*). En este último caso el estigma compuesto presenta un número de lóbulos que concuerda generalmente con el de hojas carpelares.



FIG. 56

1, carpelos libres; 2, carpelos soldados cuyos bordes han formado tabiques divisorios; 3, carpelos soldados sin tabiques de separación. Secciones transversales

En relación con el número de carpelos aparece con frecuencia el ovario dividido en otras tantas celdas: mediante *tabiques* formados por los bordes carpelares: ovario *loculado* (fig. 56, 2); pero varios carpelos pueden formar también un ovario no dividido o *unilocular* (fig. 56, 3).

A veces, después de realizada la fecundación, se internan en la cavidad ovárica unas expansiones diafragmales que nacen de la sutura dorsal de los carpelos, y que se consideran como *falsos tabiques*; por ejemplo, en el lino.

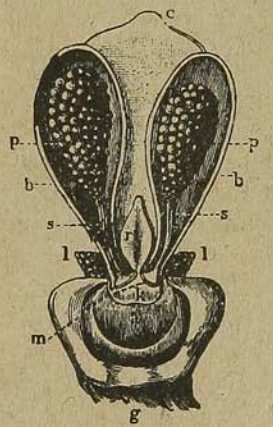


FIG. 57. Antera (*b*) de un *Orquis* soldada con el estigma (*a*) del ovario (*g*). *p*, masa de polen conglutinado o polinario; *m*, disco adhesivo o retináculo; *c*, conectivo; *k*, rostelo, lóbulo estigmático que sostiene la antera; *r*, pico del rostelo; *l*, anteras abortadas

Soldadura de los carpelos con los estambres

Este género de soldadura se presenta casi exclusivamente en las aristoloquiáceas, las asclepiadáceas y las orquidáceas. En estas últimas, la antera, que carece de filamento, se halla inserta con sus dos sacos polínicos directamente sobre el estigma (fig. 57). En estas flores se llama *ginostemio* el conjunto formado por el estilo y estambre soldados.

El receptáculo

Como ya se ha dicho en otro lugar, la ordenación que presentan los distintos verticilos florales ha sido determinada principalmente por la reducción del eje sobre que han nacido todas las partes de la flor, de suerte que éstas, que en su origen se disponen unas sobre otras a lo largo del eje, vienen a quedar finalmente con sus puntos de inserción todos sobre un plano. Un corte transversal de la flor dado un poco por encima de dicho plano, mostrará claramente en diseño el número

y situación relativa de todos los órganos florales, de análogo modo como el plano de una casa representa el número y disposición de los aposentos. La figura 58, *A* y *B*, muestra las secciones transversales de las flores de ranúnculo y primavera.

No obstante, la situación de los verticilos florales en un plano, que acabamos de considerar como típica, sufre en muchos casos modificación, a causa de que la porción del eje en la cual se insertan las



FIG. 58. Sección transversal de las flores.
A, del ranúnculo *(Ranunculus acer)*; *B*, de la primavera *(Primula officinalis)*

piezas florales se agranda notablemente. Esta porción es el *receptáculo*. Es ordinariamente la parte más gruesa del pedúnculo o ramita que sostiene la flor; con frecuencia, ensanchándose por crecimiento ulterior entre el androceo y el gineceo, se convierte en una formación conoidea, acopada o urceolada. Por consecuencia de esta dilatación del recep-

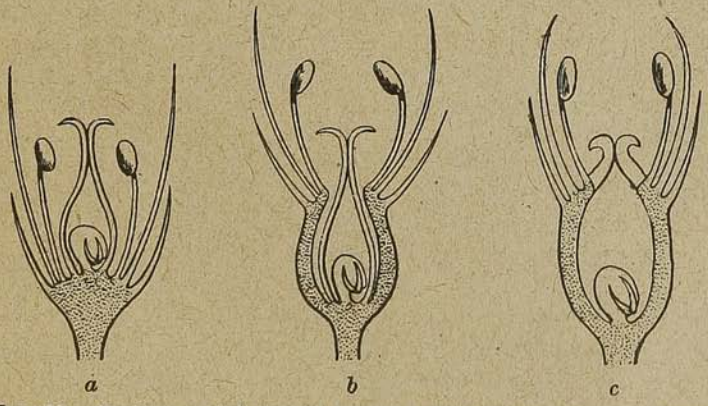


FIG. 59. Posiciones del ovario respecto de los otros órganos florales.
a, ovario súpero; *b*, ovario medio; *c*, ovario ínfero

táculo el ovario puede tomar distintas posiciones con relación a las restantes partes de la flor, posiciones representadas en la figura 59, *a*, *b*, *c*.

En el caso *a* el ovario conserva la situación más elevada, como le corresponde en el eje normalmente reducido, y se llama ovario *súpero*.

En el segundo caso (*b*) el receptáculo, ensanchado primero en forma de disco y combándose después hacia arriba en forma de copa, envuelve más o menos el ovario, pero sin adherirse a él. En esta posi-

ción, intermedia entre la precedente y la que luego se describe, se dice que la flor tiene el ovario *medio*.

Por último, en el tercer caso el receptáculo se dilata y encorva del mismo modo, pero soldándose a la vez con el ovario, sobre el cual parecen hallarse directamente insertas las otras partes de la flor. Se dice ahora que el ovario es *ínfero*.

Deben aún mencionarse aquí las excrecencias del receptáculo, que existen no raras veces. Pueden ser grandes y petaloideas, como en la pasionaria, pero comúnmente aparecen en forma de un rodete no coloreado, que se llama el *disco*, ya como un anillo más o menos compacto, ya como una serie de glándulas y escamas situadas entre el gineceo y el androceo. El disco segrega, por lo general, un líquido azucarado que atrae a los insectos, el *néctar*, y entonces recibe el nombre de *nectario*. También otros órganos florales, o partes de ellos, pueden sufrir transformaciones y adquirir la propiedad de segregar néctar, como acontece en casos particulares con los pétalos y estambres.

Diagramas florales

De lo anteriormente expuesto se infiere que en un gran número de flores no es posible con un solo corte transversal dar con todas las partes de la flor, de tal suerte que la sección resultante evidencie la disposición de las mismas. No obstante esto, para aprovechar la utilidad que presta una imagen completa de las relaciones especiales en que se hallan las partes de la flor, se acostumbra imaginar sus puntos de inserción, incluso el del ovario, transferidos a un mismo plano conforme a las leyes de la proyección geométrica. La imagen así obtenida es un *diagrama floral*.

Un diagrama floral permite apreciar de un modo claro casi todo lo que de una flor merece conocerse. En efecto, en él se puede reconocer: si la flor es radiada (actinomorfa) o zigomorfa, el número de piezas de cada uno de sus verticilos; si los carpelos están soldados o libres, y si forman tabiques verdaderos o falsos o de ambas clases; si los estambres se ordenan en uno o en varios verticilos; si están situados delante de los sépalos y pétalos, o bien se hallan dispuestos helicoidalmente; si las anteras son introrsas o extrorsas; si la ordenación de los órganos florales es *cíclica* (del griego *kyclos*, el círculo) o *helicoidal (aciclica)*, y hasta se puede apreciar si la flor es *terminal* o *lateral*, y cuál es su posición respecto de su eje madre, de su hoja tectriz (bráctea) y de sus prófilos (bracteíllas).

Así, la figura 60 representa los planos de tres flores de distinta índole, en los cuales se ve: *A*, una flor actinomorfa, totalmente trímera, que consta de cinco verticilos y un prófilo; *B*, una flor actinomorfa, igualmente con cinco verticilos, pero todos ellos pentámeros o de cinco piezas, y que posee dos prófilos; *C*, una flor pentámera zigomorfa, con dos bracteíllas. En todas ellas aparece una hoja tectriz (*d*).

Las flores representadas por los diagramas *A* y *B* son *completas*, esto es, poseen cinco verticilos: cáliz, corola, un verticilo externo y otro interno de estambres y uno de carpelos, con el número de órganos que les corresponde completamente desarrollados. En los casos en que faltan algunos órganos se indican éstos por medio de una cruz en el lugar correspondiente del diagrama típico, averiguado por las relaciones de afinidad entre las plantas (fig. 60, *C*).

Todavía expresan otras muchas cosas los precedentes diagramas.

En la figura 60, *A*, por ejemplo, se ha dado igual forma a las piezas del cáliz y de la corola, señalando de este modo la naturaleza petaloidea de los sépalos, que forman con la corola un perigonio.

En las figuras *B* y *C*, por el contrario, se ha querido diferenciar las dos clases de órganos, dando a los sépalos una figura aquillada

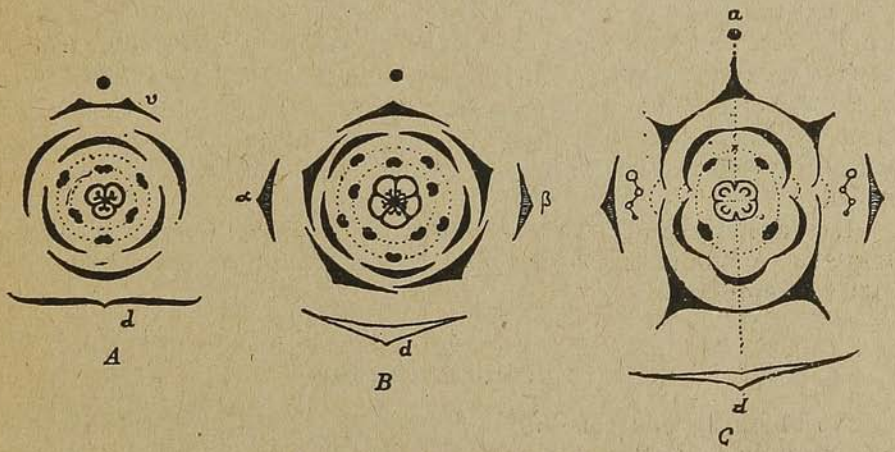


FIG. 60. Diagramas florales.
A, de una flor trímera; *B*, de una flor pentámera, actinomorfa y obdiplostémona; *C*, de una flor pentámera y zigomorfa mediana

para denotar su naturaleza propiamente calicina. Además, en *A* están los sépalos dibujados en un círculo, y en *B* se hallan dispuestos en espiral.

En los diagramas *A* y *B* aparecen los sépalos y pétalos todos libres; en *C* están unidos en grupos de dos y tres indicando su soldadura.

En las dos primeras figuras los estambres forman dos círculos; en la tercera uno solo y en ella falta además un estambre que no se ha desarrollado, y por esto se marca su lugar con una cruz.

Finalmente, en el ovario, además del número de carpelos se aprecia su soldadura, y se ve también que en la figura *A* hay tres tabiques ováricos, cinco en la figura *B*, y uno verdadero y dos falsos incompletos (que no llegan al centro) en el tercer diagrama.

Si todos los miembros de la flor se hallan formando círculos, ésta se llama *cíclica*; si se ordenan en una línea helicoidal, la flor es *acíclica* o espiralada, como es lo regular en las ranunculáceas. Y se llama flor

hemicíclica aquella en que parte de sus órganos, por ejemplo, los del periantio y los estambres, están ordenados helicoidalmente, y los restantes — en el ejemplo, los carpelos — toman la disposición cíclica.

Generalmente, los órganos de los diversos círculos no se corresponden todos sobre los mismos radios, sino que alternan de tal manera que, partiendo del exterior, delante de un sépalo no es un pétalo lo que se encuentra, sino una pieza del círculo que sigue a la corola, esto es, del primer verticilo de estambres; en cambio, la inserción del pétalo corresponde al comedio entre dos sépalos contiguos. Esto es lo que se llama *sucesión alternada de las hojas florales*. Así, en la figura 60, *A*, un radio pasa por un sépalo, un estambre externo y un carpelo; otro radio toca en piezas de los círculos intermedios, esto es, un pétalo y un estambre interno. Esta disposición de los estambres es la normal y se denomina *androceo diplostémono*. Una variante no rara de esta configuración de la flor consiste en que los estambres externos se corresponden con las piezas de la corola y los internos con las del cáliz. La flor es en este caso *obdiplostémona*, como la del diagrama *B*, en el cual se ven sobre un radio un sépalo y un estambre externo, y sobre otro radio un pétalo, un estambre interno y un carpelo.

Las flores cuyo androceo consta de un solo círculo o verticilo completo se llaman *haplostémonas*, y sus estambres pueden ser episépalos o epipétalos.

Fórmulas florales

No obstante que con los diagramas se puede obtener una imagen casi completa de la flor, todavía se ha intentado prescindir de la representación gráfica y expresar por medio de fórmulas el número, calidad y relaciones de los órganos florales. Tales fórmulas, que al principio sólo se utilizaron para indicar las relaciones numéricas, se han perfeccionado a tal punto, empleando un sistema de signos, que hoy puede expresarse con ellas casi todo lo que se puede abarcar con la representación por diagramas.

Se designa cada verticilo por medio de una letra, de este modo: K = cáliz, C = corola, P = perigonio, A = androceo, G = gineceo, a la derecha de la cual se escribe el número de órganos que lo componen. Por ejemplo, la fórmula para la figura 60, *A*, sería:

$$P\,3 + 3,\ A\,3 + 3,\ G\,3.$$

Si el número de órganos de un verticilo es muy grande o indeterminado, se indica con el signo ∞.

Los verticilos que faltan no se omiten en la fórmula, sino que se indica su número de piezas con un 0; la concrescencia de las piezas de un verticilo se denota encerrando el número en un paréntesis, y la posición del ovario súpero o ínfero, por medio de una raya colocada

debajo o encima del número respectivamente ; por ejemplo, $G\underline{(3)}$ significa ovario súpero de tres carpelos soldados.

Cuando la soldadura de algún verticilo no es más que parcial, de modo que se forman dos labios, uno superior y otro inferior, se indica esto con un quebrado cuyo numerador y denominador son el número de piezas que están reunidas en aquellos labios respectivamente.

Finalmente, la actinomorfia y zigomorfia se expresan también por medio de signos: ⊕ significa flor actinomorfa, ↓ zigomorfa mediana, ↙ zigomorfa oblicua y ← zigomorfa transversa. Para la figura 60, *C*, la fórmula floral, una de las más complejas, sería la siguiente :

$$\downarrow K\frac{3}{2},\ C\frac{2}{3},\ A\,4+0,\ G\underline{(2)}.$$



Fig. 61. Flor terminal de la uva de zorro *(Paris quadrifolia)*

Inflorescencias

Algunas veces las flores son solitarias y forman la terminación del tallo, como sucede en la uva de zorro *(Paris quadrifolia)* (plantas monoáxicas, fig. 61). Pero estos casos son muy poco frecuentes y es preciso no confundirlos con aquellos otros en que los pedúnculos florales surgen a ras del suelo entre un rosetón de hojas, como en la violeta (*Viola odorata*, fig. 433), pues aquí, realmente, el pedúnculo nace de la axila de una de las hojas del rosetón, y, por lo tanto, la flor es lateral, como lo son la mayor parte de las flores.

Generalmente, las flores, cuando son numerosas, se presentan reunidas en la extremidad del tallo principal o de sus laterales, formando las llamadas *inflorescencias*. Estas agrupaciones de flores se ordenan con sujeción a determinadas reglas, que obedecen, en general, a las leyes de la ramificación.

Todas las inflorescencias pueden reducirse a dos formas fundamentales, que pertenecen ambas a la *ramificación monopódica* (no obstante que haya aparentes excepciones). Tales formas son :

a) Las *inflorescencias racimosas.*

b) Las *inflorescencias cimosas*, o en falsa umbela.

En las primeras, el eje principal continúa creciendo indefinidamente y los ejes secundarios son todos brotes de primer orden, (

sucesivamente han ido naciendo de un mismo tronco, el eje primario. El crecimiento indefinido de éste lleva consigo el que las flores superiores, o las más internas, están aún desarrollándose cuando las inferiores, o las externas, están hace tiempo marchitas. Por esta razón se da también a las inflorescencias racimosas la denominación de *centrípetas* (es decir, que la floración progresa hacia el centro; por ejemplo, jacinto, girasol), en tanto que las inflorescencias cimosas son *centrífugas*, puesto que constantemente se abre primero la flor terminal de cada brote, y, por tanto, la antesis avanza desde el centro a la periferia.

a) En las inflorescencias racimosas pueden distinguirse cuatro tipos según las relaciones de longitud de los ejes principal y secundario, y son:

1. Eje principal alargado, ejes secundarios alargados: el **racimo** (fig. 62, 1) (1).

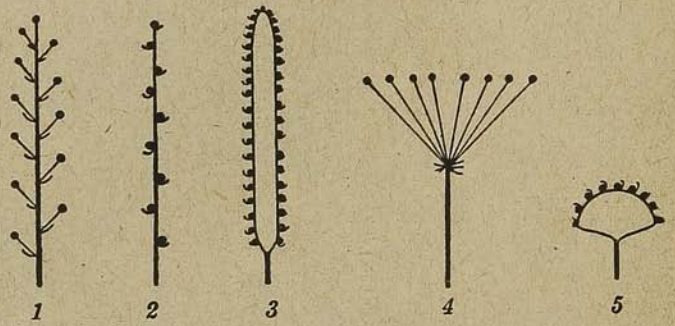


FIG. 62. Figuras esquemáticas de las inflorescencias racimosas. 1, racimo; 2, espiga; 3, espádice; 4, umbela; 5, cabezuela

2. Eje principal alargado, ejes secundarios reducidos: la **espiga** (fig. 62, 2).

3. Eje principal reducido, ejes secundarios alargados: la **umbela** (fig. 62, 4).

4. Eje principal reducido, ejes secundarios reducidos: la **cabezuela** (fig. 62, 5).

Una variante de la espiga es el **espádice** (fig. 62, 3), en que el eje principal es grueso y carnoso.

b) En las inflorescencias cimosas distínguense las siguientes formas:

1. **Dicasio.** Consta de una flor terminal y dos flores sobre ejes laterales igualmente desarrollados, nacidos a un mismo nivel del eje primario (fig. 63, 1*a*). Cuando carece de flor terminal, lo cual puede acontecer, bien que muy raras veces, se llama *dicasio dicotómico*

(1) Un caso particular del racimo es aquel en que los ejes secundarios son tanto más largos cuanto más bajos se insertan en el principal, de manera que las flores vienen a alcanzar una misma altura; se llama *corimbo* esta inflorescencia. *N. del T.*

(fig. 63, 1 *b*). Una variedad del dicasio es el *pleyocasio*, que posee, en lugar de dos, tres o más brotes laterales; en el caso de tres se denomina *tricasio*.

2. **Cincino** o *cima helicoidea*. Se produce cuando por debajo de la flor terminal se desarrolla en el brote primario un solo brote lateral, de éste a su vez un brote lateral de segundo orden, y así sucesivamente alternando a la derecha y a la izquierda del eje primitivo (fig. 63, 2 *a*). Si el conjunto toma una forma extendida (fig. 63, 2 *b*), adquiere entonces la apariencia de un racimo, del cual puede distinguirse por la posición de las brácteas, que en el cincino parecen estar opuestas a las flores. A menudo, sobre todo en las borragináceas y leguminosas, se forman cincinos dobles, porque los dos ejes laterales de un dicasio se desarrollan cada uno en una cima helicoidea.

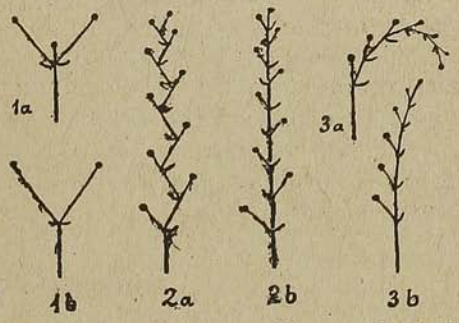


Fig. 63. Figuras esquemáticas de las inflorescencias cimosas.
1 *a*, dicasio; 1 *b*, dicasio dicotómico; 2 *a*, cincino; 2 *b*, cincino extendido; 3 *a*, bóstrice; 3 *b*, bóstrice extendido

3. **Bóstrice** o *cima escorpioidea*. Su formación es análoga a la del cincino, con la diferencia de que los brotes laterales sucesivos se producen solamente en una dirección. Existen aquí igualmente dos formas: común y extendida (fig. 63, 3 *a* y 3 *b*).

c) Las inflorescencias compuestas se forman por la combinación de varias de las inflorescencias antedichas, pudiendo ser éstas todas

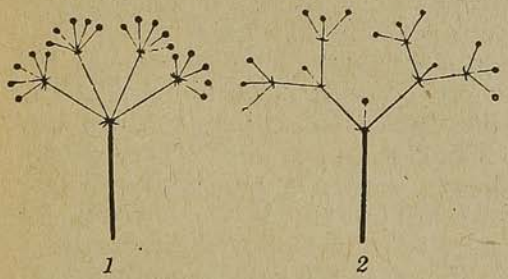


Fig. 64. Figuras esquemáticas de inflorescencias compuestas.
1, umbela doble; 2, falsa umbela

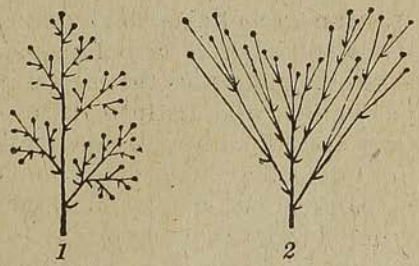


Fig. 65. Figuras esquemáticas de inflorescencias compuestas.
1, panoja; 2, antela

racimosas, o cimosas, o de ambos géneros. Son sumamente frecuentes y por lo general se las denomina con arreglo a su composición: dicasios en racimos, cabezuelas en bóstrices, etc., expresiones que se explican por sí mismas.

Merecen citarse aquí algunas inflorescencias compuestas que reciben nombres especiales y que se presentan con gran frecuencia, y son:

1. **Umbela doble** (fig. 64, 1), que es una umbela cuyas ramas se han ramificado a su vez formando umbelillas. Ésta es la inflorescencia que, con muy pocas excepciones, es común en la familia Umbelíferas.

2. **Falsa umbela** o *cima corimbiforme* (fig. 64, 2). Se origina cuando los ejes laterales de una inflorescencia cimosa repiten esta ramificación, de tal manera que resultan las flores aproximadamente en un plano *(Sambucus nigra)*. En realidad, no es otra cosa que un dicasio múltiple.

3. **Panoja** o *panícula* (fig. 65, 1). Es un racimo cuyos ejes laterales ramifícanse de nuevo en forma de racimo (o a veces de espiga), como es el caso en la vid (racimo de uvas).

4. **Antela** (fig. 65, 2). Es una falsa umbela cuyos ejes secundarios se prolongan y se ramifican en formas mixtas de racimo y dicasio *(Luzula pilosa)*.

Biología de las flores

Con el nombre de biología de las flores se entiende las relaciones existentes entre la estructura de la flor y su polinización. La polinización, o sea la transmisión de las microsporas a los estigmas del ovario, se efectúa en los ovarios de la misma flor, autopolinización, o en los ovarios de otras flores de la misma especie, polinización extraña.

Si una flor resiste a todas las formas de polinización, por no abrirse, se dice que es *cleistógama*. En este caso las microsporas envían directamente sus sacos polínicos a los estigmas del ovario. Tales flores cleistógamas se encuentran, por ejemplo, en las violetas, en la balsamina *(Impatiens parviflora)*, en la acedera, etc.

Sin embargo, en la gran mayoría de los casos las flores experimentan la polinización extraña (chasmogamia). Disposiciones apropiadas para impedir la polinización son, sobre todo, la separación de los sexos en diferentes flores por monoecia y dioecia, así como la maduración, en tiempo distinto, de los órganos florales masculinos y femeninos. Correspondiendo a un desarrollo en la flor, generalmente los macrosporangios llegan primero a la madurez y emiten su polen antes de que el estigma esté dispuesto a recibirlo (flores proterandrias), por ejemplo, en el llantén. En algunos casos aislados no se realiza la fecundación cuando el polen llega al estigma de la misma flor (esterilidad propia).

Para conseguir la polinización extraña (fecundación por cruzamiento), se requiere el transporte de los granos de polen al estigma de otra flor. Este transporte puede ser realizado por el viento *(flores anemófilas)*, raras veces por el agua *(flores hidrófilas)*, y generalmente por animales *(flores zoófilas)*, sobre todo por insectos *(flores entomófilas)*. Las flores se valen de determinadas disposiciones que deben considerarse como adaptaciones a las diversas formas de polinización. En las plantas anemófilas se forman granos de polen en número extraordinario; son ligeros y están provistos de exinas lisas, y en algunas

gimnospermas hasta poseen vejigas de vuelo. El estigma es muy grande y se forman en él largas papilas. No se producen nectarios, ni se presentan colores luminosos. Las plantas anemófilas pueden ya polinizarse al principiar la primavera y a menudo dan flores antes de que tengan hojas. Pertenecen a este grupo las coníferas, cuyo polen a menudo colorea el suelo de amarillo («lluvia de azufre»); las gramíneas, cuyos numerosos granos de polen producen con frecuencia la fiebre del heno en la época de la florescencia, y los abedules, avellanos, nogales, hayas, encinas, etc.

En las plantas acuáticas (por ejemplo, en la *Vallisneria spiralis*) se forman flores femeninas y masculinas en la superficie del agua. Las últimas se desprenden de la planta y son arrastradas por la corriente a las flores femeninas.

En las fanerógamas, en su gran mayoría, la fecundación es intervenida por animales, sobre todo por insectos (plantas entomófilas), raras veces por pájaros o caracoles. El transporte del polen al estigma en este caso no depende de la casualidad como en las plantas anemófilas, de manera que en las plantas entomófilas no se produce tan pródigamente. Para atraer los insectos a las flores se les ofrece zumo azucarado, que en forma de «néctar» se produce en diferentes partes de la flor, y para llamarlos desde lejos se producen materias odoríferas o aparecen colores vivos en los mismos pétalos y en algunos casos también en brácteas. El polen de las flores entomófilas no es de ordinario un polvo seco, sino pegajoso o con la superficie áspera y adherente (fig. 48), y las flores están dispuestas de tal manera que los granos de polen quedan adheridos a distintas partes del cuerpo del animal que busca alimento y los transmite por fricción a los estigmas vellosos o pegajosos de otras flores.

Todas estas disposiciones están destinadas a transmitir el polen de una flor al estigma de otro y a impedir el transporte del polen entre los órganos de una misma flor, porque si esto ocurriera resultaría empeorada la descendencia. El modo más seguro de evitar la autofecundación es, naturalmente, siendo las flores unisexuales. Cuando no ocurre esto, como sucede en la generalidad de las fanerógamas, se asegura el cruzamiento con otros individuos por *dicogamia*. Con este nombre se entiende la maduración en tiempos distintos de los órganos sexuales masculinos y femeninos; puesto que, si los órganos masculinos llegan a la madurez antes que los femeninos, o al revés, se evita también en las flores hermafroditas la autofecundación.

Las adaptaciones biológicoflorales más numerosas y más especializadas ocurren en las plantas entomófilas.

Sobre todo las flores presentan colores vivos, y a menudo dibujos especiales en los pétalos (mancha de savia) señalan la situación del néctar. Según nuevas investigaciones, las abejas actúan unas veces como «buscadoras» y otras como «recolectoras». Las «buscadoras» reconocen primero las flores nectaríferas desde lejos por sus colores y encuentran las adecuadas luego, de cerca, por su olor; comunica

su hallazgo mediante un lenguaje de señales a la colmena y conducen después las recolectoras a las correspondientes flores.

Determinadas plantas, a causa de la estructura de sus flores, la anchura de la abertura de su corola o la longitud del tubo de la misma, están destinadas a ser visitadas por insectos de determinados órdenes o géneros y, a veces, de determinadas especies.

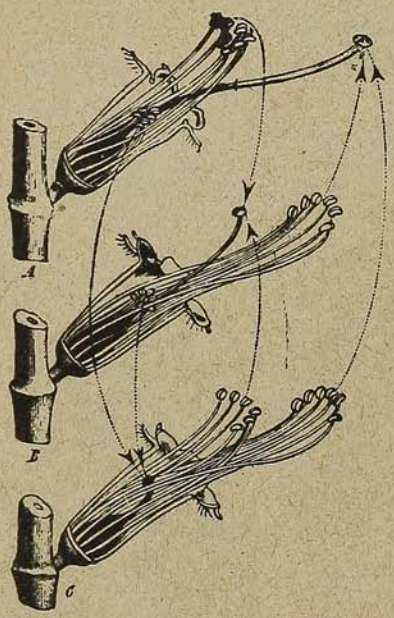


FIG. 66. Heterostilia en las flores del *Lythrum salicaria*.
A, flor de estilo largo; *B*, flor de estilo mediano; *C*, flor de estilo corto

Los insectos acuden a las flores en busca de alimentación, consumiendo el polen o libando el néctar.

Como disposición especial para realizar la fecundación por cruzamiento debe ser considerada la *heterostilia*, es decir, además de las plantas en las cuales los estigmas sobresalen respecto de las anteras, existen aquellas de la misma especie en las cuales ocurre lo contrario. Un insecto que ha visitado una flor de estilo corto, en la cual, por lo tanto, los estambres tienen filamentos largos, sólo poliniza los estigmas de una flor de estilo largo, porque el polen se adhiere a las partes del insecto que corresponden a los sitios en que se hallan los estigmas de las flores de estilos largos. Estos casos de heterostilia se encuentran sobre todo en las prímulas; algunas especies de plantas forman hasta tres suertes de flores, que se distinguen unas de otras por la diferente longitud de los estigmas y de los estambres, por ejemplo, *Lythrum salicaria* (fig. 66).

Algunas flores están adaptadas a la fecundación por intermedio de insectos de una especie determinada, por ejemplo, en la higuera, que la polinización se efectúa mediante un insecto (avispa de las agallas), que a la vez deposita los huevos, y en la yuca (por la polilla de la yuca), en que a la vez introduce los huevos en los ovarios y luego cierra el hueco con polen.

El fruto

Puesto que la flor está organizada para el fin único de la fecundación de los óvulos contenidos en su ovario (si prescindimos de las gimnospermas), habrá cumplido su destino tan luego como dicha fecundación, favorecida por el viento o los insectos polinizadores, haya sido realizada. Los estambres, pétalos y a menudo también el cáliz se marchitan y se desprenden de la planta, mientras los carpelos,

por el contrario, crecen al par del desarrollo de las semillas y constituyen para éstas una cubierta que puede tomar formas variadísimas y que recibe el nombre de *pericarpio*. Éste y las semillas componen el fruto. Con frecuencia, en el desarrollo del pericarpio tiene lugar una diferente formación de las capas externa, media e interna de las hojas carpelares, y entonces se distinguen en él, de fuera adentro, *exocarpio*, *mesocarpio* y *endocarpio*.

A la formación de esta cubierta pueden contribuir, además de los carpelos, otras partes de la flor, como el cáliz, o bien — y esto ocurre no pocas veces — el receptáculo floral.

Frutos propiamente dichos o verdaderos. Son los que proceden sin excepción solamente de las hojas carpelares (incluyendo los óvulos). Se distinguen:

a) Frutos secos.
b) Frutos carnosos o jugosos.

Entre los primeros se aprecia una diferencia muy notable según permanezcan cerrados al tiempo de la madurez o se abran por sí mismos, por la cual toman las denominaciones de frutos indehiscentes y dehiscentes. En consecuencia, los frutos verdaderos se clasifican como sigue:

a) Frutos secos.

I. *Indehiscentes:*
1. Nuez.
2. Aquenio.
3. Diaquenio.
4. Cariópside.

II. *Dehiscentes:*
1. Folículo.
2. Legumbre.
3. Silicua.
4. Cápsula.

b) Frutos carnosos o jugosos.

1. Drupa.
2. Baya.

Nuez. Tiene el pericarpio leñoso y encierra una sola semilla (cañamón, avellana, fig. 67).

Aquenio. Posee también una semilla única y un pericarpio coriáceo no soldado con la semilla (frutos de las compuestas, fig. 68).

Diaquenio. Es el fruto que poseen las umbelíferas y resulta de una flor con dos carpelos, cada uno de los cuales encierra una semilla no soldada al pericarpio. En la madurez los diaquenios se dividen fácilmente en los dos frutitos parciales, que se llaman *mericarpios* o *esquizocarpios* (fig. 69).

Cariópside. Es el fruto de las gramíneas provisto de un pericarpio membranoso soldado con la cubierta de su única semilla (por ejemplo, los granos del trigo y del centeno).

Folículo. Fruto muy común en las ranunculáceas; está formado por un solo carpelo membranoso, dehiscente por su sutura ventral (fig. 70).

Legumbre. Consta, como el folículo, de una sola hoja carpelar, pero la dehis



FIG. 67. Nuez de avellano *(Corylus avellana)*

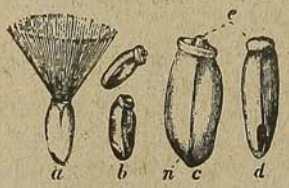


FIG. 68. Aquenio de *Silybum Marianum* (*c* y *d* aumentados)

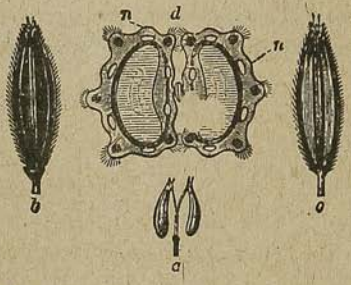


FIG. 69. Doble aquenio de comino romano *(Cuminum cyminum)*



FIG. 70. Tres folículos de *Aconitum Napellus*.
a, sutura ventral que salta; *o*, sutura dorsal

cencia se verifica por las dos suturas ventral y dorsal (fig. 71). Es propia de las leguminosas.

Silicua. Consta de dos hojas carpelares entre las que existe un falso tabique, del cual se separan al tiempo de la madurez a manera



FIG. 71. Fruto en legumbre de la judía *(Phaseolus vulgaris)*. 1, cerrado; 2, abierto

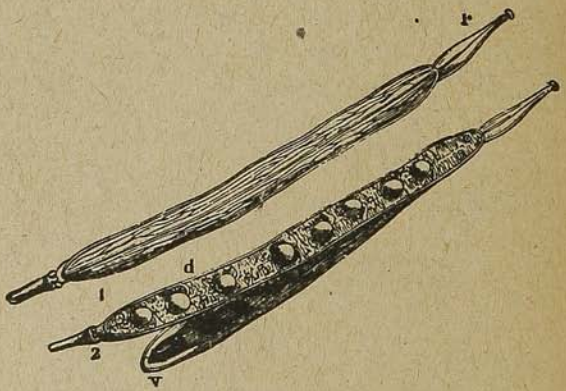


FIG. 72. Silicua de la col *(Brassica oleracea)*. 1, cerrada; 2, abierta y quitada la valva superior

de dos valvas. Es el fruto de las crucíferas (fig. 72). Cuando su longitud es menos del doble de su anchura, se denomina, comúnmente, *silícula* (fig. 73).

Cápsula o *caja*. Se compone de dos o más carpelos soldados entre sí (fig. 74). Es unilocular cuando los bordes soldados de los carpelos se encorvan poco o nada hacia dentro, y bi o plurilocular, esto es, dividida en dos o más celdas mediante tabiques verdaderos, cuando los bordes de las hojas carpelares llegan hasta el centro, y aun, a veces, continúan su crecimiento formando en cada celda expansiones que parten del centro de la cápsula. También pueden sobrecrecer los nervios medios de las hojas carpelares y producir los llamados falsos tabiques, que no llegan hasta el centro. Cuando



Fig. 73. Silícula de la bolsa de pastor *(Capsella bursa pastoris)*. 1, cerrada; 2, abierta y aumentada

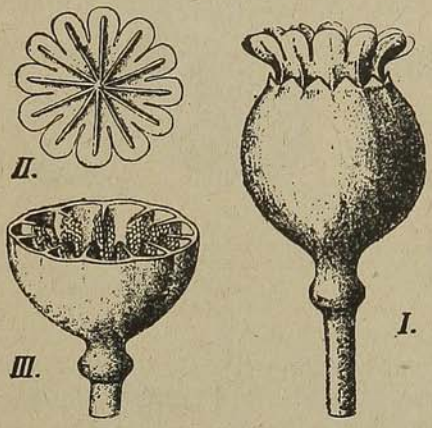


Fig. 74. *Papaver somniferum*. *I*. Cápsula vista de lado. *II*. Estigma visto por encima. *III*. Cápsula cortada transversalmente, que muestra sus tabiques incompletos cubiertos de semillas. Aumento $^1/_3$

llega a la madurez, la cápsula se abre para que se esparzan las semillas, y se distinguen en este fruto tres modos principales de dehiscencia:

1. *Dehiscencia septicida*. Tiene lugar por la línea de sutura de los carpelos con disociación de las dos hojas que forman cada tabique (fig. 75, *b*).

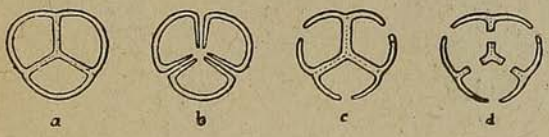


Fig. 75. Cápsulas en sección transversal mostrando distintas formas de dehiscencia.
a, cápsula trilocular cerrada; *b*, dehiscencia septicida; *c*, dehiscencia loculicida; *d*, dehiscencia septífraga

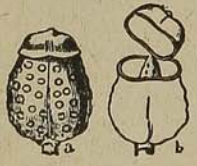


Fig. 76. Cápsula con opérculo del beleño *(Hyoscyamus niger)*.
a, cerrada; *b*, con el opérculo que se desprende

2. *Dehiscencia loculicida*. Se llama así cuando se hiende cada celda por el nervio medio del carpelo y no hay disociación de los tabiques (fig. 75, *c*).

3. *Dehiscencia septífraga*. Es la apertura de cada celda por el nervio medio acompañada de la rotura de los tabiques (fig. 75, *d*).

Se efectúa también la dispersión de las semillas a través de agujeros que se abren en la cápsula, como en la adormidera (fig. 74) — *de-*

hiscencia poricida —, o levantándose a modo de tapadera la parte superior del fruto, como en el beleño (fig. 76) y en varias primuláceas *(Cyclamen, Anagallis)* — *dehiscencia transversal, cápsulas con opérculo* o *pixidios.*

Drupa. Es un fruto carnoso cuyo endocarpio lignificado forma una cáscara muy dura que encierra, por lo general, una sola semilla. Pertenecen a este género las frutas con hueso : cerezas, ciruelas, melocotones, etc.

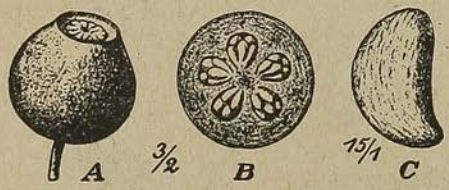


FIG. 77. Fruto del arándano *(Vaccinium myrtillus).*
A, fruto entero ; *B*, cortado transversalmente ; *C*, semilla

Baya. Fruto con las semillas, generalmente numerosas, alojadas en un pericarpio totalmente carnoso y blando (arándano, fig. 77, grosellero espinoso).

Frutos múltiples

Son agregados de frutos procedentes de una sola flor de gineceo apocárpico, esto es, con los carpelos libres, los cuales se han soldado durante la fructificación formando un conjunto coherente de frutitos parciales (frambuesa, zarzamora).

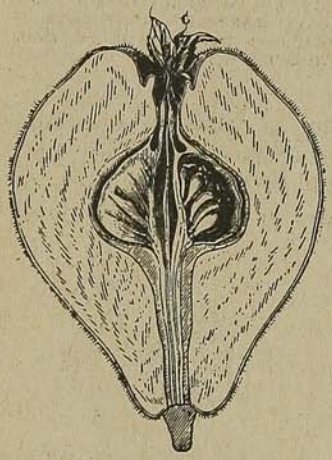


FIG. 78. Sección longitudinal de un membrillo



FIG. 79. Fruto del rosal cortado longitudinalmente

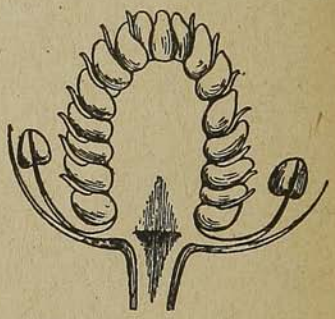


FIG. 80. Fruto joven de la fresa en sección longitudinal

Frutos complejos

En rigor, el verdadero fruto se complica en todas las plantas de ovario ínfero, puesto que en ellas el eje floral siempre toma parte en la fructificación. No obstante, se acostumbra en algunos casos pasar por alto este hecho ; así, en ciertos aquenios y diaquenios.

Los *frutos complejos* son el resultado de fructificaciones en las que concurren otros órganos además de las hojas carpelares. Sin embargo,

a distinción de las infrutescencias, proceden siempre *de una sola flor*. Sus formas más importantes son las siguientes :

Pomo. Son ejemplos la manzana, pera, níspero y membrillo (fig. 78). En este fruto solamente su parte interna con las semillas,

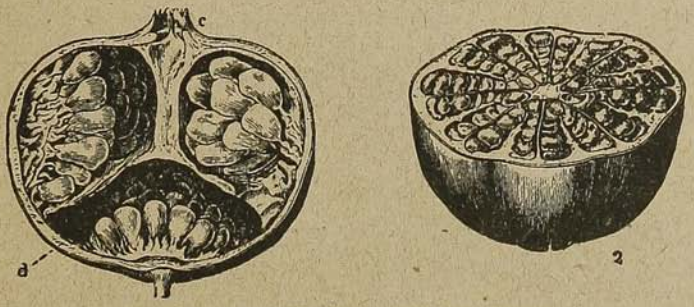


FIG. 81. Balausta de *Punica Granatum*.
1, sección longitudinal; *c*, el margen del cáliz; *d*, el receptáculo; 2, sección transversal

la cápsula o corazón, procede de los carpelos, y en un corte longitudinal del fruto se muestra como una marcada delineación que la distingue de la masa carnosa circundante, la cual ha sido formada por

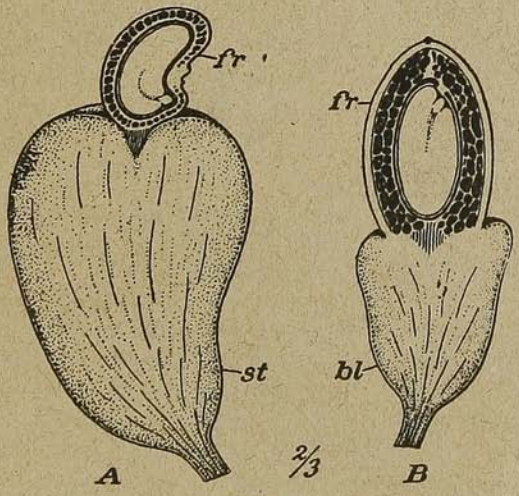


FIG. 82
A, fructificación de *Anacardium occidentale*; *B*, ídem de *Semecarpus anacardium*; *fr*, fruto; *st*, pedúnculo convertido en una intumescencia carnosa; *bl*, receptáculo hinchado y carnoso

el receptáculo y está coronada en su cima por los restos del cáliz (fig. 78, *c*).

Cinorrodón (fig. 79). Es una reunión de numerosos frutitos insertos en la cara interna del receptáculo, que se ha vuelto carnoso y de forma urceolada (rosa).

Eterio (fig. 80). A la inversa del caso anterior, aquí el receptáculo forma el cono central carnoso cuya superficie está cubierta totalmente de frutitos monospermos formados cada uno por una hoja carpelar (fragaria, fresa).

Balausta (fig. 81). Es el fruto del granado, en el que el receptáculo ha adquirido un enorme desarrollo.

En el fruto del anacardo (fig. 82), el pedúnculo, por un sobrecrecimiento extraordinario, se convierte en una gran intumescencia carnosa.

Infrutescencias

Las infrutescencias son conjuntos de frutos resultantes de ciertas inflorescencias. La apariencia que a menudo presentan de un fruto único proviene de que la parte del eje sobre la cual se asientan los frutitos se ha hecho carnosa, como acontece en el higo (fig. 83), las moras

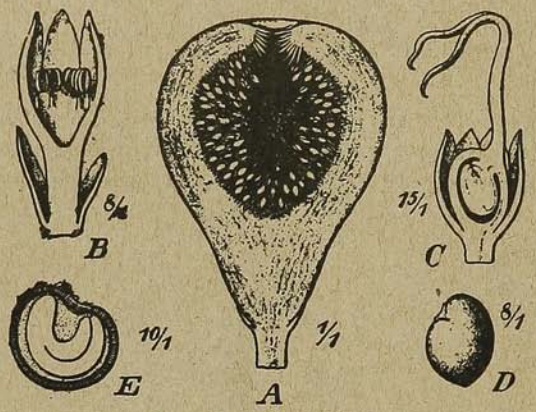


FIG. 83. *Ficus Carica.*
A, infrutescencia (sicono) en sección longitudinal (1/1). *B*, sección longitudinal de una flor masculina (8/1). *C*, ídem de una flor femenina (15/1). *D*, semilla estéril de una flor cecidígena (8/1). *E*, semilla fértil en sección longitudinal (10/1)



FIG. 84
Infrutescencia del aliso *(Alnus glutinosa)*

(de moral y de morera) y la anana o piña de América, o bien juntamente con sus brácteas se ha lignificado, como en el aliso (fig. 84).

Merecen aquí particular mención las infrutescencias de las coníferas: los conos o estróbilos de los pinos, la gálbula del ciprés y la gálbula bacácea del enebro (las llamadas bayas del enebro). En su formación concurren circunstancias particulares que serán explicadas más adelante en el lugar correspondiente de la Sistemática.

El esparcimiento de las semillas y de los frutos se realiza en parte por intermedio del viento, del agua o de los animales. Varias semillas y varios frutos han formado tejidos especiales para su movimiento pasivo. Entre éstos deben contarse los pelos voladores que envuelven a las semillas *(Gossypium)* o forman órganos a modo de paracaídas (vilano de las compuestas, así como los tejidos voladores, disposiciones parecidas a alas, por ejemplo, en varias coníferas y en frutos [arce]). Además, pueden citarse aquí tejidos aeríferos de semillas y de frutos de plantas que se propagan por corrientes de agua, por ejemplo, *Tropaeolum.*

Las semillas

El óvulo

La semilla, para cuya protección o diseminación existe el fruto, se halla en el interior de éste (con excepción de las gimnospermas) en número de una o varias, y está unida al fruto en un punto de ella llamado *hilo* u *ombligo*. El órgano que en la flor constituye el *esbozo* o *rudimento de la semilla* es el *óvulo*, el macrosporangio, o huevecillo.

Mientras que en las gimnospermas los óvulos están descubiertos sobre las hojas carpelares, en las angiospermas es constante su inclusión dentro de un ovario. Nacen los óvulos, por lo general, en los bordes de los carpelos y son, por consiguiente, *parietales* en el ovario unilocular y casi siempre *centrales axilares* en el plurilocular. Sepáranse de esta regla ciertos óvulos que parecen nacer directamente sobre el eje floral *(óvulos basales)*, lo que ocurre, por ejemplo, en los órdenes

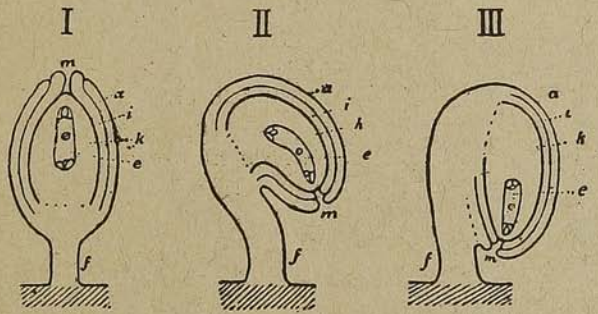


FIG. 85. Diversas formas de óvulos.
I, recto, ortótropo o átropo; *II*, encorvado o campilótropo; *III*, invertido o anátropo: *f*, cordón umbilical o funículo; *a*, tegumento externo; *i*, tegumento interno; *k*, nuececilla; *e*, saco embrionario; *m*, micropilo

centrospermas y primulales. Sin embargo, se propende a considerar esta apariencia en muchos casos como un efecto de la atrofia, concrescencia o desplazamiento de los tabiques.

Los puntos del ovario en los que se insertan los óvulos están más o menos engrosados y se denominan las placentas (la porción inferior rayada de la fig. 85). Sobre las *placentas* se levanta el *cordón umbilical* o *funículo*, que es la articulación que une el óvulo con la planta.

El funículo tiene una longitud muy variable según que el óvulo, y correlativamente la semilla por él originada, sea recto, curvo o invertido. La figura 85 muestra claramente las tres clases de óvulos.

Los óvulos pueden presentar una de estas tres formas:

1. Óvulos *rectos* u *ortótropos* (llamados también *átropos*), que tienen el micropilo en el extremo opuesto a su punto de fijación sobre el funículo (fig. 85, *I*). Son relativamente raros (piperáceas, poligonáceas).

2. Óvulos *encorvados* o *campilótropos*, cuya nuececilla está arqueada hacia el punto de fijación. El micropilo es lateral o está más

o menos vuelto hacia el plano de que brota el óvulo (fig. 85, *II*). Son poco frecuentes (centrospermas).

3. Óvulos *invertidos* o *anátropos*, que son los más frecuentes. En ellos tiene lugar la inversión completa sin que se encorve la nuececilla, y el micropilo se coloca junto al punto de fijación (fig. 85, *III*).

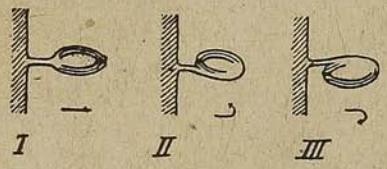


FIG. 86. Posiciones horizontales del óvulo en placentación lateral

La soldadura a menudo estirada del óvulo con el funículo forma una línea llamada *rafe*, que suele resaltar marcadamente en la semilla.

El punto en que el cordón umbilical penetra en el óvulo se llama *hilo* u *ombligo*, cuya posición respecto del micropilo será *opuesta*, *lateral* o *contigua*, según que el óvulo sea recto, encorvado o invertido.

El punto terminal del funículo, o sea la zona en que se sueldan el funículo, el tegumento interno y la nuececilla, se llama *ombligo interno* o *chalaza ;* en la figura 85 está señalado por una línea de puntos y se halla siempre en la base de la nuececilla (arquespora).

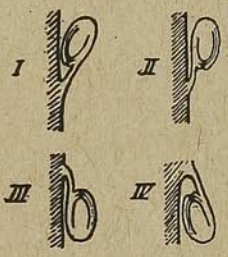


FIG. 87
Posiciones inclinadas del óvulo en placentación lateral

La mayor parte de los óvulos se fijan lateralmente a la placenta, y se distinguen primeramente tres posiciones : óvulos *horizontales*, *erectos* y *colgantes*. Los primeros pueden ser horizontales ortótropos (fig. 86, *I*), y horizontales anátropos, y éstos pueden ser invertidos hacia arriba o hacia bajo, es decir, con el rafe inferior o superior respectivamente (fig. 86, *II* y *III*). En los óvulos erectos y colgantes suele hacerse otra distinción según que el óvulo se halle colocado entre la placenta y el funículo o esté separado por éste de la placenta, es decir, con el rafe dorsal o ventral respectivamente. La figura 87 representa cuatro óvulos anátropos, dos erectos y dos colgantes, de rafe dorsal el *I* y *IV*, y de rafe ventral el *II* y *III*.

La semilla madura

El óvulo después de la fecundación es asiento de una gran actividad en virtud de la cual crece y se convierte en semilla. En este proceso las diferentes partes del óvulo experimentan variadas transformaciones, pero siempre en la semilla madura corresponden : la cubierta seminal o epispermo a los tegumentos del óvulo (paredes del macrosporangio), el tejido de nutrición (a veces llamado también impropiamente albumen) al perispermo (macrosporangio estéril) o al endospermo, según se haya producido exteriormente al saco embrionario o en el interior del mismo. De suerte que la semilla consta de *epispermo*, *perispermo*, *endospermo* y *embrión*.

El micropilo se cierra por la concrescencia de sus bordes. La unión de la semilla con la planta se rompe en el punto de entrada del funículo y queda visible la *mancha umbilical* o *hilo*. En las semillas resultantes de óvulos anátropos la porción de funículo soldada con el tegumento externo se acusa claramente como una cicatriz, que se denomina *rafe*.

El epispermo consta, por lo general, de dos tegumentos: *testa* y *endopleura*. Ésta es membranosa, muy delgada y comúnmente blanca, y proviene las más veces del tegumento interno del óvulo; en algún caso de óvulo unitegumentado, la endopleura o tegumento interno de la semilla se ha originado por disociación de la única cubierta ovular. La testa o cubierta seminal externa puede ser igualmente membranosa, como en la nuez o coriácea (judía), o de consistencia ósea (vid).

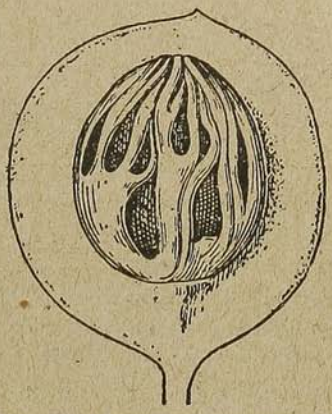


FIG. 88. *Myristica fragrans*. Semilla dentro del fruto rodeada por el arilo: se ha quitado la mitad anterior del fruto

A veces, particularmente en las bayas, la capa externa del tegumento seminal se hace carnosa lo mismo que el pericarpio (grosella). Otras veces posee capas mucilaginosas, como en la semilla de lino, que macerada en agua se rodea de una espesa capa de mucilago. El tegumento de la semilla es generalmente lampiño, pero a veces está provisto de pelos, como acontece en las semillas de

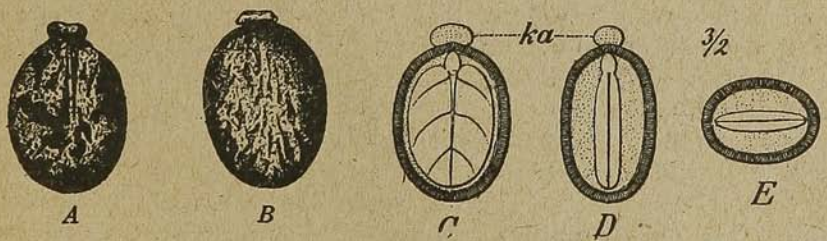


FIG. 89. Semilla de ricino.
A, cara anterior; *B*, cara posterior; *C* y *D*, las dos secciones longitudinales, transversa y anteroposterior; *E*, sección transversal ($^3/_2$); *ka*, carúncula

algodón y de estrofanto. Estas últimas y las de la adelfilla *(Epilobium)* llevan, además, en la punta una corona de pelos o vilano, pedicelado o no, que facilita la diseminación por el viento.

Algunas semillas presentan además excrecencias producidas después de la fecundación. Una de estas formaciones, que tiene su origen en el hilo y envuelve más o menos la semilla, recibe el nombre de *manto* o *arilo*, del cual proporciona un ejemplo notable la nuez moscada (fig. 88), cuyo arilo es la droga conocida en Farmacia con el nombre de *macis*. Una excrecencia del micropilo es la llamada *carúncula* (por ejemplo, la de las semillas del ricino, fig. 89).

Anatomía fisiológica vegetal

Para comprender la estructura interna de los vegetales debemos, en primer término, tener un concepto claro del proceso que ha realizado esa estructura, es decir, cómo se va formando una nueva planta, cómo surgen y se desarrollan sus órganos. Esto se efectúa sin excepción por la actividad de los *cuerpos protoplásmicos* o *protoplastos*. Sólo en ellos reside la energía vital, que descansa temporalmente, como en las semillas de las fanerógamas y en las esporas de criptógamas, pero que entra de nuevo en actividad cuando se halla en circunstancias determinadas, que son las condiciones de vida de las plantas. Los protoplastos son al mismo tiempo portadores de todas las propiedades de la planta, las cuales ellos transmiten a las plantas descendientes.

El cuerpo protoplásmico vivo se rodea generalmente de una cubierta que le protege de las influencias exteriores. Esta cubierta se denomina *pared celular* o *membrana celular*, y juntamente con el protoplasto constituyen la *célula viviente*. Sin embargo, en los vegetales de más elevada organización se encuentran células sin protoplasma que carecen de toda actividad vital. Pero tales células, sin excepción, han sido alguna vez células vivas, cuando menos desde el momento de nacer hasta que terminó su crecimiento. Estas células muertas cumplen su cometido en el organismo vegetal solamente en asociación con las células vivas. Hoy no merecen estrictamente el nombre de *células*, no obstante que ellas precisamente han sido las primeras, en el orden histórico, que dieron motivo a tal denominación. Los primeros investigadores que examinaron la estructura de las plantas con la ayuda de lentes de fuerte aumento, observaron que el cuerpo de un vegetal se compone de pequeñísimas vesículas o celdas, a las que llamaron *células*, que por largo tiempo fueron conceptuadas como las unidades fundamentales de la vida. Del mismo modo fueron considerados los « vasos » conductores de agua como sin contenido y sólo conductores de aire, y por esto fueron llamados tráqueas (tubos de aire). Sólo más tarde, cuando el microscopio compuesto permitió un conocimiento más profundo, se advirtió que el elemento fundamental de la vida es solamente una parte determinada de la célula, esto es, el protoplasma vivo. Con todo, las « células muertas » tienen una importancia muy grande en el organismo de los vegetales superiores, pues forman los canales por donde circula el agua, y le prestan además la necesaria solidez.

Citología

Generalidades sobre la estructura de la célula

Una célula normal joven muestra las siguientes partes (fig. 90, *A*):

1. Una envoltura delgada y elástica, cerrada por todos lados: la *membrana celular* o *pared celular*.

2. Una substancia blanda, finamente granulosa, incolora, viscosa y abundante en agua, que llena todo el espacio de la célula: es

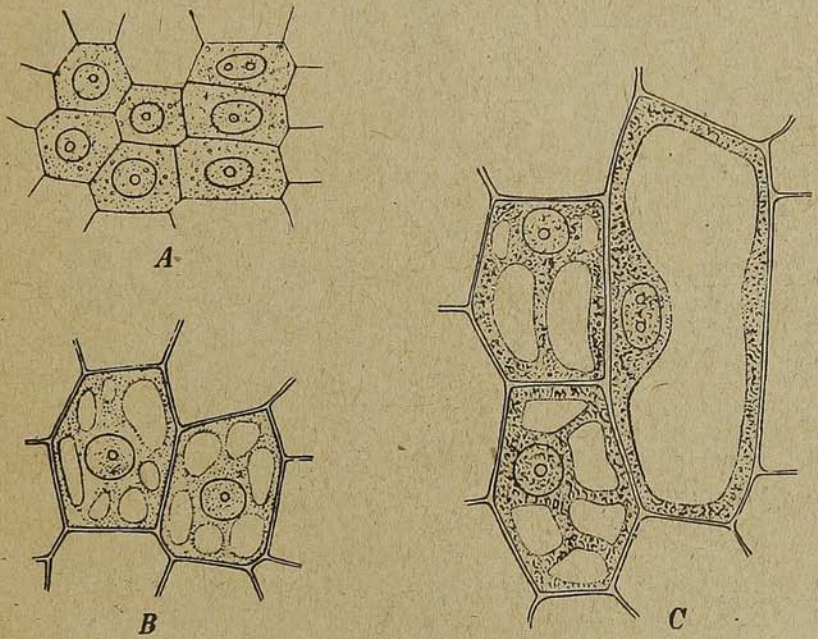


FIG. 90. Células en crecimiento de un tejido de fanerógama.
A, fase más joven; *B* y *C*, fases más avanzadas de su crecimiento (algo esquematizadas)

el *protoplasma*, en el cual se halla incluído, ocupando un lugar cualquiera, el *núcleo celular*.

A medida que crece esta célula joven se observa en el protoplasma que se van separando pequeñas gotitas de un líquido esencialmente acuoso, que son las llamadas *vacuolas*. Éstas van aumentando de volumen, y confluyendo generalmente unas con otras se reúnen en varias vacuolas grandes que llegan a ocupar entre todas mayor espacio que la masa protoplásmica. El líquido acuoso que llena las vacuolas se llama *jugo celular*. Por consiguiente, en su estado de completo desarrollo el protoplasma se halla atravesado por numerosas vacuolas pequeñas, o por pocas vacuolas grandes, o bien el plasma se limita en forma de un simple utrículo más o menos delgado aplicado a la pared celular (fig. 90, *B* y *C*), de modo que sólo existe una gran vacuola central

Existen células desnudas, es decir, que carecen de la membrana de cubierta, las cuales, por lo tanto, constan solamente del protoplasma con el núcleo que en él se alberga. Estas células desnudas, que suelen denominarse *células primordiales*, no son células incompletas que por acaso no lograron su pleno desarrollo; antes bien, son elementos aptos para las manifestaciones vitales más importantes, como son las de la reproducción (gametos, espermatozoides), o multiplicación (zoosporas). Sólo cuando han cumplido su función se rodean de una

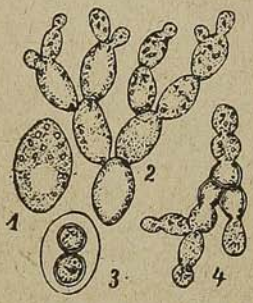


FIG. 91. Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)
1, individuo aislado; 2, una colonia producida por gemiparidad. (3, formación de esporas; 4, germinación de tres esporas adyacentes)

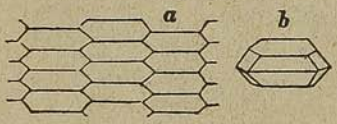


FIG. 93
a, sección transversal en un parénquima radiomedular; *b*, una célula del mismo representada corpóreamente

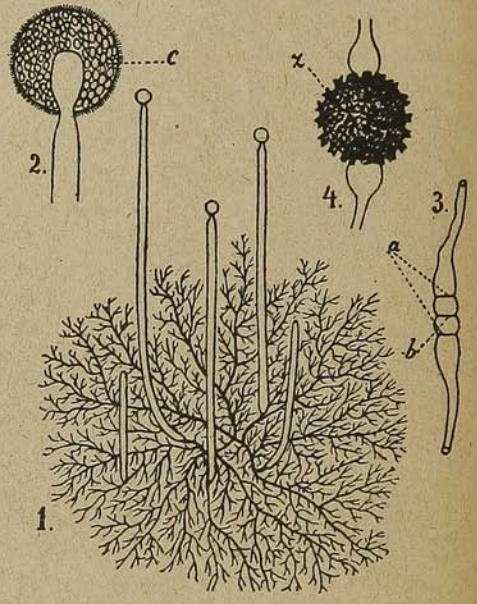


FIG. 92
1, un hongo productor de moho, formado hasta la cabezuela de los carpóforos por una sola célula. (2, 3 y 4, órganos para la multiplicación y conjugación del hongo; véase más adelante)

cubierta segregada por el plasma, evidenciando con ello que la membrana celular no es como el plasma un componente absolutamente necesario de la célula viva.

En cuanto a forma y tamaño ofrecen las células una diversidad extraordinaria.

Existen plantas extremadamente sencillas, como muchas algas y hongos, que están formadas por una sola célula. Ésta puede ser tan sumamente pequeña que requiera amplificaciones microscópicas de más de mil diámetros para ser claramente perceptible, como sucede en las bacterias, cuyo diámetro no excede a veces $^1/_{2000}$ mm. Mayores son, por ejemplo, las células de los hongos de las levaduras, en los cuales asimismo cada célula representa un individuo vegetal (fig. 91). Hay células, sin embargo, que llegan a ser de un tamaño considerable y experimentan múltiples ramificaciones. El micelio de muchos hongos

es todo él una célula única (fig. 92, 1), y las células internodiales de las caráceas alcanzan una longitud de 10 cm. por 2 mm. de diámetro.

Las células que existen aisladas, no estando apretadas en ningún sentido por células circundantes, tienen una forma *esferoidal* o *tubular*, como los hongos de levadura (fig. 91), las bacterias y las hifas de los hongos. En cuanto dos células se desarrollan contiguamente, se produce en ambas algún aplanamiento en la zona de contacto, y si se juntan en mayor número toman las células por la presión mutua una forma poliédrica (fig. 93).

Aparte tales influencias exteriores sobre la forma de las células, poseen éstas fuerzas internas que determinan la forma adecuada a la actividad que la célula, después de su completo desarrollo, habrá de ejercer en el organismo de la planta. Estas fuerzas formativas son ciertamente mucho más poderosas que los agentes exteriores, de modo que éstos sólo secundariamente influyen en la configuración del cuerpo celular. El concurso de estos factores conduce a la producción de dos formas celulares muy distintas : la *forma de parénquima* y la *forma de prosénquima*, asimilables respectivamente a los dos tipos de células libres antes mencionadas, es decir, las células de parénquima a la forma globosa y las de prosénquima a la forma tubular.

Las **células parenquimatosas** son, según esto, células poliédricas, posiblemente más o menos prolongadas, pero cuyas secciones longitudinal y transversal muestran en todo caso figuras poco diferentes (fig. 93). El nombre de « parénquima » fué formado en 1671 por el primer anatomista botánico Nehemia Grew (1628-1711). Éste observó los haces conductores en los cotiledones de las judías considerándolos como «raíces de las semillas» y comparó el tejido rico en savia, que en la germinación se liquida, el parénquima, con la tierra húmeda ; el nombre de parénquima significa el líquido que se encuentra junto a las «raíz-semilla» (*para*, junto, y *encheuma*, líquido).

Las **células prosenquimatosas** son alargadas, fusiformes, con sus extremos adelgazados en punta y ensamblados mutuamente a manera de cuñas ; su sección longitudinal tiene dos ángulos agudos (véase la figura 138, *C-E*, más adelante en el « Sistema mecánico »). El nombre (del griego *pros*, contra) supone que las células se han entremoldeado unas contra otras.

Se comprende que han de existir formas intermedias entre estos dos tipos. Y no siempre se puede decidir con seguridad a qué tipo pertenece un elemento determinado de un tejido celular.

Contenido celular

Protoplasma. El protoplasma no debe conceptuarse como un líquido homogéneo, sino que posee una estructura interna, probablemente complicadísima, en virtud de la cual en una misma célula pueden verificarse a un tiempo múltiples reacciones químicas. El plasm

se compone de agua y variadísimos albuminoides y su reacción es alcalina o neutra. En el protoplasma es donde se realizan todas las funciones vitales de la planta, como, por ejemplo, el cambio de materias y el transporte de las mismas, los fenómenos de crecimiento y los de reproducción. Distínguense en el protoplasma los elementos configurados y la substancia fundamental informe que los incluye. De los primeros, que son el núcleo celular y los cromatóforos, se tratará más adelante por separado. La substancia fundamental o *citoplasma* es viscosa y está más o menos extendida por el cuerpo celular; pero a menudo se reduce a un estrato continuo muy delgado que reviste toda la pared de la célula, el cual a veces sólo se hace visible provocando su desprendimiento de la pared por la contracción que en él producen las substancias deshidratantes (plasmólisis). Examinado con grandes aumentos se observa que el citoplasma posee también una estructura. Aparece, en efecto, como una masa hialina *(hialoplasma)* en la que se hallan alojados numerosos gránulos finísimos *(microsomas)*, de los que carece en su zona limitante con la membrana celular y con las vacuolas. La porción que contiene los microsomas se llama *plasma granuloso* o *polioplasma*, y la capa hialina que sirve de límite al protoplasma junto a la membrana celular y las vacuolas se denomina *membrana citoplásmica*.



Fig. 94. Célula de un pelo estaminal de *Tradescantia virginica*, en la cual el plasma circula por los cordones citoplásmicos que en múltiples direcciones atraviesan el jugo celular. Con fuerte aumento. (Según Kühne)

El citoplasma consta esencialmente de albuminoides; por eso el calor lo coagula aún a temperaturas inferiores a 100°, y lo mismo hacen ciertas substancias que actúan sobre él como venenos, tales como el sublimado, ácido crómico, ácido ósmico, etc. Esta coagulación o endurecimiento recibe en la técnica microscópica el nombre de *fijación*, después de la cual el citoplasma absorbe con avidez las materias colorantes. La lejía de potasa lo disuelve. Especialmente característica es en el orden fisiológico la semipermeabilidad osmótica del citoplasma, es decir, que siendo muy permeable al agua, lo es en grado mucho menor respecto a las sales disueltas, por lo cual permite la entrada del agua en las vacuolas, donde queda retenida fuertemente por la tensión osmótica que producen las sales disueltas en el jugo celular, y de esta tensión resulta la *turgencia* de la célula.

En las células de muchas plantas se pueden observar muy claramente al microscopio movimientos del citoplasma, que son las llamadas *corrientes plásmicas*. El movimiento se verifica en una constante dirección a lo largo de la membrana celular en los casos en que el citoplasma, limitando una gran vacuola central, forma un estrato adyacente a la pared, el llamado utrículo citoplásmico (por

ejemplo, en la fig. 90, *C*, la célula de la derecha). Este movimiento se denomina *rotación* del plasma y se ve admirablemente en las células de las hojas de *Helodea canadensis* y en los pelos radicales de *Vallisneria*. Hay otra especie de movimiento, que recibe el nombre de *circulación*, y consiste en diversas corrientes aisladas que cambian de dirección y que tienen lugar en los cordones citoplásmicos que cruzan el espacio ocupado por el jugo celular. El citoplasma se mueve por esos cordones unas veces en dirección al núcleo y otras veces a partir de él. La circulación puede observarse muy bien en los pelos estaminales de las especies de *Tradescantia* (figura 94), en los pelos de muchas solanáceas, etc. En realidad, nunca faltan en absoluto los movimientos plásmicos, pero en muchos casos son tan lentos que no son observables directamente. La membrana citoplásmica no es arrastrada por estos movimientos, y sólo así se explica la posibilidad de un crecimiento localizado de la membrana celular.

Las desnudas células primordiales muestran frecuentemente movimientos muy característicos. Así, las células desnudas y asociaciones celulares (plasmodios) de los mixomicetos efectúan sus lentos movimientos de traslación por medio de seudópodios, prolongaciones plásmicas que emite la célula, tras de las cuales avanza reptando el cuerpo celular hasta que desaparecen englobadas en él. Brotan entonces nuevos seudópodios y prosigue el movimiento en la misma forma. Muy diferente es la movilidad de los elementos de multiplicación y reproducción de las algas y hongos. De sus protoplastos, también desnudos, brotan delgadísimos filamentos citoplásmicos (pestañas, flagelos), uno, varios o numerosos, que se agitan en rápidas ondulaciones y arrastran en torbellino a través del agua el cuerpo celular. Existen también células con membrana, como muchas bacterias y volvocáceas, que ejecutan movimientos de natación por medio de flagelos.

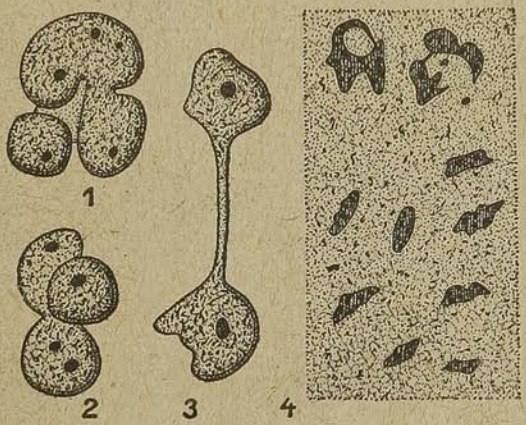


FIG. 95. Formas ameboides del núcleo de la *Tradescantia virginica* 1-3. Amitosas en el endospermo del *Ranunculus acer*. (Según Schürhoff)

Núcleo celular. Incluído en el citoplasma, ocupa el núcleo un lugar indeterminado en el cuerpo de la célula, y la zona en que él se halla es precisamente la de crecimiento más activo. Como antes se ha dicho, el núcleo no es otra cosa que una formación protoplásmica configurada, limitada del protoplasma informe que la rodea por una membrana plásmica *(membrana nuclear)*. La forma del núcleo es muy variable. Generalmente es más o menos globoso, con poca frecuencia lenticular o discoideo, y en algunos casos es fusiforme y aun lobulado (fig. 95). El cuerpo del núcleo está constituído por un armazón de filamentos en los que están prendidos numerosos gránulos que absorben con avidez ciertas materias colorantes (hematoxilina, carmín, etc.), por lo cual se les ha dado el nombre de *gránulos de cromatina*. Este armazón de filamentos y gránulos es el *estroma nuclear*, y en sus mallas alberga uno o varios corpúsculos muy refringentes, asimismo fácilmente colorables, que son los *nucleolos*. El resto del espacio encerrado por la membrana del núcleo está lleno del *jugo nuclear*. Generalmente las células contienen un solo núcleo; sin embargo, en células de gran tamaño, como en los tubos laticíferos de las plantas superiores y en la

enormes células tubulosas que forman sendos individuos de ciertas algas *(Vaucheria, Caulerpa)* y hongos (ficomicetos), se encuentran por lo regular de varios a numerosos núcleos. En las plantas que ocupan el primer grado del reino vegetal, bacterias y esquizofíceas, no se ha podido aún demostrar de un modo convincente la existencia de un núcleo celular.

Nunca se da el caso de que el núcleo celular, que manifiesta ser el principal vector de las cualidades hereditarias, se forme del protoplasma por generación espontánea. La formación de los núcleos ce-

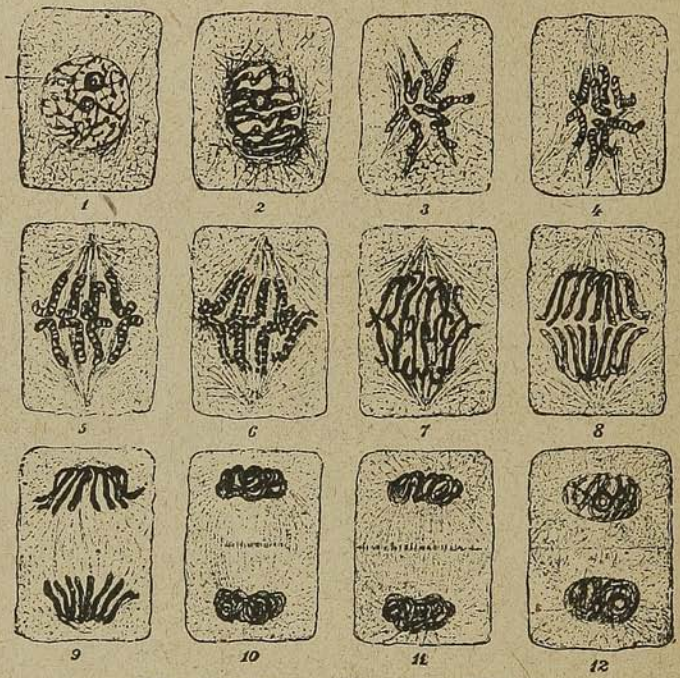


FIG. 96. División del núcleo celular.
1 a 12, estadios sucesivos del proceso. Con fuerte aumento. (Según Strasburger)

lulares se verifica siempre por una muy complicada bipartición de núcleos antecesores, de lo cual se deduce que los innumerables núcleos de una planta superior, un árbol, por ejemplo, proceden todos del núcleo fecundado de un óvulo.

La división del núcleo es, por lo común, un proceso complicadísimo. Sólo en casos muy especiales tiene lugar la *división directa* o *amitótica*, la cual consiste en que el núcleo, más o menos esferoidal, se estrecha progresivamente en un plano medio hasta quedar separadas una de otra las dos mitades ; tal sucede, por ejemplo, en las células envejecidas de algunas plantas superiores, estrechándose cada vez más por el medio el núcleo que es más o menos globoso, hasta que finalmente las dos mitades se separan una de otra (fig. 95, 4). Nunca se efectúa, después de una división directa del núcleo, una partición de la célula, y tampoco puede realizarse nunca una división indirecta. En las células internodiales de las caráceas, por división nuclear directa, llegan a formarse hasta 6000 núcleos distintos. El número considerable de estos núcleos depende del tamaño de la célula. En cada especie

de plantas la superficie del núcleo (formado por uno o varios) y el tamaño de la célula están siempre en una determinada relación (relación del núcleo y el plasma). Sin embargo, como ya se ha mencionado, existe otra forma de división del núcleo celular mucho más complicada que la normal: es la división *indirecta* (mitótica) o *cariocinesis*, a la cual acompaña siempre o casi siempre una división celular (fig. 96). El núcleo que se dispone a la división indirecta comienza por aumentar notablemente de volumen; entretanto, los enmarañados filamentos del estroma se van ordenando poco a poco hasta quedar reunidos en un solo filamento nuclear que se destaca fuertemente, el cual se divide en segmentos iguales, *cromosomas*, cuyo número es constante para cada especie vegetal. La membrana, el núcleo y los cromosomas desaparecen. Los cromosomas se dirigen hacia el centro de la célula y se disponen en su plano ecuatorial formando la *placa nuclear*, a lo cual sigue el fenómeno más importante de este proceso: la división longitudinal de cada cromosoma en dos mitades, los cromosomas hijos, que luego emigran respectivamente hacia los polos opuestos de la célula. De este modo queda repartida por igual la substancia de la célula madre entre los núcleos de las dos células hijas. Los fenómenos de división, orientación y transporte de los elementos nu-

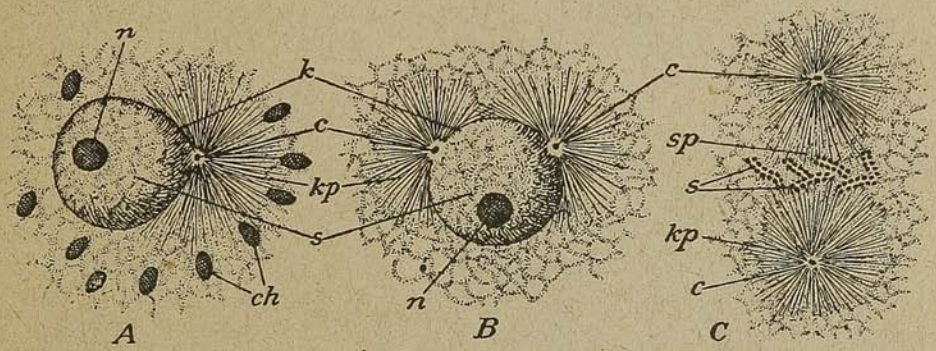


Fig. 97. Comportamiento de los centrosomas en la división del núcleo de un alga parda (*Fucus*).

A, en el núcleo joven sólo hay un centrosoma. *B*, para la preparación de una división del núcleo el centrosoma se divide y los dos nuevos centrosomas emigran a la pared de la membrana nuclear, moviéndose a lo largo de ésta, hasta quedar en posiciones opuestas. *C*, metafase de la división nuclear, los centrosomas en los polos del huso nuclear. *n*, corpúsculo nuclear; *k*, membrana nuclear; *c*, centrosoma; *ch*, cromatóforos; *kp*, filamentos de citoplasma; *sp*, fibras en huso; *s*, substancia cromatínica. (Según Strasburger)

cleares débense, naturalmente, a la actividad vital del citoplasma, y en ellos tiene un papel muy importante el llamado *huso nuclear*. Éste se forma por filamentos citoplásmicos que desde los polos de la célula en estado de división se extienden radiadamente hacia el ecuador, los cuales están unidos a los cromosomas y son causa importante de sus mudanzas. Se establece distinción entre fibrillas de tracción que se adhieren a los cromosomas y por acortamiento acercan éstos a los polos y las fibras fusiformes que forman un armazón, a cuyo largo resbalan los cromosomas. Los cromosomas hijos se dirigen por las vías del huso nuclear hacia los polos de la célula, donde se articulan unos con otros y forman el estroma de dos nuevos núcleos. Éstos se rodean finalmente de la correspondiente membrana y producen nuevos nucleolos. Antes de que esto suceda, en los casos en que la célula se divide en dos, el huso nuclear, el fragmaplasto, se hace más denso, y en la parte media de sus filamentos, es decir, sobre el plano ecuatorial de la célula madre, aparecen unos abultamientos, producidos por la concreción de micelas de celulosa, que forman la llamada *placa celular*; ésta se va convirtiendo lentamente en delicada membrana divisoria. Formadas ya las dos células hijas, desaparece el huso nuclear. El objeto de tan complicada división del núcleo es, indudablemente, la igual distribución de la materia nuclear entre los núcleos hijos (herencia).

En muchas talofitas inferiores la cariocinesis es influída por los *centrosomas*, que han sido observados también en la división de células animales. Cada núcleo posee originariamente un centrosoma, esto es, una pequeña esférula que al iniciarse la división nuclear se divide en dos, las cuales van a situarse en los polos de la célula (fig. 97). Alrededor de cada centrosoma se forma entonces una radiación de filamen-

tos, y de ellos parten asimismo los hilos del huso nuclear. En las plantas superiores no ha sido comprobada aún la existencia de los centrosomas (fig. 98).

Los centrosomas forman indudablemente el centro cinético mediante el cual se inicia la división del núcleo. Podemos deducir esto de que la célula del óvulo animal no posee ningún centrosoma y es incapaz de dividirse ; el espermatozoide fecundante lleva, además del núcleo masculino, también un nuevo centrosoma en la célula del óvulo, con lo cual se efectúa en seguida la división. El hecho de que en los helechos y en las gimnospermas que forman espermatozoides sólo se han observado los centrosomas en la formación de espermatozoides, indica la importancia de los centrosomas en el proceso de la fecundación. Podemos admitir que, también en la fecundación de las angiospermas, la excitación para el desarrollo del óvulo parte del núcleo de esperma, aun cuando éste no haya formado morfológicamente un centro cinético.

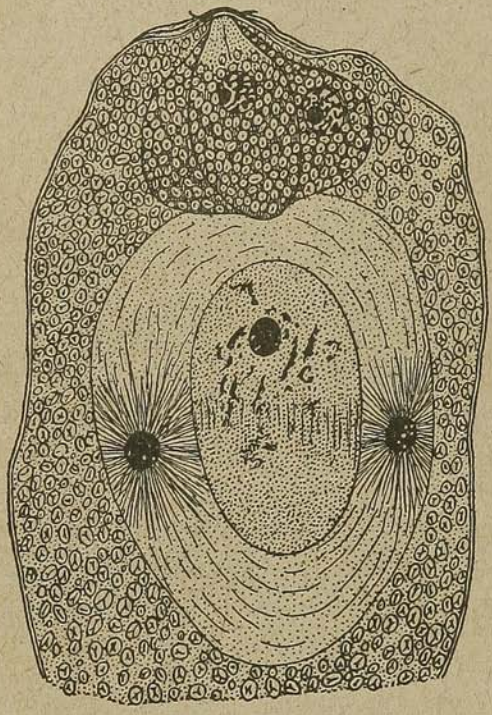


Fig. 98. *Dioon edule.* Tubo polínico, en la parte superior la célula del eje sobre la cual se encuentran las células del prótalo, debajo de las células madres del anteridio, con dos grandes centrosomas, llamados también « blefaroplastos ». (Según Chamberlain)

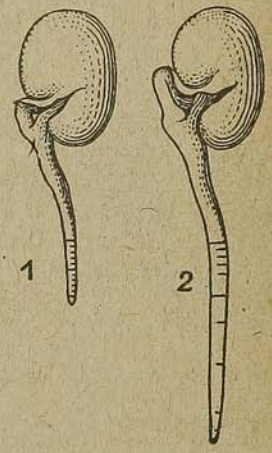


Fig. 99. Zona de crecimiento de la raíz. La radícula de una judía está marcada en sus primeros centímetros con trazos negros a distancia de 1 milímetro uno de otro (1) ; estos trazos se distanciaron en el transcurso de 24 horas (2). El primer milímetro muestra el crecimiento embrional, los 5 milímetros siguientes muestran el alargamiento máximo, al cual se ha llegado aquí por estiramiento de las células

Las divisiones de las células se efectúan sobre todo en los sitios de crecimiento intenso, en las *zonas de crecimiento ;* se encuentran, por ejemplo, las zonas de crecimiento de una raíz, adaptando a ella una escala con trazos de tinta china. Se encuentra entonces que la zona de crecimiento se pone de manifiesto por el ensanchamiento de la escala en los sitios de crecimiento intenso. En las raíces, la zona de crecimiento está reducida a algunos milímetros ; en las yemas es mucho más larga. La punta de la raíz se ve obligada a penetrar en el suelo (fig. 99) con bastante fuerza por la zona de crecimiento. Si la zona de crecimiento se encuentra entre dos tejidos ya formados, se dice que es de *crecimiento intercalar.* Así crecen, por ejemplo, las hojas de las plantas de semilla en la base, mientras que las grandes de los helechos crecen por la punta.

El crecimiento total se puede medir con un microscopio en posición horizontal o con un *auxanómetro.* El aumento durante una unidad de tiempo recibe el nombre de *velocidad de crecimiento.*

Cromatóforos o plástidos. Estos importantes y característicos elementos del contenido celular son, lo mismo que el núcleo, formaciones protoplásmicas. Su forma es, en general, muy variable, pero constante para cada especie vegetal, y funcionan, al menos en determinadas épocas, como portadores de substancias colorantes. Se multiplican de idéntica manera a la división directa del núcleo, esto es, por angostamiento progresivo en su plano medio hasta que se produce la separación de los dos corpúsculos hijos. Así, pues, al igual que los núcleos, los cromatóforos no se engendran libremente del protoplasma. Distínguense tres clases de cromatóforos: *cloroplastos*, *leucoplastos* y *cromoplastos*. Pero hay que hacer notar que los tres se desarrollan a partir de los mismos elementos, los *arquiplastos*, y también en cualquier momento pueden pasar a las otras formas.

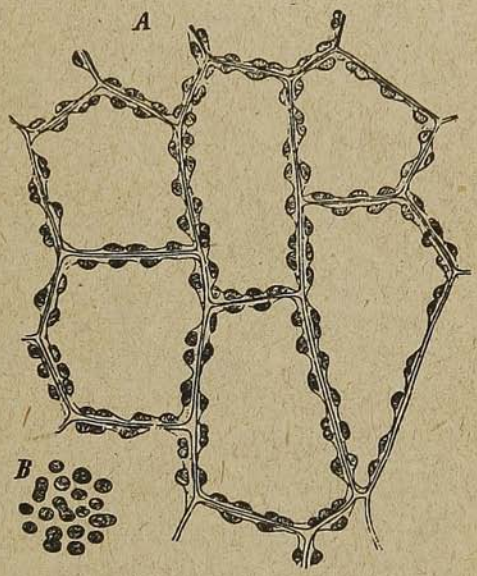


FIG. 100. Granos de clorofila en el citoplasma de las células del prótalo de un helecho. *A*, en la sección óptica de las células; *B*, granos aislados, algunos en camino de división. (Aumento 400)

1. *Cloroplastos.* Se llaman también *cuerpos clorofílicos* y son los que causan el color de las partes verdes de las plantas, en cuyas células los encontramos en gran número como corpúsculos discoidales aplanados, con menor frecuencia en forma más o menos globosa, alojados en la capa protoplásmica parietal (figura 100).

En las partes vegetales muy jóvenes o en las viejas mantenidas en la oscuridad se presentan los cuerpos clorofílicos como finos gránulos de protoplasmas incoloros que no manifiestan una especial estructura. Solamente por la influencia de la luz se produce la substancia verde *(clorofila)*, que en forma de menudísimas gotitas oleosas se deposita en la substancia fundamental o estroma del cromatóforo. Esta materia colorante es fácilmente extraída de las partes vegetales por el alcohol, sulfuro de carbono y otros disolventes. Las disoluciones son fluorescentes. Miradas por transparencia, muestran un color verde vivo, y a la luz reflejada, rojo azulado. El estudio de estas disoluciones ha demostrado que el pigmento verde de las plantas está, en realidad, constituído por una mezcla de varias substancias colorantes, cuya naturaleza no está todavía perfectamente determinada. Según las más modernas investigaciones, se admite que la clorofila tiene cuatro componentes: dos substancias verdes, las *clorofilas a* y *b*; una substancia amarilla, la *xantofila*, y otra rojo anaranjada, la *carotina*, que

sólo existe en ínfima proporción. Si una disolución alcohólica de clorofila se agita fuertemente con benzol y se deja luego en reposo, obsérvase que el benzol sobrenada coloreado de verde por haber absorbido las clorofilas *a* y *b* (y también la carotina, aunque no se nota su presencia), al paso que el alcohol queda en la parte inferior (como líquido más denso) teñido de amarillo por la xantofila.

La clorofila *a* se encuentra en las hojas en cantidad aproximadamente cuádruple que la clorofila *b*. Las dos clorofilas son ésteres de un alcohol, el fitol, y contienen como metal magnesio, pero no hierro.

En algunas especies de algas verdes los cloroplastos, en vez de la figura discoidea o esferoidal antes mencionada, toman otras formas, ya de placas, o estrellas, o cintas que se aplican helicoidalmente a las paredes de la célula; y como a veces son muy grandes tales cloroplastos, en cada célula existe un corto número y en algunos casos uno solo.

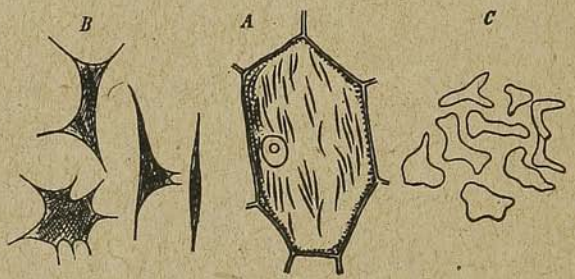


FIG. 101

A, célula del perigonio de *Hemerocallis fulva*, con cromoplastos fusiformes; *B*, cromoplastos del pericardio carnoso de *Pirus Aucuparia*, con cristales filiformes de pigmento; *C*, cromoplastos lobulados de la corola de *Genista tinctoria*. Con fuerte aumento. (Según Schimper y Haberlandt)

Cuando ha transcurrido el período de vegetación de las plantas verdes, es decir, generalmente en el otoño, los cloroplastos suelen disolverse, desaparece la coloración verde y se producen diminutos gránulos o gotitas, amarillos o rojo amarillentos, que son la causa de la *coloración otoñal* de las plantas.

2. *Leucoplastos.* Se llaman así las formaciones incoloras que en los órganos vegetales muy jóvenes son el esbozo de los cloroplastos, es decir, los arquiplastos como leucoplastos. Con el mismo nombre se designan también otras formaciones protoplásmicas, contenidas en los depósitos de substancias de reserva (por ejemplo, en los tubérculos), que no adquieren nunca el color verde ni son capaces de realizar la síntesis de substancias orgánicas partiendo de las inorgánicas, sino que están especialmente encargados de convertir de nuevo en almidón los hidratos de carbono solubles que son conducidos a dichos depósitos. Este almidón, que se concreciona en forma de granos bastante gruesos de configuración característica, es el llamado almidón de reserva.

3. *Cromoplastos.* Se comprenden con este nombre todos los cromatóforos que poseen un color distinto del verde. Se producen por

transformación de los cloroplastos y leucoplastos (arquiplastos), y a menudo conservan la misma forma discoidea o esferoidal de los granos de clorofila. Sin embargo, es también frecuente que, por la cristalización de las substancias colorantes tomen los cromoplastos formas diferentes: aciculares, fusiformes o más o menos tabulares (fig. 101). Las substancias colorantes de los cromoplastos son la xantofila y la carotina, que dan a las partes vegetales los colores desde el amarillo hasta el rojo anaranjado intenso.

Los diferentes plástidos pueden también, después de haberse ya especializado en cloroplastos, leucoplastos o cromoplastos, convertirse en una de las otras formas. Así, por ejemplo, los cloroplastos de diversos frutos (por ejemplo, manzanas, tomates) al madurar se convierten en cromoplastos; los leucoplastos (por ejemplo, de las patatas), al estar los órganos expuestos a la luz, pasan a cloroplastos; los cromoplastos (por ejemplo, de la zanahoria), cuando la raíz sobresale del suelo, se transforman en cloroplastos.

Los cromoplastos existen principalmente en los frutos coloreados y en los pétalos. Claro es que no todas las coloraciones de las plantas son debidas a los cromoplastos, que sólo son amarillos o rojo anaranjados. Los azules y rojos de muchas corolas son debidos a que determinadas partes de ellas, generalmente la epidermis, contienen disueltas en el jugo celular substancias colorantes del grupo de las *antocianinas*. El blanco no se debe a un pigmento de este color, sino, como la blancura de la espuma de cerveza, tiene por causa la reflexión de la luz en celdillas aéreas superficiales. Solamente el blanco del abedul es producido por una substancia colorante, la betulina.

Jugo celular. Como ya se ha indicado antes, el protoplasma es muy rico en jugo. En las células vivas adultas el jugo celular está acumulado en vacuolas más o menos numerosas, que muy frecuentemente se funden en una gran cavidad, circuída por el utrículo citoplásmico parietal (fig. 90). El jugo celular, que tiene siempre reacción ácida en oposición al protoplasma, no es simplemente agua, sino una disolución acuosa de las substancias más diversas, segregadas por la planta como superfluas o inútiles (excreta), o que han sido apartadas en él como substancias nutritivas ulteriormente utilizables en los cambios materiales. De las principales substancias contenidas en el jugo celular se trata en particular más adelante.

Almidón. Como se ha dicho al hablar de los cloroplastos, este compuesto tiene en ellos su origen, merced a la actividad asimiladora, en la forma de pequeñísimos granos. Éste es el *almidón de asimilación*. Poco después de formado es desdoblado en hidratos de carbono solubles en el agua (azúcares) que, cuando no son utilizados inmediatamente en la construcción de nueva substancia vegetal, son transportados a los recipientes de materias de reserva (tubérculos, raíces, etc.), donde por la actividad de los leucoplastos son condensados de nuevo en almidón. Éste se deposita, ya en el borde, ya en el interior de los leucoplastos, y constituye el *almidón de reserva*. No pocas veces sucede que la exuberante producción de hidratos de carbono en los cuerpos clorofílicos no puede ser totalmente consumida en el momento, ni

transportada a los depósitos de reserva porque rebosan las vías conductivas. En tal caso se deposita el exceso transitoriamente cerca de sus puntos de origen, en las hojas o tallos, en forma de gránulos pequeños y poco diferenciados *(gránulos erráticos)* (fig. 102). Los granos del almidón de reserva son, en general, mucho mayores que los del almidón de asimilación, y además se distinguen por su textura estratificada. En los recipientes de reserva se hallan acumulados en cantidades enormes (por ejemplo, en la patata y en los granos de trigo). Su forma, casi siempre más o menos redondeada, puede ser esferoidal, ovoidea, más raramente lenticular, o bien poliédrica cuando hay numerosos granos que se comprimen mutuamente.

La forma de los granos y de un modo especial su estratificación suelen ser tan características que sirven para distinguir por medio

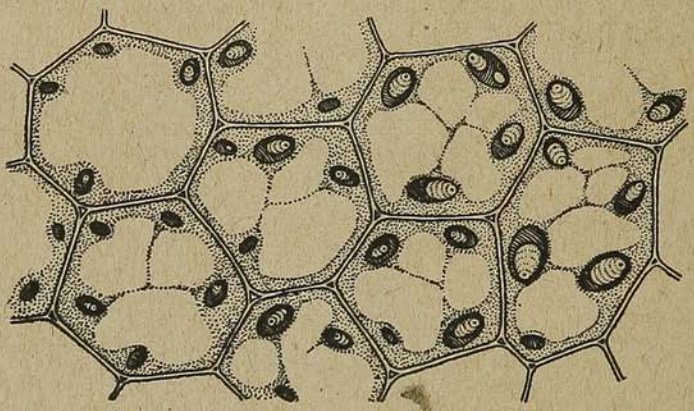


FIG. 102. Formación de almidón en los generadores de almidón; célula del corte transversal de *Pellionia*

del microscopio las diversas suertes de almidón. La estructura estratificada proviene de que el grano se ha formado superponiéndose capas de almidón alternadamente más y menos compactas alrededor de un núcleo. Unas veces las capas son igualmente gruesas en toda su extensión, y el núcleo queda, por consiguiente, en el centro del grano, que se denomina *concéntrico* (almidón de leguminosas, del trigo, centeno, cebada, etc., fig. 103, I y III). Otras veces, por el contrario, las capas de almidón se depositan con mayor espesor por un lado del núcleo que por el otro, de modo que el núcleo resulta situado hacia la periferia del grano y en algunos casos inmediato a la superficie; tales granos se llaman *excéntricos* (almidón de patata, fig. 103, I, y el de las escitamíneas, de las que procede casi todo el arrow-root, fig. 103, VII). Existen además, y no son raros, los *granos de almidón compuestos*, esto es, granos que tienen la forma esferoidal u ovoidea que es común en los granos sencillos, pero están compuestos de un número más o menos grande de granitos poliédricos (el almidón de arroz y el de avena, fig. 103, IV y V). También existen *granos sencillos de forma poliédrica*, como los

del maíz (fig. 103, VI); éstos son originariamente esferoidales, pero se forman con tal abundancia en las células de las partes externas de las semillas, que por su apretamiento mutuo se vuelven poliédricos. Por último, merecen citarse por su extraña forma, semejante a la de los huesos largos, los granos de almidón existentes en los tubos laticíferos

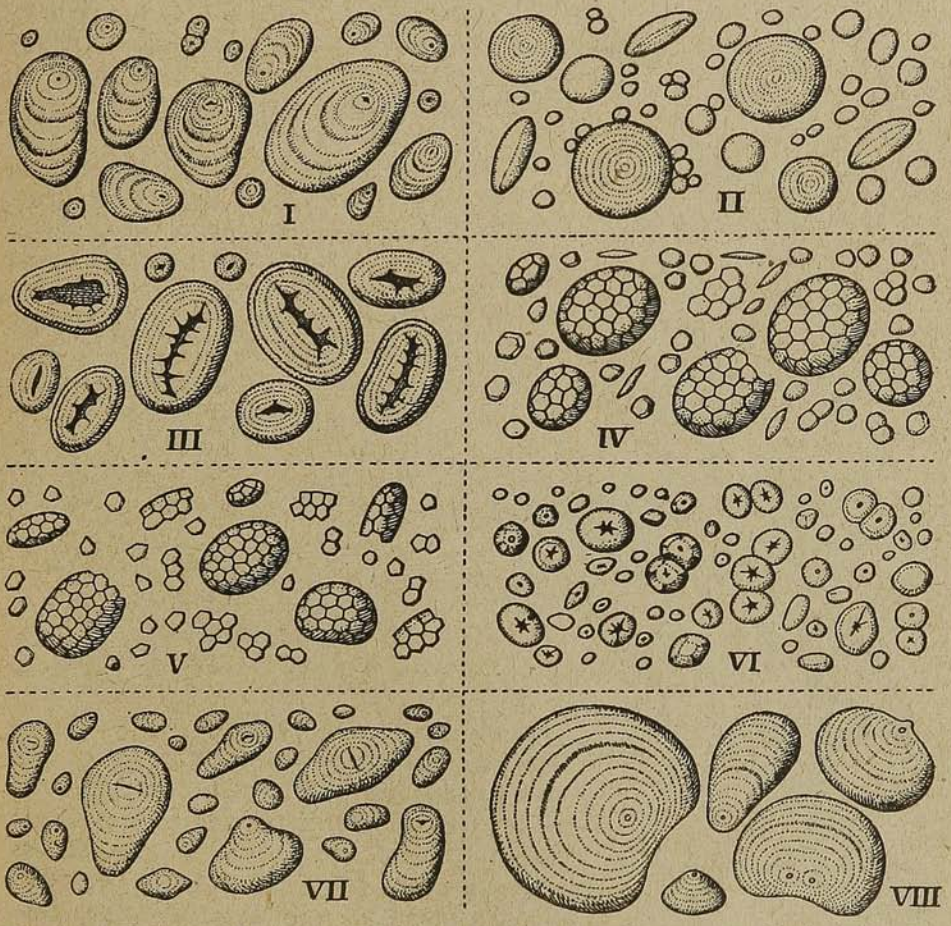


FIG. 103. Almidón: I, patata; II, trigo; III, judía; IV, avena; V, arroz; VI, maíz; VII, maranta; VIII, canna o tolomana

de las especies de *Euphorbia:* granos *humeriformes* o en forma de húmero (fig. 169, *B*).

La forma, el tamaño y la estratificación de los granos de almidón son caracteres hereditarios de cada especie de plantas. Si en un leucoplasto se forma siempre sólo un grano de almidón, encontramos siempre granos de almidón sencillos; si se forman en un leucoplasto siempre varios granos de almidón, encontramos granos compuestos que en sus superficies de contacto se aplastan volviéndose angulosos. Si sólo se forma un grano de almidón en cada leucoplasto, resulta redon-

deado y con capas concéntricas, si se inicia la formación en el centro del leucoplasto, realizándose de un modo uniforme la superposición de capas por todas partes. Pero, si se inicia la formación del grano excéntricamente, el grano resultante es ovalado o aovado y la estratificación es excéntrica. Todo grano de almidón está rodeado de la substancia plasmática del leucoplasto. Las capas aisladas del grano de almidón deben atribuirse a la diferente proporción de agua de los diminutos cristales (triquitas) que forman cada grano; la proporción de agua depende de la concentración de la solución de azúcar, a partir de la cual el leucoplasto elabora el almidón; esta diversa concentración de la solución de azúcar es, a su vez, el resultado de la distinta asimilación durante el día y durante la noche, de modo que también puede decirse que la estratificación de los granos de almidón indica el número de días que el leucoplasto ha necesitado para su formación (fig. 104).

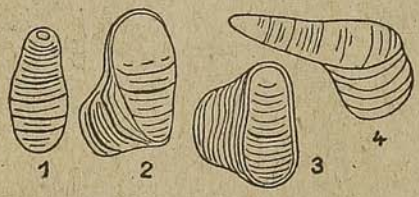


FIG. 104. *Pellionia Daveauana*. Granos de almidón de un esqueje.
1, después de varios días de oscuridad se ha formado solución de almidón a partir de la substancia del grano. 2 y 3, acumulación de nuevas capas a causa de nueve días de asimilación. 4, acumulación de cinco capas después de cinco días de asimilación

La admisión de que el almidón está formado por pequeñas agujas cristalinas, dispuestas radialmente y que, por esto, el grano debe considerarse como un esferocristal, se encuentra corroborada por formar el grano, visto mediante el microscopio de polarización, una cruz negra con el punto de cruce de los dos brazos en el centro de las capas, como ocurre también en otros esferocristales (figura 105).

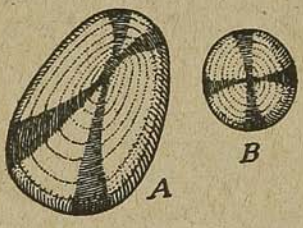


FIG. 105. Granos de almidón vistos mediante el microscopio de polarización.
A, almidón de patatas; *B*, almidón de trigo

Los granos de almidón existen en casi todas las plantas; se exceptúan los hongos y un grupo de algas (rodofíceas). La substancia de que están formados, el almidón, es por su constitución química un hidrato de carbono $(C_6 H_{10} O_5)_n$; en los granos es fácil reconocerlo microquímicamente: por la adición de una ligerísima cantidad de yodo toman inmediatamente coloración azul; en agua caliente el almidón se hincha y se convierte en engrudo; el mismo efecto produce la lejía de potasa; en cambio, los ácidos diluídos disuelven el almidón transformándolo en azúcar. El almidón puro se presenta como un fino polvo blanco y se obtiene sin dificultad arrastrando los granos por levigación con agua de las partes vegetales que lo contienen en abundancia (tubérculos, etc.).

Para que el almidón de reserva pueda ser utilizado por la planta es preciso que sea previamente transformado en substancias solubles, que son conducidas a los lugares de consumo. Esta disolución se efectúa por la acción de una enzima.

Con el nombre de *enzimas* se entienden catalizadores orgánicos, de constitución química desconocida, que aceleran las reacciones químicas. Muy pequeñas cantidades de estas enzimas pueden transformar grandes masas de substancias. Se encuentran repartidas en los tejidos vegetales y se hallan sobre todo también en las semillas. Así, existen en los cereales la *diastasa* (que convierte el almidón en maltosa) y la *maltasa* (que transforma la maltosa en dextrosa). Tal vez la levadura contiene el mayor número de enzimas (por ejemplo, la *zimasa*, que desdobla el azúcar de uva en alcohol y ácido carbónico; la *invertasa*, que transforma la sacarosa en dextrosa, y, además, la *catalasa*, la *maltasa*, la *lipasa* (que desdobla las grasas), la *quimasa* (que coagula la caseína), la *peptidasa* (que desdobla polipéptidos), etc.

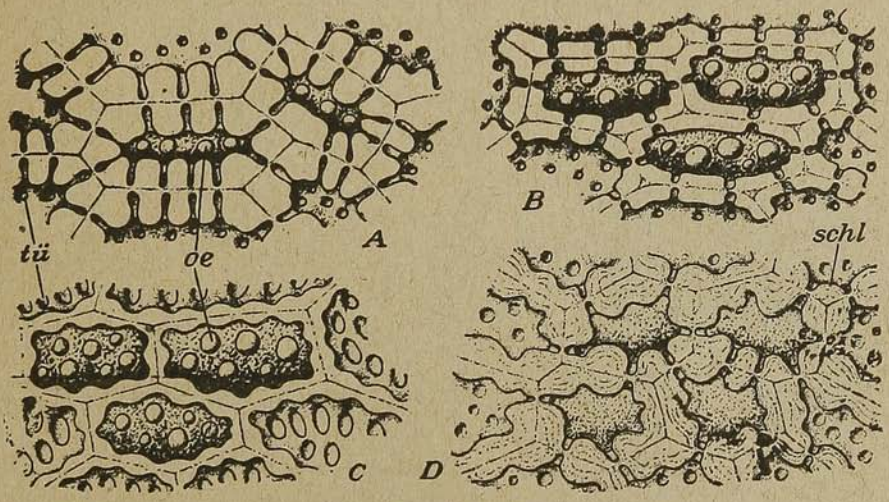


FIG. 106

A, un fragmento del endospermo de *Phytelephas macrocarpa* (marfil vegetal); *B*, ídem del endospermo del cólquico *(Colchicum autumnale)*; *C*, ídem de la semilla del café; *D*, ídem de la semilla de algarrobo *(Ceratonia siliqua)*, con las paredes celulares gelificadas. Las células tienen toda su cavidad llena de protoplasma y aceite graso *(oe)*, y en donde éste ha sido enjugado se ven los poros, *tü*, de la pared celular

De las enzimas se saca mucho partido, por ejemplo, en la fabricación de la cerveza. En la germinación de la cebada se forman diastasa y maltasa, con las cuales el almidón del cereal se transforma en dextrosa; ésta se desdobla en alcohol y ácido carbónico por la acción de la zimasa de la levadura.

Es también importante una *glucosidasa*, la *emulsina*, que desdobla la amigdalina contenida en las almendras amargas en azúcar de uva y benzaldehidocianhidrina; otra glucosidasa es la *mirosina*, que descompone el glucósido *sinigrina*, contenido en la mostaza negra, en esencia de mostaza, azúcar de uva y sulfato potásico. A la acción de las enzimas debe atribuirse también la variación de la actividad de diversas drogas, por ejemplo, de las hojas de digital, de la corteza de frángula, etc. Por medio de altas temperaturas (desecación calen-

tando bastante) o con venenos (vapores de alcohol) podemos hacerlas inactivas.

Los **azúcares** (sacarosa, glucosa, etc.) se encuentran por su fácil solubilidad casi siempre disueltos en el jugo celular. Sólo de disoluciones muy concentradas se separan algunas veces, por ejemplo, en los dátiles, algarrobas, cebolla albarrana. Los azúcares están muy extendidos en el reino vegetal.

Celulosa de reserva. Materia de reserva (hemicelulosa), que se encuentra a menudo en las semillas en forma de capas de engrosamiento de la membrana celular. Se distingue de la verdadera celulosa por su desdoblamiento en los ácidos diluídos. Se halla, por ejemplo, en la palmácea *Phytelephas macrocarpa* (figura 106), con cuyas semillas se obtienen los botones de marfil vegetal, y además en la nuez vómica y sobre todo en muchas semillas de monocotiledóneas (fig. 107).

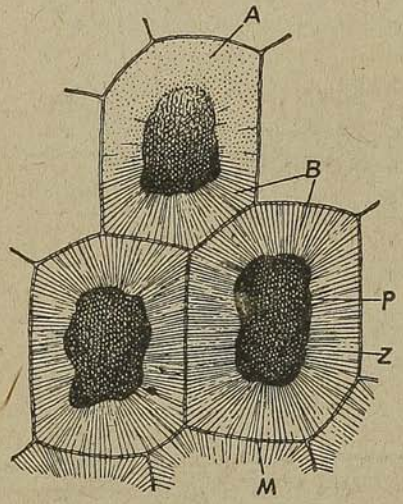


FIG. 107. Corte transversal de la semilla del *Strychnos Nux vomica*, en solución de yodo, visto con gran aumento.

P, protoplasto; *Z*, membrana celular; *M*, capa media; *A*, enlaces protoplasmáticos cortados transversalmente; *B*, los mismos, cortados a lo largo

Tanto a través de las mismas membranas celulares gruesas, como también especialmente a través de las delgadas de los canales de los poros, pasan numerosos compuestos del plasma *(plasmodesmas)*, que generalmente ya se hacen visibles mediante la solución de yodo (fig. 107).

Aceites esenciales y aceites grasos. Son muy numerosas las plantas en cuyas células alberga el citoplasma aceites esenciales o grasos en forma de gotitas muy refringentes, muy diversas en volumen, pero, de ordinario, pequeñísimas. Los aceites grasos (mezclas de ésteres de los ácidos grasos) deben conceptuarse como substancias de reserva; a veces se presentan también en forma de granos blancos con figuras irregulares o de agujas cristalinas. Los aceites esenciales no aparecen nunca como materias de reserva. Generalmente son productos de secreción (véase más adelante «Órganos de secreción»); sin embargo, en las corolas de muchas plantas se hallan finísimas gotitas de aceites esenciales en el citoplasma de las células, en donde pueden tomar también forma cristalina.

Inulina. Es un polisacárido y suple al almidón en las raíces y rizomas de plantas de varias familias, compuestas principalmente, pero se halla también en las campanuláceas, algunas violáceas, etc. En la planta viva está disuelto en el jugo celular, y se separa en la forma característica de esferocristales (fig. 108) después de una desecación muy rápida o, mejor aún, por inmersión prolongada en alcohol

absoluto de la parte vegetal de que se trate. Los esferocristales se disuelven lentamente en agua fría, con rapidez en la caliente. Por hidrólisis se forma fructosa. Análogamente se comporta la *sinistrina* en la cebolla albarrana.

Albuminoides. Ya dijimos que el protoplasma está constituído principalmente por substancias albuminoideas. Pero también el jugo celular contiene con frecuencia albúmina, y del jugo celular proceden los llamados *granos de aleurona*, que son *albuminoides proteínicos del grupo de las globulinas*. La formación de estos granos es originada por pérdida de agua del jugo celular, con lo que la proteína cristaliza en muy variadas formas (fig. 109).

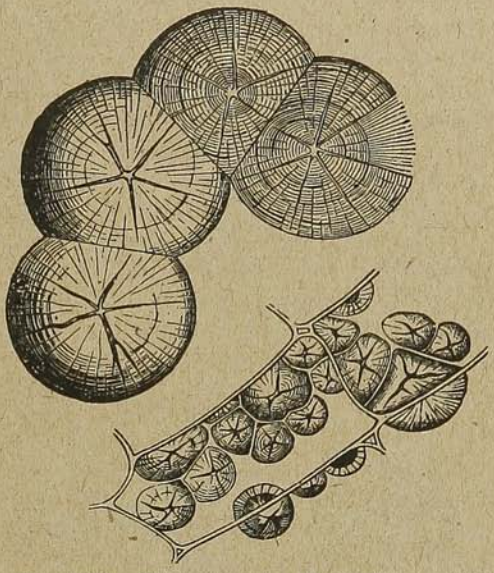


FIG. 108. Esferocristales de inulina en las células de los tubérculos de *Dahlia variabilis*. Con fuerte aumento. (Según Sachs)

En un gran número de casos los granos de proteína o de aleurona son diminutos corpúsculos redondeados, como sucede en las semillas de leguminosas, cuyas células contienen abundantes granos de almidón voluminosos, y el restante espacio celular se halla repleto de aquellos menudísimos glóbulos proteínicos.

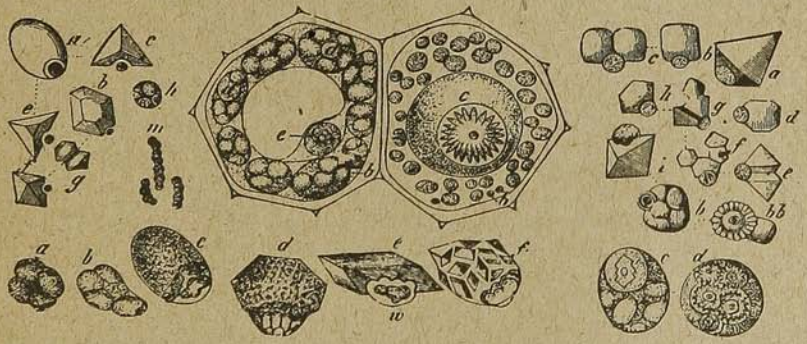


FIG. 109. Granos de aleurona de diversas formas; en el medio, dos células llenas de granos de aleurona. Fuertemente aumentado. (Th. Hartig)

Otras veces alcanzan los granos de aleurona un tamaño considerable; así ocurre, por ejemplo, en las semillas de ricino (fig. 110) y de *Bertholletia* (nuez de Pará), y en general en las semillas muy oleaginosas. Los granos de aleurona de estas semillas suelen tener inclusiones, que generalmente sólo se hacen visibles después de un trata-

miento con reactivos apropiados. Distínguense las inclusiones siguientes : los *cristaloides*, especie de cristales constituídos únicamente por proteínas (los cristaloides pueden hincharse en el agua, a diferencia de los cristales) ; los *globoides*, gránulos redondeados en que las globulinas están combinadas con el ácido fosfórico, calcio y magnesio; finalmente, los *cristales de oxalato cálcico*. No siempre coexisten en los granos de aleurona estas tres especies de inclusiones ; a menudo se encuentra en los granos sólo una u otra de estas inclusiones.

En las capas más externas de algunas variedades de patatas y en las túnicas de la cebolla las células contienen a veces granos aislados, raras veces numerosos, de proteína, en forma de cristaloides.

Asparagina. Se halla siempre disuelta en el jugo celular, y se puede hacer que cristalice por adición de alcohol. Es una substancia muy difundida en el reino vegetal, y tiene importancia en el proceso

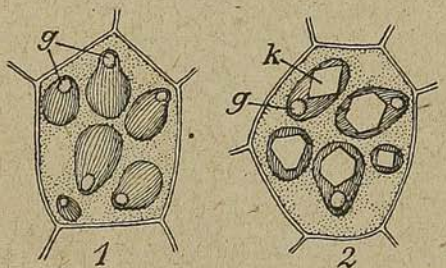


Fig. 110. Endospermo del *Ricinus communis*, indicando : 1, en glicerina, sólo los globoides (*g*), y 2, en agua, los globoides (*g*) y los cristaloides (*k*)

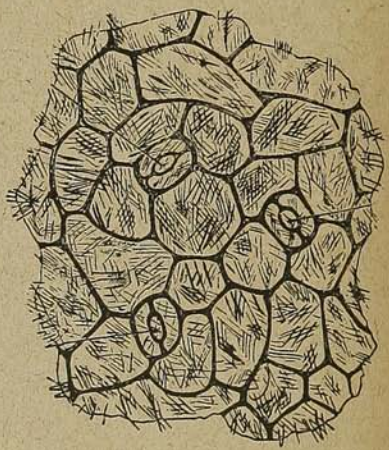


Fig. 111. Células epidérmicas de una hoja de *Duboisia myoporoides*, mostrando los cristales de duboisina producidos por la adición de lejía de potasa. Con fuerte aumento. (Según J. Möller)

constructivo de la materia viva, pues toma parte en la síntesis de los albuminoides. Puede hacerse cristalizar por adición de alcohol.

Alcaloides. Son bases vegetales nitrogenadas disueltas en el jugo celular. Generalmente están unidas a los ácidos (ácido málico, ácido tánico, etc.), formando sales fácilmente solubles. Si a una sección bajo el microscopio se le añade lejía de potasa, se separa el alcaloide, cristalizado, por lo común, en agujas finas (fig. 111). Sobre las funciones de los alcaloides, que sean materias de reserva, o productos de desintegración, etc., las investigaciones no han arrojado todavía ninguna claridad.

Glucósidos. Existen, lo mismo que los alcaloides, disueltos en el jugo celular. Son combinaciones que por desdoblamiento hidrolítico producen un azúcar (una hexosa) y otro cuerpo de diversa índole. Frecuentemente se hallan unidos a los compuestos tánicos. Según Pfeffer, el papel de los glucósidos en la economía de la planta es el de acumuladores de azúcar, merced a su propiedad de ser difícilmente

dializables; como grupos especialmente importantes de glucósidos merecen notarse las saponinas, y, además, los glucósidos que actúan sobre el corazón: *Digitalis*, *Strophantus*, *Convallaria*, etc.

Materias tánicas. Están asimismo disueltas en el jugo celular. En las partes vegetales desecadas (drogas) las materias tánicas han quedado en forma de concreciones angulosas, transparentes, o bien han sido absorbidas por las paredes celulares. Las cortezas contienen ordinariamente substancias tánicas oxidadas, las llamadas *substancias flobáfenas*, a las cuales deben su coloración característica, parda, pardo rojiza más o menos oscura y hasta negra.

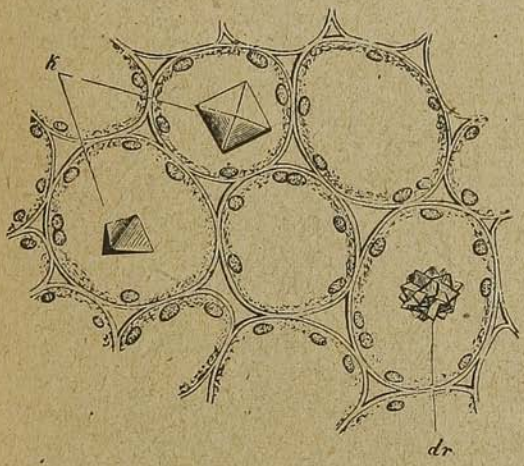


FIG. 112. Cristales de oxalato cálcico en las células del peciolo de una *Begonia* (aum. 200). *k*, cristales aislados; *dr*, drusa

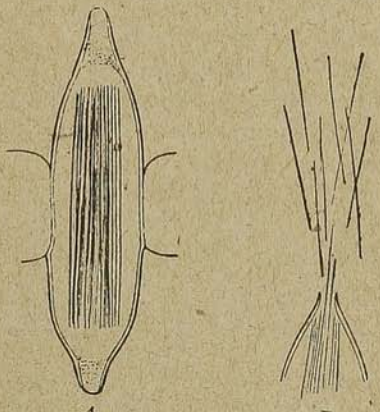


FIG. 113

A, célula con un haz de rafidios de una hoja de *Pistia Stratiotes*; *B*, extremo abierto de una célula igual, mostrando la salida de una parte de los rafidios. Aumento de 250 diámetros. (Según Haberlandt)

Ácidos orgánicos. Existen en el jugo celular, ya libres, ya unidos a los álcalis, y sobre todo a la cal, ya unidos a los alcaloides. No es muy frecuente la existencia de ácidos libres; como ejemplos pueden citarse el ácido cítrico en los limones y el cítrico y tartárico en los tamarindos. Entre los principales ácidos que aparecen en combinación se cuentan el acético, propiónico, butírico, valeriánico, succínico, tartárico y cítrico.

Cristales. Con rarísimas excepciones, los cristales que se observan en las células son de *oxalato de calcio*, los cuales se hallan muy extendidos en el reino vegetal incluídos siempre en las vacuolas, donde se producen por la acción del ácido oxálico libre, substancia nociva que existe constantemente en el jugo celular como producto secundario de los cambios materiales, sobre las sales cálcicas absorbidas del terreno. Otra teoría supone que el ácido oxálico, resultante de una oxidación incompleta en la respiración, almacena las grandes cantidades de sales cálcicas en forma insoluble y así disminuye la presión

osmótica en la célula. Stahl los conceptúa en muchos casos como un medio de protección contra la voracidad de los caracoles.

Los cristales suelen presentarse *aislados* (octaedros tetragonales o prismas monoclínicos), o reunidos en *drusas;* con frecuencia estas formas pueden observarse a la vez en una misma célula o al menos en células próximas (fig. 112). Otras veces los cristales de oxalato cálcico tienen la forma de largas agujas *(rafidios)*, numerosamente agrupadas en haces (fig. 113), o bien son granos sumamente pequeños que como *arenilla cristalina* llenan el espacio celular. La presencia de rafi-

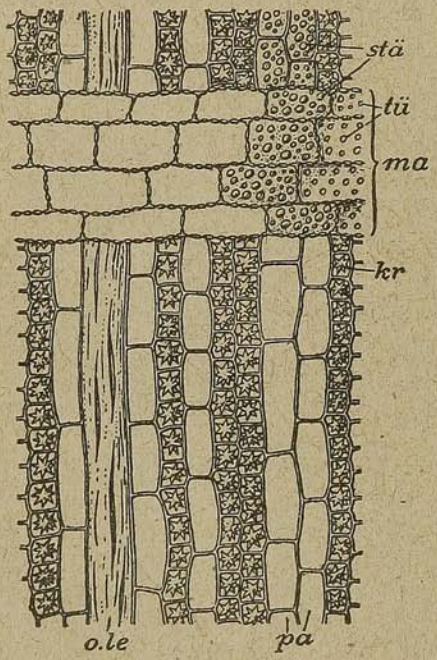


FIG. 114. Sección longitudinal radial de la corteza de la raíz de granado.
kr, fibras cristalíferas; *ma*, radio medular; *tü*, poros de las células del mismo; *stä*, granos de almidón

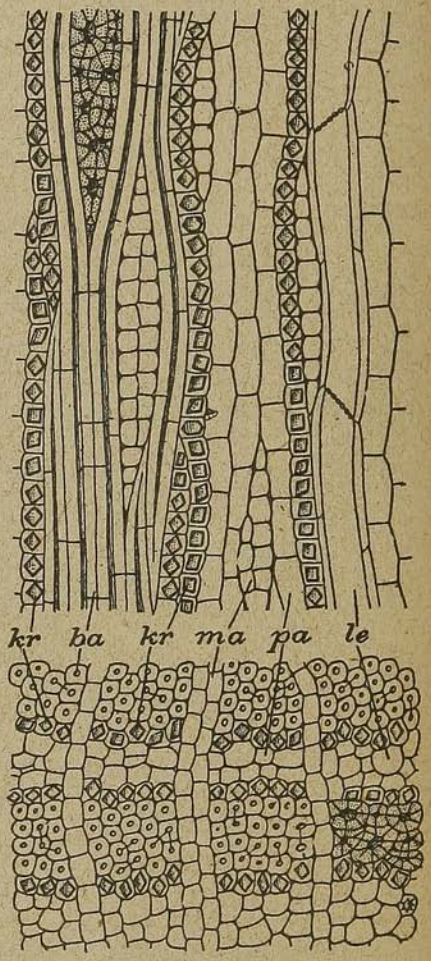


FIG. 115. Corteza de roble en sección longitudinal tangencial y en sección transversal.
kr, fibras cristalíferas; *ba*, fibras liberianas; *ma*, radio medular; *pa*, parénquima; *le*, tubos cribosos del leptoma

dios y arenillas de oxalato cálcico es característica en grupos enteros del reino vegetal. Así, por ejemplo, en las hojas de todas las especies de *Aloe* encontramos grandes haces de rafidios, y en las hojas de muchas solanáceas, por ejemplo, en el tabaco, abundan las células con arenillas cristalinas. Las células que contienen cristales, especialmente aquellas que poseen las dos formas últimamente descritas, suelen estar

muy engrosadas y se destacan muy claramente en los tejidos. Ordinariamente se las denomina *células cristalíferas*. Todas las células que contienen rafidios, sobre todo monocotiledóneas, vitáceas, balsaminá ceas, rubiáceas, contienen también mucilago y poseen elevada turgescencia, de modo que al desgarrarse las células, los cristales son proyectados con violencia.

En muchas plantas están los cristales ordenados de un modo muy característico en las llamadas *filas de células de cristales*. Éstas se hallan, por lo general, contiguas a elementos mecánicos (haces de fibras liberianas, grupos de células pétreas), entre los cuales forman series regulares. Existen principalmente en la corteza secundaria de muchas dicotiledóneas y su formación es debida a que las células del cámbium se dividen por tabiques transversales en pequeños compartimientos, en cada uno de los cuales se forma un cristal de oxalato cálcico, o más raramente una drusa. El nombre, antes generalmente empleado, de fibras de cámaras de cristales *(fibras cristalíferas)* es inexacto ; con el nombre de fibras siempre se entiende una célula o serie de células (fibras divididas por tabiques), cuyos extremos terminan en punta, lo que no ocurre en las filas de células de cristales. Tales fibras cristalíferas, cuyos extremos se adelgazan en punta, contienen a veces en sus celdas hasta 30 cristales (figs. 114 y 115).

Muy pocos casos se conocen de cristales de sulfato o carbonato cálcicos. Su reconocimiento y consiguiente distinción de los de oxalato se logran fácilmente por medio del ácido sulfúrico o del ácido acético.

Resinas, gomas, caucho. En muchos casos la producción de gomas, resinas o bálsamos es efecto de *alteraciones patológicas* del contenido celular o de las membranas, o bien se originan aquellas substancias, no en las células vivas, sino en grandes *espacios intercelulares* de formación tardía.

La membrana celular

Cada una de las células que constituyen una asociación celular, y asimismo la generalidad de las que viven como individuos independientes, están circuídas por una cubierta que se denomina *pared celular* o *membrana celular*, la cual en los elementos jóvenes es una delgada película de *celulosa*, pero más tarde experimenta transformaciones variadísimas. La célula joven cumple un proceso de crecimiento, al término del cual llega a alcanzar frecuentemente un tamaño cien veces y en muchos casos hasta mil veces mayor que el primitivo, ya conservando su figura originaria más o menos globosa, isodiamétrica, o adquiriendo una forma completamente distinta (ramificada, fusiforme, en largas fibras, etc.). La forma que toman las células depende naturalmente de la función que han de ejecutar en la parte de planta a que pertenecen. Pero la planta, para la persistencia de su vitalidad exige un cierto grado de resistente solidez, y las formaciones encar

gadas de esta función puramente mecánica requieren no solamente una configuración y tamaño adecuados, sino, además, la suficiente resistencia en sus paredes.

Infiérese de esta consideración que el crecimiento de las paredes de una célula joven debe manifestarse en dos aspectos diferentes: el acrecentamiento de su *superficie*, correlativo del crecimiento del cuerpo celular, y el aumento de su *espesor*, que presta a la célula la necesaria consistencia, a veces en un grado elevadísimo.

Crecimiento en superficie. La pared celular joven es una delgadísima membrana, finamente porosa, hidratada y fuertemente extensible. Su crecimiento en superficie se verifica porque en sus poros deposita constantemente el protoplasma nuevas micelas de celulosa, al par que la vigorosa turgencia del plasma es causa de la dilatación de la pared. Este modo de crecimiento se denomina *intususcepción* (= agregación de dentro afuera, crecimiento por interposición de material).

Crecimiento en espesor. Éste es un proceso muy complicado que ya tiene lugar en cierta medida durante el crecimiento en superficie, pero que se efectúa con especial intensidad cuando la célula ha alcanzado su mayor volumen y, por tanto, ha terminado el crecimiento en extensión de la membrana celular. El espesamiento se verifica, ya porque el protoplasma va depositando gradualmente substancia celulósica sobre la membrana celular, o bien, y éste parece ser el caso más frecuente, porque el protoplasma segrega de un golpe una nueva membrana delgada de celulosa, que se adhiere a la superficie interna de la membrana primitiva. Este modo de crecimiento se designa con el nombre de *aposición* (= crecimiento por superposición de materia). Esta capa de espesamiento recién formada se nutre ahora de celulosa por intususcepción hasta que alcanza un cierto espesor, y puede entonces seguir creciendo por aposición de una nueva capa de espesamiento segregada por el protoplasma. La estratificación que así resulta en la pared celular puede observarse todavía con mucha claridad en las «células mecánicas» adultas (fig. 116).

El espesamiento de la membrana en células y vasos rara vez se verifica uniformemente sobre toda la extensión de la pared (véase figura 152, *A-F*). Aparte de que el espesamiento puede afectar sólo a una, dos o tres paredes, mientras la cuarta queda enteramente libre, todavía en aquéllas existen algunos espacios en los que el espesamiento no se verifica. Tanto en las células como en los vasos las áreas de espesamiento muestran a menudo la forma de bandas espiraladas o anilladas (fig. 152, *A-C*); otras veces dichas áreas son ramificadas y resultan, ya escaleriformes, ya reticulares (fig. 152, *D*, *E*). Las partes que han quedado libres de espesamiento se llaman *puntuaciones* o *poros*, los cuales presentan muy diversos tamaños. Según cómo se ha verificado el crecimiento en espesor, muestran los poros en su conjunto disposiciones muy características y fáciles de reconocer al microscopio (fig. 152, *d* y *g*). Siendo la finalidad de los poros permitir el cambio de

jugos entre las células o vasos, se corresponden para ello constantemente los poros de dos elementos contiguos (fig. 116, *l-m*). Obsérvese, sin embargo, que estos poros no son orificios que atraviesen la pared celular, sino que en ellos persiste la primitiva membrana delgada *(membrana primaria* o *lámina media)*, permeable a los líquidos celulares. Una forma especial de poros, los llamados *poros areolados*, resulta de que las capas de espesamiento se prolongan por encima de la lámina media no engrosada, y arqueándose, forman por cada lado una

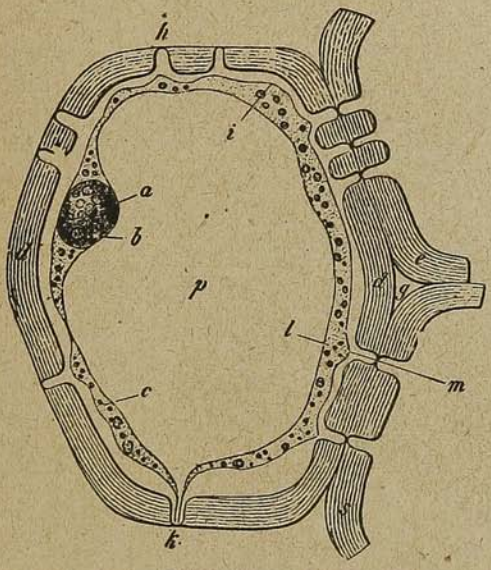


FIG. 116. Sección transversal de una célula parenquimatosa con paredes espesadas.
d, *e* y *s*, paredes de tres células contiguas; *a*, núcleo; *b*, nucleolo; *c*, utrículo protoplásmico contraído; *p*, vacuola central; *l-m*, poros correspondientes. Con fuerte aumento. (R. Hartig)

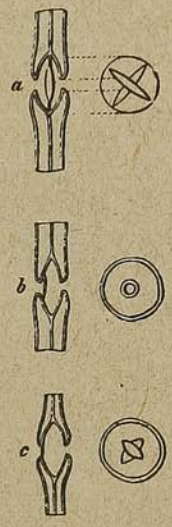


FIG. 117. Poros areolados de diversas formas en sección transversal.
A la derecha, su aspecto vistos de frente; *b* y *c*, con la lámina media aplicada contra la pared. Con fuerte aumento. (Th. Hartig)

bóveda abierta (fig. 117). De este modo la lámina media puede actuar como una válvula dentro de la cavidad del poro, aplicándose contra la pared hacia uno u otro lado según la mayor o menor presión osmótica en una y otra célula.

La delgada lámina media puede experimentar un desarrollo ulterior cuando está situada entre una célula de activa vitalidad y un elemento de protoplasma degenerado o muerto, por ejemplo, un vaso. En tal caso, la turgencia del elemento vivo empuja y dilata la lámina media, y en el interior del vaso se introduce por el poro una evaginación de dicha célula, en forma de saco o hernia. Estas neoformaciones, que suelen ser voluminosas, y muchas veces obturan los vasos, reciben el nombre de *tilios*.

Los espesamientos de la pared en células y vasos tienen por principal misión dotar a estos elementos de la resistencia necesaria para

evitar su aplastamiento por la compresión lateral, análogamente a como se aumenta la resistencia de un tubo de delgado cartón introduciendo en él una espiral de alambre perfectamente adaptada a sus paredes.

Se da el nombre de *luz*, o *lumen*, al hueco que en los elementos celulares dejan libre los espesamientos de sus paredes, denominación que se aplica más frecuentemente en los vasos.

Es relativamente raro que la membrana celular esté constituída por *celulosa* pura, hidrato de carbono que tiene la misma composición que el almidón $(C_6H_{10}O_5)_n$ y que se caracteriza por las siguientes reacciones: el cloruro de zinc yodado, o el yodo después de tratamiento por ácido sulfúrico dan a la celulosa una bella coloración azul; el óxido cúprico amoniacal o el ácido sulfúrico concentrado la disuelven rápidamente; es insoluble en los ácidos y álcalis diluídos, pero se hincha con la lejía de potasa. Comúnmente, la membrana celular contiene junto a la celulosa mayor o menor cantidad de *materias pécticas*, las cuales se distinguen fácilmente porque no las tiñe el cloruro de zinc yodado, y porque se disuelven en los álcalis, tratadas previamente por los ácidos diluídos. En la distinta conducta de la celulosa pura y de las materias pécticas con los disolventes químicos se funda el procedimiento de *disgregación* de los elementos de un tejido por la *mezcla de Schulze* (ácido nítrico y clorato potásico). Hemos visto antes cómo engruesan las membranas celulares por aposición de sucesivas capas segregadas por el citoplasma. Las capas últimamente formadas están constituídas por celulosa casi pura, las precedentes son según su mayor o menor antigüedad progresivamente más ricas en materias pécticas, de las que, casi exclusivamente, se halla compuesta la membrana primaria. Por consiguiente, si se calienta un fragmento del cuerpo de una planta, leño, corteza, etc., en una mezcla de ácido nítrico y clorato potásico, se logra la separación completa de las células, disgregadas unas de otras por disolución de la membrana primaria. En lugar de la celulosa existe en los hongos otro hidrato de carbono, la *metacelulosa* o *fungina*. En las bacterias, la membrana está generalmente formada por substancias albuminoideas.

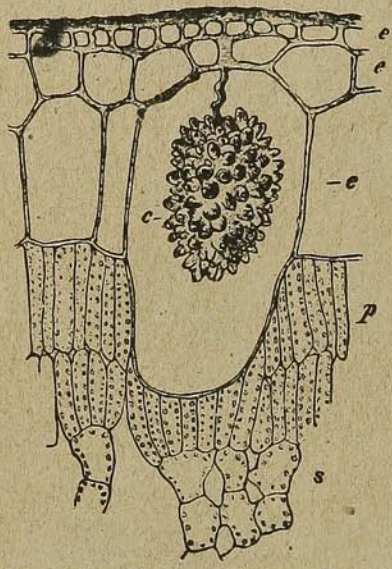


FIG. 118. Sección transversal de la hoja de *Ficus elastica* (aumento 250). *c*, cistolito; *e*, células epidérmicas; *p*, células en empalizada; *s*, parénquima esponjoso. (Según Strasburger)

En el curso del desarrollo de las células pueden sus membranas experimentar numerosas *alteraciones químicas*, de las cuales describiremos aquí brevemente las más importantes.

Si la membrana debe actuar como una cubierta impermeable al agua en estado líquido o de vapor, se depositan durante el espesamiento capas de *suberina*, substancia formada principalmente por ácidos grasos especiales; la blanda y flexible membrana celular queda *suberificada (convertida en corcho)*. El mismo efecto es logrado por la formación de capas de *cutina*, substancia semejante a la suberina, y de la cual se halla compuesta la cutícula epidérmica del tallo y de las hojas. Las membranas suberificadas y cutinizadas se coloran de amarillo con ácido sulfúrico y yodo, y de rojo con el Sudán III.

Se dice que una membrana está *lignificada* cuando en sus capas celulósicas de espesamiento se ha depositado *lignina*, mezcla de diversas substancias químicas (coniferina, vanilina, etc.), que constituye una parte importante de la membrana en los elementos histológicos de la madera. La lignina da dureza y rigidez a las membranas, pero sin quitarles su permeabilidad para el agua líquida o en vapor, y en general para los gases. Las membranas lignificadas se tiñen de rojo con floro-

glucina + ácido clorhídrico, y de amarillo con el sulfato de anilina, así como con yodo y ácido sulfúrico.

Membranas mucilaginosas existen especialmente en el tegumento de las semillas (semilla de lino, de membrillo, etc.), pero se encuentran también en el interior de los tallos y hojas. En estado seco son, por lo regular, bastante duras, pero el agua produce en ellas rápidamente un hinchamiento considerable, y muchas veces acaban licuándose por completo. El mucilago vegetal puede tener otros distintos orígenes; deben mencionarse su producción en los espacios intercelulares (canales mucilaginosos, por ejemplo, en las malváceas, tiliáceas, etc.) y su formación a consecuencia de heridas (alteración patológica de la celulosa, por ejemplo, la goma del cerezo).

El *ácido silícico* y las *sales de calcio* se hallan también con frecuencia sedimentados en las membranas, comúnmente en estado amorfo, y el oxalato de calcio muy rara vez también cristalizado. Silicificada está, por ejemplo, la epidermis de las gramíneas y equisetáceas; lo mismo acontece en la membrana de las diatomeas, que por este motivo en la combustión o putrefacción conservan su forma inalterada.

Deben mencionarse también en este lugar los *cistolitos* (fig. 118), concreciones de celulosa y carbonato cálcico que presentan las células epidérmicas de las moráceas, urticáceas y acantáceas, y que son precisamente característicos de estas familias. Se conceptúa que tales formaciones tienen su origen en el proceso de espesamiento parietal, y están contenidos siempre en células de gran tamaño. En un punto cualquiera de las paredes de una célula que de un modo gradual está aumentando considerablemente de volumen, se extiende hacia el interior un apéndice de celulosa pura, que será el pedicelo del cistolito. Este pedicelo se incrusta de ácido silícico, y en su extremo libre se acumulan, estratificándose, sucesivas láminas de celulosa, sobre las cuales se va depositando carbonato cálcico amorfo; así se forma un cuerpo arracimado y verrugoso, que es el cistolito. Tratando por un ácido mineral una preparación que contiene cistolitos, se observa bajo el microscopio cómo se disuelve el carbonato cálcico con efervescencia, mientras que el pedicelo permanece inalterado y el cuerpo del cistolito se manifiesta como un fino esqueleto de celulosa.

Génesis de las células

Existen dos tipos esencialmente distintos de formación celular.

1. *División celular.* Va precedida de la división del núcleo, proceso que ya hemos descrito en páginas anteriores. Vimos allí que después de la separación de los dos núcleos hijos, la placa ecuatorial se convierte en una pared celular, con lo cual resultan dos células hijas, en las cuales han quedado totalmente repartidos todos los elementos de la célula madre: núcleo, citoplasma, cloroplastos y membrana (fig. 96).

El caso de formación celular por *gemiparidad*, que se verifica en la multiplicación de las levaduras y en la formación de las células reproductoras de ciertos hongos (conidios, basidiosporas), difiere, por varios respectos, del tipo que acabamos de describir. La célula emite un pequeño brote o yema, en la que se aloja una parte del protoplasma y del núcleo. Esta yema va creciendo gradualmente al par que se adelgaza el istmo de unión con la célula madre, de la cual acaba por desprenderse (figs. 91 y 236).

2. *Formación celular libre.* Aquí no tiene lugar la tabicación que hemos visto en el primer caso, y la formación de la nueva membrana es independiente de la división del núcleo. Además, no todo el protoplasma de la célula madre es utilizado en la construcción de las células hijas, y las membranas de éstas no tienen ninguna parte

común con las paredes de la célula primitiva. Como ejemplo mencionaremos aquí la formación de esporas en los ascomicetos. Los utrículos esporíferos *(ascos)* de estos hongos presentan, cuando jóvenes, un solo núcleo y gran cantidad de plasma. De este núcleo se originan por bipartición repetida cuatro núcleos hijos, y aun más frecuentemente ocho, cada uno de los cuales se rodea de una cierta cantidad de citoplasma, que finalmente desarrolla en torno de ellos sendas membranas sólidas,

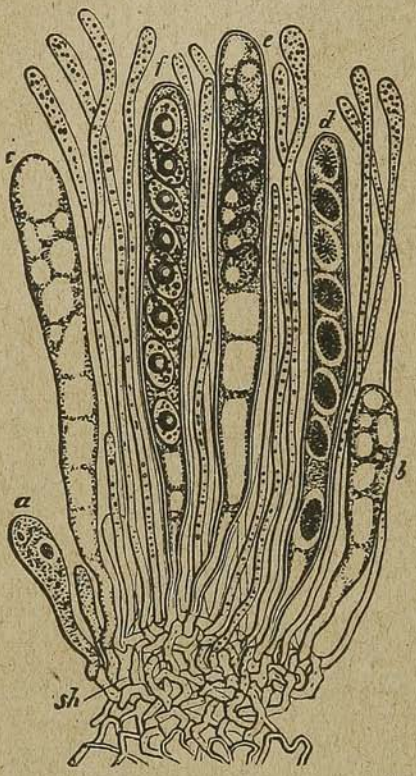


FIG. 119. Formación celular libre en los utrículos de *Peziza convexula*.
a-f, fases sucesivas del desarrollo de los ascos y esporas. Con gran aumento. (Según Sachs)

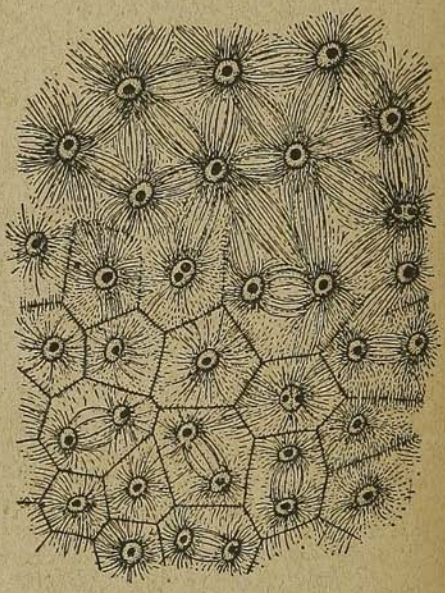


FIG. 120
Reseda odorata. Formación celular en el endosperma. (Según Strasburger)

independientes unas de otras. Se han formado así cuatro u ocho células, las llamadas esporas, provista cada una de membrana, citoplasma y núcleo, e incluídas en el restante protoplasma de una sola célula madre, el *asco*, considerablemente acrecida en forma de un robusto utrículo (fig. 119). Este resto de plasma no invertido en la formación de esporas degenera poco a poco en una masa gelatinosa muy ávida de la humedad, que sirve con su hinchamiento para provocar la brusca ruptura del *asco* y el lanzamiento de las esporas.

Formación celular libre se observa también a menudo en la génesis del endospermo, en la del prótalo de las gimnospermas, etc. La célula primitivamente mononuclear, por repetidas divisiones del núcleo se vuelve polinuclear y sólo entonces, cuando se ha alcanzado poco más o menos el tamaño definitivo del órgano, comienza la formación de

membrana celular. Aquí se forman fragmoplastos nuevos en el citoplasma (fig. 120). También la delimitación de los elementos del saco embrional se efectúa por formación celular libre.

Los tejidos

Se designa con el nombre de *tejido* todo grupo de células estrechamente asociadas y que en conjunto están al servicio de una determinada función en el organismo vegetal.

Génesis de los tejidos. Conocemos no pocas plantas cuyo cuerpo vegetativo consta de una sola célula; tales, por ejemplo, muchas formas de algas y hongos. Con mucha más frecuencia — así en todas las plantas superiores — el cuerpo vegetativo está formado por inmenso número de células, entre las cuales tiene lugar una estricta división del trabajo; todas ellas, sin embargo, proceden de una sola célula por *continuada bipartición* o *tabicación* (verdadera formación de tejidos).

Si la célula originaria se divide constantemente según una misma de sus dimensiones, resultan *filamentos celulares*, en los que cada dos células consecutivas sólo se tocan por dos caras extremas. *Láminas celulares*, esto es, simples capas de células, se producen cuando la célula originaria se divide sucesivamente en dos dimensiones, y, por último, dividiéndose la célula primitiva o las que de ella resultan según las tres dimensiones del espacio, se originan los *cuerpos celulares*.

Por continua división celular es como se engendran los tejidos verdaderos. Hay casos en que *la concrescencia de células o filamentos celulares primitivamente libres* origina un conjunto que semeja un tejido (falso tejido), como sucede especialmente en varios grupos de hongos. El cuerpo fructífero de los hongos superiores, o sea precisamente lo que en el lenguaje vulgar se llama «hongo», es un conglomerado de finísimos filamentos celulares, con frecuencia muy ramificados, que son las llamadas *hifas*, las cuales, o se hallan dispuestas paralelamente formando cordones, como en el pedicelo que sostiene el sombrerillo de tales hongos, o se entretejen en una maraña tan tupida, que los cuerpos que forman, muestran en su sección transversal una engañosa apariencia de verdadero tejido *(seudoparénquima)*.

Clasificación anatómico-fisiológica de los tejidos (según Haberlandt). Según la función que los diversos tejidos tienen que desempeñar, se les agrupa en determinado número de *sistemas*, los cuales pueden encerrarse en cuatro categorías, correspondientes a las primordiales necesidades que la planta, como todo ser orgánico, ha de satisfacer para llegar a cumplir su fin último, que es la reproducción. Todas las funciones de la vida vegetativa atañen, en efecto, a una de estas cuatro necesidades primarias: *construcción de la planta*, su *protección*, *resistencia* y *nutrición*.

1. Sirve para la construcción del cuerpo vegetal:

   Sistema de tejidos de formación (meristemos).

2. Para la protección:

   Sistema tegumentario.

3. Para la resistencia:

   Sistema mecánico o esquelético.

4. Para la nutrición:

   a) Sistema de absorción.
   b) Sistema de asimilación.
   c) Sistema conductor.
   d) Sistema de reserva.
   e) Sistema de arcamiento.
   f) Sistema de secreción.

5. Para el movimiento:

   Sistema de movimiento.

6. Para recibir la excitación:

   Órganos sensibles de la excitación.

7. Para conducir la excitación:

   Órganos conductores de la excitación.

8. Para el crecimiento secundario en grosor:

   Sistema del crecimiento secundario en grosor.

Omitimos el tratar de los órganos provocadores de movimientos y de los órganos sensitivos.

En rigor, debiera tratarse aquí de los sistemas de tejidos que sirven para la reproducción. Sin embargo, es corriente transferir su estudio a los capítulos correspondientes de la Sistemática.

Teniendo en cuenta la finalidad de este libro, en las páginas que siguen hacemos una exposición muy sucinta de los sistemas de tejidos.

La construcción de la planta. Tejidos de formación

Entre los multiformes tejidos de una planta se encuentran determinadas células o grupos de células que por las continuas divisiones que en ellas se verifican, acrecientan la masa del cuerpo celular y el número de sus órganos. Contrastan por esa especial actividad con todos los demás tejidos de la planta, los cuales se llaman *tejidos de duración* en contraposición a los primeros, que se denominan *tejidos de formación* o *meristemos*.

Tejido de formación ha de encontrarse, naturalmente, en aquellas partes de las plantas superiores donde tiene lugar el crecimiento en longitud; así, pues, en el extremo del tallo (fig. 121) y de la raíz (fig. 122), y en los extremos de todos sus brotes laterales, así como en las yemas. Constan los meristemos de pequeñas células de paredes delgadas, muy ricas en protoplasma y que se dividen continuamente. El lugar ocupado por tejido de formación en el extremo de los brotes (y también en las yemas, que no son otra cosa que brotes en rudimento) se llama *punto vegetativo* (figuras 121 y 122). El meristemo de estos puntos se denomina *meristemo primitivo*, porque conserva la naturaleza primigenia del meristemo del embrión y es la fuente primera de formación de tejidos.

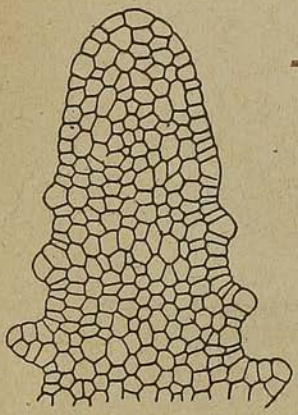


Fig. 121. Sección longitudinal del ápice vegetativo de la *Helodea canadensis*. Con fuerte aumento. (Según Kny)

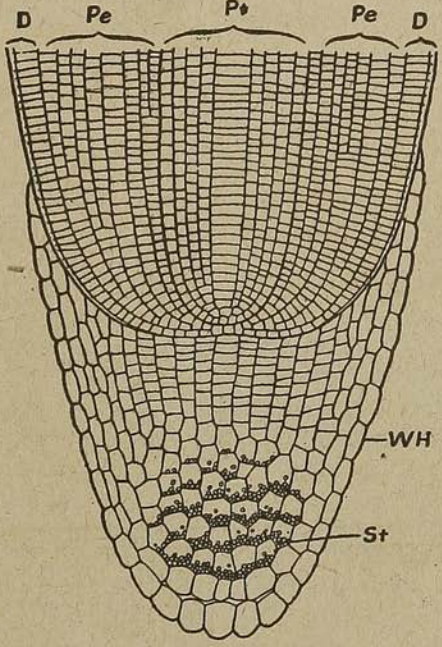


Fig. 122. Punto de vegetación de la cebada. *WH*, pilorriza con almidón de estatolitos (*St*); *D*, dermatógeno; *Pe*, periblema; *Pl*, pleroma

En las talofitas, así como en los musgos y helechos, frecuentemente el punto vegetativo consiste no en un tejido, sino en una sola célula de formación, la *célula apical*, de gran tamaño, constantemente en muy fecunda actividad de división, y que es ella sola el foco del crecimiento.

Mientras que la célula apical en los hongos y en las algas sencillas es cilíndrica, en algas superiores encontramos células apicales en forma de vidrio de reloj. En algunos musgos hepáticos encontramos una célula apical gladiada que está recubierta por el tejido apical. En la mayoría de las criptógamas celulares, sin embargo, encontramos, tanto en el punto de vegetación de la yema, como también en las raíces, una célula apical en forma de pirámide de tres caras, a la cual se adap-

tan las nuevas membranas celulares, según puede verse bien sobre todo en el corte transversal (figs. 123 y 124).

En los puntos de vegetación de las gimnospermas y de las angiospermas no se efectúa ya el crecimiento por una célula apical, sino que aquí encontramos un tejido de pequeñas células, en el cual no se puede reconocer ninguna célula como célula madre primitiva.

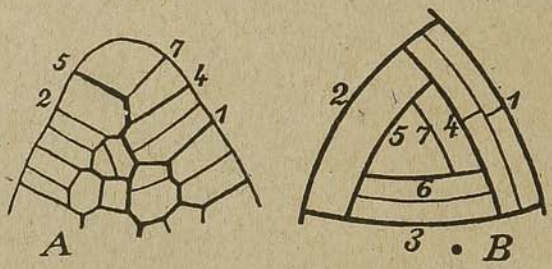


FIG. 123. Crecimiento de la yema a través de una célula apical en el equiseto. *A*, corte longitudinal; *B*, visto de frente. Los números indican la sucesión de la serie de las paredes segmentarias según la edad. (Según Nägeli y Schwendener)

Cerca del punto vegetativo en los tallos y raíces de las plantas superiores puede reconocerse ya, por lo general, un comienzo de diferenciación histológica de la masa celular recientemente formada por el meristemo primitivo. En ella se distinguen, en efecto, tres zonas.

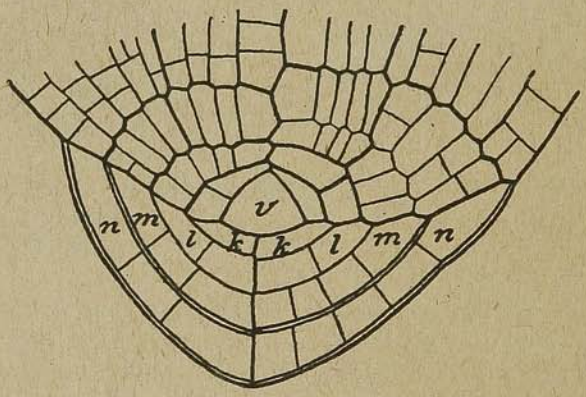


FIG. 124. Crecimiento de las células apicales de la raíz de un helecho *(Pellaea hastata)*. *v*, célula apical cubierta por los segmentos en forma de cofia *k*, *l*, *m*, *n*. (Según Nägeli y Leitgeb)

La externa, que es generalmente una sola capa de células dispuestas con mucha regularidad, se llama el *dermatógeno*, y se convierte más tarde en la epidermis; en él se observan ya los esbozos foliares como pequeñas protuberancias. La zona interna, que es una masa conoidea compuesta de muchas capas de células, recibe el nombre de *pleroma* y será más adelante el cilindro central de la raíz o el tallo. Sus células se alargan en dirección paralela al eje del miembro mostrando ya su

carácter prosenquimatoso, y por gradual evolución se transformarán en los elementos de los haces conductores y de la médula. Finalmente, entre el dermatógeno y el pleroma existe una región formada por varias capas de células parenquimatosas, el *periblema*, del cual se origina la corteza (fig. 122).

En todas las verdaderas raíces se desarrolla sobre el ápice vegetativo un tegumento formado por varias capas de células, la *pilorriza* o *cofia*, que lo protege de las erosiones que le produciría el rozamiento con el terreno. La pilorriza, a medida que se desgasta, es renovada

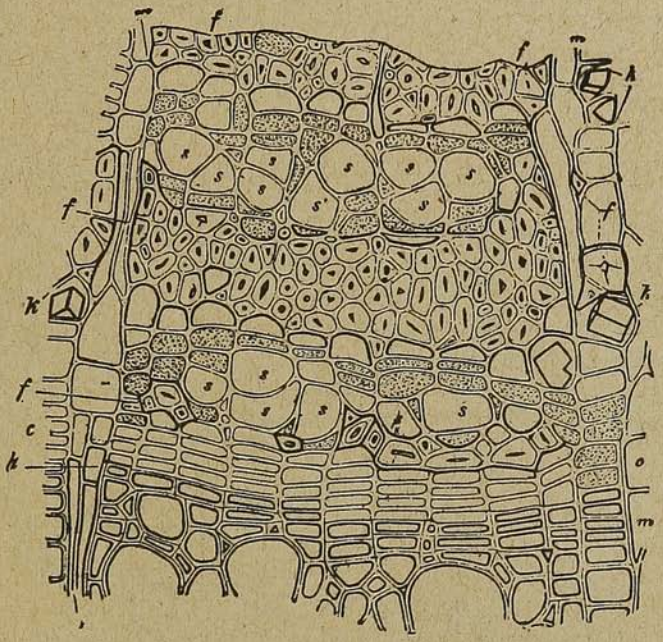


FIG. 125. Parte de una sección transversal de una rama de tilo.
h, límite externo de la zona leñosa; *c*, zona de cámbium; a partir de ella, toda la parte superior es zona liberiana; *s*, tubos cribosos; *f*, grupo de fibras liberianas; *k*, células cristalíferas; *m*, radios medulares. Aumento 220. (Según De Bary)

por la misma actividad del punto vegetativo: la célula apical en los helechos, el meristemo primitivo en las plantas superiores (figs. 122 y 124).

En las gimnospermas y dicotiledóneas ocurre que, mientras la mayor parte de las células formadas por el meristemo primitivo prosiguen su crecimiento y quedan convertidas en células de duración (por ejemplo, las coníferas), otras conservan el estado embrional de sus células madres y constituyen una zona de meristemo primario, llamada *cámbium* (fig. 125, *c*), el cual, situado entre las porciones cribosa y vascular de los haces conductores (las dos partes de cada haz que pertenecen respectivamente al líber y al leño), es causa por su actividad proliferante del llamado *crecimiento secundario en grosor*

de las raíces y tallos (fig. 159). En las monocotiledóneas, por el contrario, todas las células que resultan de la actividad de los meristemos primitivos se convierten en elementos de duración ; no existe entre el líber y el leño la zona generatriz o cámbium (fig. 159) y, por tanto, no se verifica en estas plantas un verdadero engrosamiento secundario.

Acontece también que tejidos ya formados, y que muestran hallarse en estado de duración (por ejemplo, células epidérmicas y células del parénquima cortical), recobran súbitamente la facultad de multiplicar sus elementos y se convierten en tejidos de formación, que se llaman *meristemos secundarios*. Tales son, por ejemplo, el *felógeno*, por cuya actividad se forma el súber o corcho ; y el *callus* de las heridas, meristemo adventicio cuya proliferación las cierra formando sobre ellas una callosidad.

Tejidos de protección. Sistema tegumentario

Para la protección contra muchos agentes exteriores que podrían causar daño al organismo vegetal, y para el fin, además, de evitar la desecación del mismo, están todos los órganos de las plantas superiores revestidos de un tegumento formado por una o varias capas de células y denominado la *epidermis*.

La epidermis consta de células tabulares que están unidas sin dejar espacios intermedios, son escasas de protoplasma, contienen

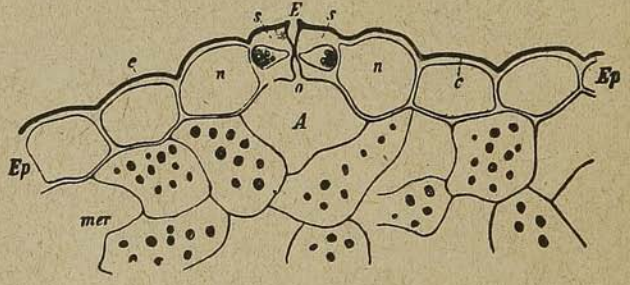


Fig. 126. Sección transversal de la epidermis *(Ep)* del envés de la hoja de *Mentha piperita*.
s, células de cierre de la abertura estomática ; *n*, células anejas ; *c*, cutícula ; *mer*, parénquima esponjoso. Con fuerte aumento. (Tschirch)

gran cantidad de agua, y carecen generalmente de clorofila. La pared libre de las células epidérmicas muestra un considerable espesamiento ; sobre las capas puramente celulósicas, que son las más internas, existen otras penetradas de cutina *(capas cutinizadas)*, y sobre éstas se extiende una delgada lámina de cutina, la *cutícula*, que a modo de una película de barniz reviste sin interrupción de continuidad toda la epidermis (figs. 126, *c*, y 127). La cutina es una substancia impermeable, y por ello sirve la cutícula para evitar a la planta perjudiciales pérdidas de agua. En las plantas que viven en climas muy secos adquiere la

cutícula un grosor extraordinario, y todavía puede estar reforzada su acción por la secreción de cera que en forma de finísimos gránulos o bastoncitos se deposita sobre la epidermis. Para regular la evaporación y para dar entrada al aire hacia los espacios intercelulares de los parénquimas existen en los órganos aéreos los llamados *estomas* (fig. 126, *E*), aberturas que pueden abrirse o cerrarse según las necesidades del momento (véase más adelante el « Sistema de oreamiento »).

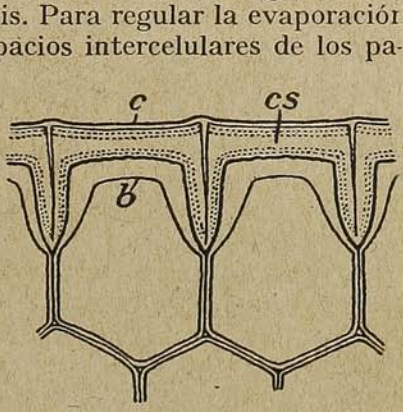


FIG. 127. Células epidérmicas de l hoja de la *Gasteria acinacifolia*. *c*, cutícula; *cs*, capas ligeramente cu tinizadas; *b*, capa de celulosa. (Segú Haberlandt)

Las células de cierre de los estomas sobresalen de las células epidérmicas (fig. 128). Las células epidérmicas de las plantas inferiores, por ejemplo, de los helechos, contienen clorofila; en las plantas de semillas, la epidermis se ha especializado exclusivamente como órgano protector y no transforma ya sus arquiplastos en cloroplastos. Pero, como, en realidad, toda célula epidérmica contiene los elementos para formar los cloroplastos, vemos que en las células de cierre se desarrollan los cloroplas-

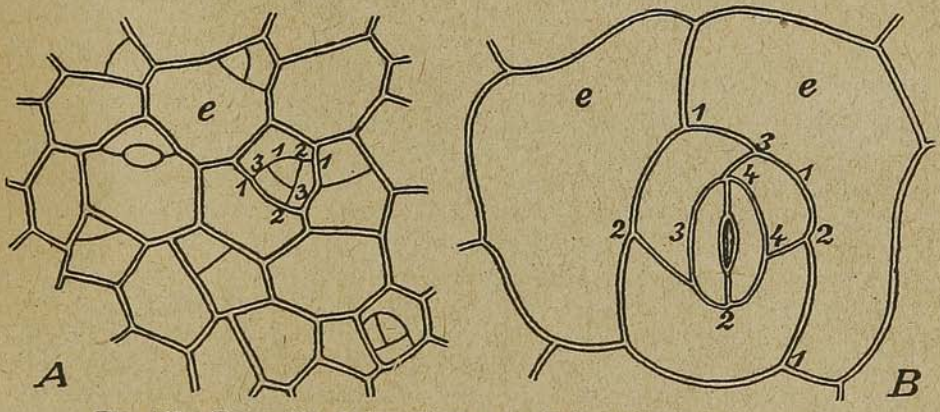


FIG. 128. Formación de los estomas en la hoja del *Sedum palustre*. *A*, muy joven; *B*, fase casi final. Los números indican la sucesión de las membranas que limitan las células adjuntas antes del completo desarrollo de las células de cierre; *e*, células epidérmicas. (Según Sachs)

tos, que jamás pueden formarse de nuevo del citoplasma, a partir de sus arquiplastos.

En su aspecto, las células epidérmicas son poligonales o tienen contornos ondulados; la primera forma se encuentra generalmente en las hojas coriáceas (hojas de gayuba) y la última en las hojas delicadas, facilitando una unión más sólida de las células superficiales.

Para el diagnóstico tiene a menudo importancia la forma de las *células adjuntas* de las de cierre. En las plantas monocotiledóneas encontramos cuatro células adjuntas, estiradas, de paredes rectas y paralelas a la rendija del estoma. En las labiadas existen dos células adjuntas, de contorno ondulado, situadas alrededor de los dos polos de las células de cierre ; en las malváceas y en las solanáceas generalmente hay tres células adjuntas, una de las cuales es marcadamente menor que las otras.

El espesamiento de la pared exterior de las células epidérmicas que en muchas plantas llega a ser muy considerable, produce además el efecto de aumentar la resistencia de tales plantas. Sin embargo, en los órganos en que circula gran cantidad de agua y en que existe el crecimiento en grosor, como los tallos y raíces de los árboles, y, en general, de las dicotiledóneas leñosas, no presta la epidermis, con su única capa de células, suficiente protección a los órganos internos, principalmente porque llega un tiempo en que es destruída por no

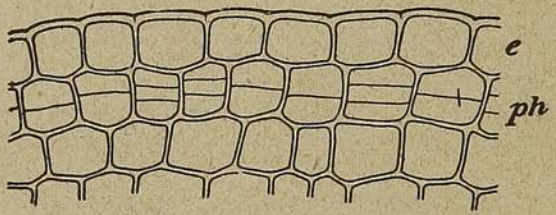


Fig. 129. Principia la formación del corcho. *e*, epidermis ; *ph*, felógeno

poder resistir la extensión causada por el crecimiento en grosor. En muy raros casos se conserva la epidermis perennemente ; tal sucede en el muérdago *(Viscum album)*, en el cual se forma una epidermis pluriestratificada, a la que se ha dado el nombre de *epitelio cuticular*. Lo general es que, a medida que progresa el crecimiento en grosor, la epidermis es sustituída por el *súber* o *corcho*, tejido que consta de múltiples capas de células tabulares (fig. 129), cuya delgada membrana está formada totalmente de suberina. El súber se origina por la actividad de una zona proliferante llamada *felógeno* (vocablo que significa generador de corcho), la cual se forma de las capas corticales externas, o rara vez de la epidermis, como meristemo secundario.

El felógeno, además de engendrar las capas de súber hacia fuera, origina hacia dentro un tejido parenquimatoso, el *felodermo*, que contribuye al engrosamiento de la corteza. El conjunto de súber y felodermo recibe el nombre de *peridermo*. La formación de súber puede estudiarse de modo sobremanera ejemplar en el alcornoque, del cual procede el corcho que se utiliza en la industria, compuesto de numerosísimas capas de súber.

En muchos casos se forman tardíamente sucesivos estratos de felógeno en regiones más profundas de la corteza, los cuales engendran las consiguientes zonas de súber (secundario, terciario, etc.). Las por-

ciones de tejido cortical que quedan por fuera de estas zonas ulteriores de súber resultan aisladas por éste de los jugos circulantes y concluyen por convertirse en tejidos muertos. Éstos, juntamente con dicho súber, constituyen el llamado *ritidoma* (fig. 130).

Todo el tejido del ritidoma puede conservarse en el tronco, por ejemplo, en el alcornoque, o bien puede ser expulsado regularmente. En el último caso los sucesivos felógenos forman capas concéntricas

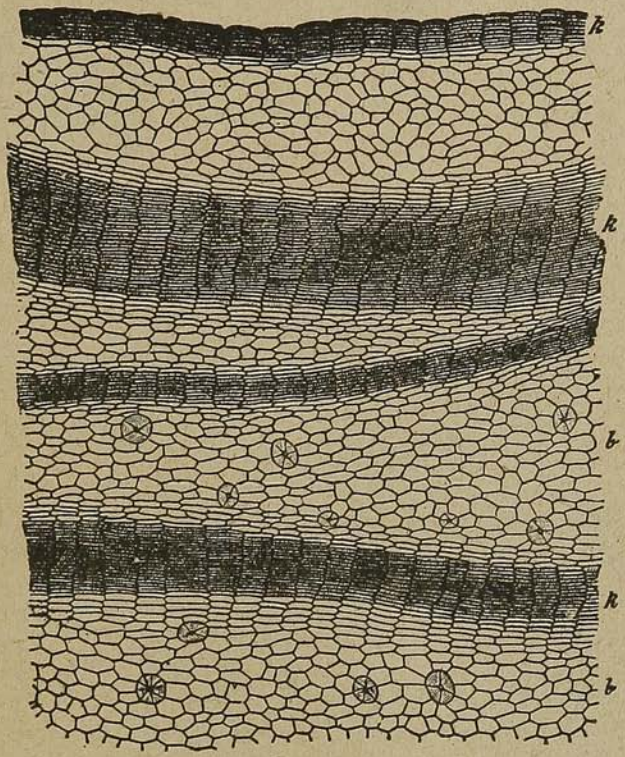


FIG. 130. Formación de ritidoma en la *Cinchona Calisaya*. Sección transversal de la corteza. *k*, zonas de súber; de las zonas intersubéricas se forma el ritidoma; *b*, tejido cortical. Con gran aumento. (Berg)

y las capas viejas saltan o se arrollan, por ejemplo, en el cerezo, o se desprenden en forma de largas tiras, como en la vid. Esta suerte de ritidoma se llama ritidoma anular. Pero, si las zonas de los felógenos que de nuevo aparecen no forman capas concéntricas, sino depresiones en forma de hoyos, se dice que el felógeno es escamoso; éste se desprende entonces en forma de discos, por ejemplo, en el plátano.

El primer felógeno formado puede llegar en su crecimiento a un estacionamiento al cabo de corto tiempo, por ejemplo, en los frutos pero puede continuar su actividad años enteros, alternando con el súber, produciendo, al terminar el período vegetativo, células de paredes gruesas, por ejemplo, en el abedul. Mientras que aquí las célula-

de corcho tienen color blanco, a causa de su contenido de betulina y de aire, las últimas células desprendidas, de paredes gruesas, son pardas. El corcho formado por la actividad periódica de un felógeno es, por esto, blanco por fuera y pardo por dentro.

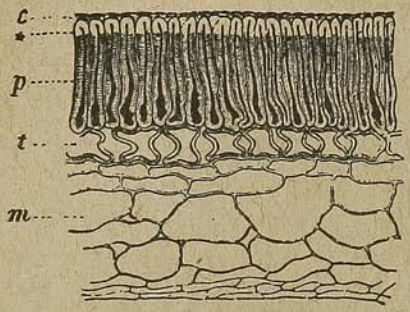


Fig. 131. Sección transversal del epispermo de un guisante.
p, epidermis formada por células en empalizada de paredes muy gruesas; *c*, cutícula. Con gran aumento. (J. Moeller)

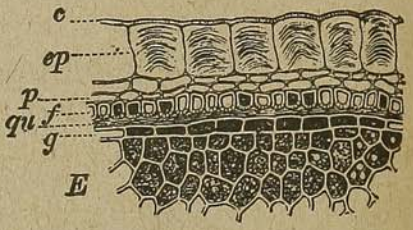


Fig. 132. Sección transversal (en el plano marginal) de una semilla de lino.
ep, epidermis con las capas mucilaginosas hinchadas; *c*, cutícula. Con gran aumento. (J. Moeller)

El felógeno forma, pues, hacia fuera tejido de súber, que se caracteriza por ser impermeable al agua por contener incorporada *suberina* (éster glicérico del ácido subérico, es decir, un compuesto graso); por su contenido en suberina se colorea por la acción de colorantes de las grasas, por ejemplo, con alcanina y rojo Sudán. Las membranas contienen, además, materias tánicas, que actúan como protectoras respecto de infecciones por hongos y a ellas se debe el color pardo de la mayoría de los tejidos de corcho (formándose flobafenos por oxidación). Las células de corcho son tubulares y están yuxtapuestas sin espacios intercelulares; sus láminas medias, y generalmente también la más interna, están de ordinario lignificadas.

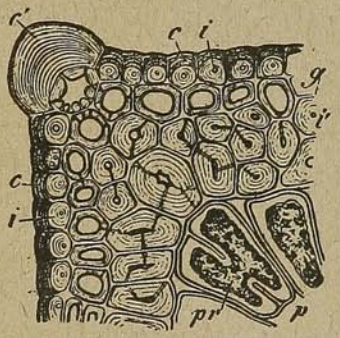


Fig. 133. Sección transversal en una aguja de *Pinus Pinaster* (800).
c, capas cutinizadas de las células epidérmicas; *i*, capas internas no cutinizadas; *c'*, enorme espesamiento de la pared de una célula situada en la arista de la hoja acicular; en *g i'* las células hipodérmicas; *g*, lámina media; *i'*, celulosa estratificada; *p*, parénquima clorofiliano; *pr*, contenido celular del mismo en estado de contracción. (Según Sachs)

En las raíces de las dicotiledóneas y de las gimnospermas el peridermo se forma del pericambio, es decir, de la capa que está debajo de la endodermis. También se forma peridermo en las heridas, tanto en las que se producen por acciones externas (por ejemplo, en las rodajas de las patatas) como también a causa de heridas fisiológicas, por ejemplo, al arrancar hojas.

Allí donde la epidermis no es reemplazada por una formación suberosa y, sin embargo, es necesaria una vigorosa protección contra

los agentes exteriores, como acontece en las semillas, se logra el conveniente grado de resistencia por un extraordinario espesamiento de la pared celular, hasta el extremo, a veces, de desaparecer el lumen o luz del elemento (fig. 131).

El espesamiento de las paredes celulares puede en tales casos estar constituído por celulosa pura o por substancia mucilaginosa (fig. 132), la cual en estado seco es poco menos resistente que la primera, pero en contacto del agua se hincha poderosamente. Algunas plantas consiguen aumentar la resistencia y dureza de la epidermis mediante la silicificación de sus membranas (equisetos).

Para el reforzamiento de la epidermis, y también para dotar a la planta de un compartimiento acuífero periférico, existe con frecuencia

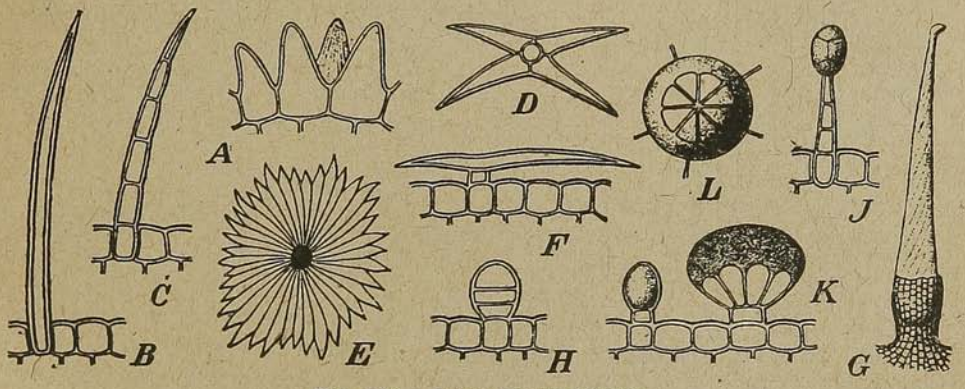


FIG. 134. Pelos de las plantas.

A, papilas epidérmicas de un pétalo; *B*, pelo sencillo unicelular; *C*, pelo sencillo pluricelular; *D*, pelo estrellado; *E*, pelo escamoso; *F*, el mismo, en sección longitudinal; *G*, pelo urticante de la ortiga; *H*, pelo mucilagíneo; *J*, pelo glanduloso con cabezuela de pocas células; *K*, pelo glanduloso con cabezuela multicelular (escama glandulosa); *L*, el mismo, visto por encima. Con fuerte aumento

la llamada *hipodermis* (fig. 133), zona subepidérmica uni o pluriestratificada, formada, ya por células no espesadas, ya más frecuentemente por elementos espesados de índole colenquimatosa o esclerenquimatosa.

Como apéndices epidérmicos deben considerarse los *pelos* o *tricomas*, que se presentan así en la raíz como en los tallos y hojas. Se originan de la epidermis, o bien de las capas más externas de aquellos órganos, por el crecimiento de una sola o de varias células que de diversos modos se transforman en un apéndice más o menos elevado. Casi nunca muestran una disposición regular. Se denominan simplemente pelos los tricomas producidos por la prolongación de una sola célula epidérmica, ya se conserve indivisa (pelo unicelular), ya por ulteriores divisiones se convierta en un pelo pluricelular. Los aguijone (por ejemplo, las «espinas» de las rosas) son tricomas originados p grupos más o menos grandes de células epidérmicas.

Los *pelos radicales* (fig. 145) son los órganos de que se vale la ra para absorber el agua del terreno con las sales nutritivas que lleva

disolución. Distan siempre algunos milímetros del ápice de la raíz, y a medida que ésta crece, mueren y desaparecen de sus partes más antiguas. De la importantísima actividad de los pelos radicales se hablará con más detenimiento al tratar de la nutrición de las plantas.

Los *pelos de las partes aéreas* — tallos y hojas — ofrecen una gran diversidad de formas (fig. 134), y sirven, en consecuencia, para diversos fines. Todas las formaciones pilosas se hallan en un principio llenas de citoplasma. Muchas lo conservan permanentemente, pero en otras va desapareciendo poco a poco y es sustituído por el aire. De

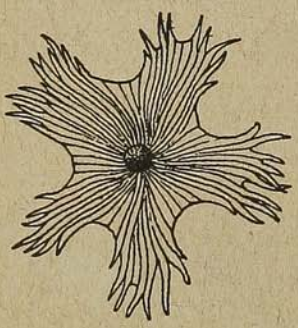


Fig. 135. Pelo escamoso de la cara superior de la hoja del *Hippophae rhamnoides*. (Según Haberlandt)

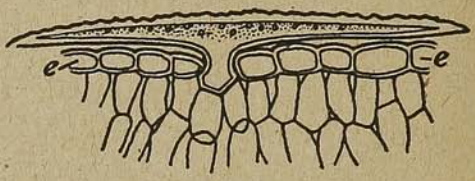


Fig. 136
Pelo unicelular fusiforme de la cara inferior de la hoja del *Cheiranthus Cheiri*. *e*, epidermis. (Según De Bary)

este modo constituyen los pelos, especialmente si son muy numerosos y tienen forma de escamas, un manto protector contra los cambios bruscos de temperatura, y sirven además como atenuadores de la transpiración (figs. 135 y 136). Las células epidérmicas se abultan a veces formando papilas, como sucede con frecuencia en los pétalos, que deben a ello el aspecto aterciopelado tan grato a los ojos. Un más avanzado prolongamiento de las células epidérmicas da origen a los pelos sencillos, que pueden ser unicelulares o, por tabicación transversal, pluricelulares. Existen también pelos ramificados (pelos estrellados, escamosos, fasciculares, etc.) (fig. 137). En particular, son importantes los *pelos glandulosos*, en los cuales la célula terminal se hincha en forma globosa o de clava y aun suele experimentar, finalmente, varias divisiones; esta glándula terminal, ya sea uni o pluricelular, produce una secreción más o menos abundante que se acumula entre la pared exterior de las células y su impermeable cutícula, la cual se despega de las capas subyacentes. Merecen citarse especialmente los *pelos urticantes*, pelos largos unicelulares, ensanchados por abajo en forma de

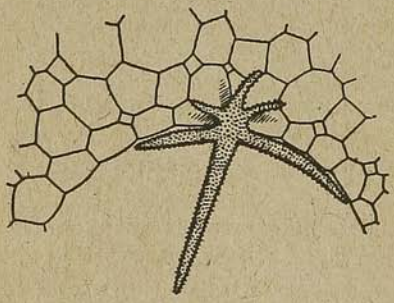


Fig. 137. Corte transversal del pecíolo de una hoja de la *Nymphaea alba*. En el espacio intercelular sobresale un pelo estrellado provisto de cabecilla calcárea. (Según Miehe)

botella y adelgazados hacia su extremo superior, donde rematan en un botoncito redondeado. Estos pelos tienen su membrana incrustada de sílice en la región superior y calcificada en la inferior, por lo cual son rígidos y quebradizos. Entre la cabecita terminal y el resto del pelo existe una porción estrecha o cuello en que la membrana es más delgada, y es por donde se rompe el pelo con facilidad cuando la cabecita es tocada aunque sea levemente. Caída ésta, los afilados bordes de la superficie de fractura y la dirección oblicua que ésta tiene, a semejanza del bisel de una aguja para inyecciones, facilitan la penetración del pelo dentro de la piel, donde se vierte rápidamente su contenido. Este líquido urticante no es ácido fórmico, como se creía en otro tiempo, sino que su acción cáustica se debe a toxinas que contiene de naturaleza albuminoidea.

Tejidos de resistencia. Sistema esquelético

(Sistema mecánico)

El sistema epidérmico evita a la planta los efectos perjudiciales que los agentes exteriores causarían en ella si actuaran directamente sobre sus tejidos; pero, además, la planta necesita poseer medios especiales que aseguren la integridad de su organismo, dotándolo de la resistencia necesaria para soportar su propio peso y para defenderse contra la fuerza del viento. Las plantas acuáticas no necesitan, cuando sus órganos están rodeados por el agua, protección alguna en este sentido. Así, las cañas de las gramíneas se encorvan por la acción del viento, y deben tener, por consiguiente, resistencia a la flexión; los troncos de los árboles, para no romperse bajo el peso de sus copas, han de tener suficiente resistencia a la presión; las raíces tienen que resistir tracciones poderosas, y así sucesivamente. Para este fin mecánico existen, principalmente, las *fibras esclerosas* (ya liberianas, ya leñosas), que se encuentran repartidas de diversos modos en el cuerpo de la planta en relación con el trabajo que deben realizar. Los principios de su distribución son los mismos que rigen la técnica de las construcciones; así, por ejemplo, en los órganos que han de sufrir fuertes tracciones, las fibras esclerosas se agrupan formando un cordón central a semejanza de un cable; los órganos sobre los que han de obrar especialmente fuerzas de flexión poseen un anillo periférico de fibras esclerosas; análogamente están construídos los que han de soportar grandes presiones, o bien tienen los elementos tenaces distribuídos por toda la sección transversal.

Los elementos del sistema esquelético son, como los del sistema conductor, de forma estirada o cúbica. Los primeros juegan el principal papel, y son las *fibras esclerosas*, llamadas también *fibras de esclerénquima* (fig. 138, *C-E*), denominándose *liberianas* las de la corteza y *leñosas* las del leño. En realidad, las dos son fisiológica y también morfológicamente iguales o casi iguales. Como su diferente nombre

sólo es debido a su situación topográfica, a veces, por ejemplo, en una droga en polvo no puede fijarse si se trata de fibras de líber o de leño; entonces se habla sólo de «fibras». Sus paredes están siempre más o menos engrosadas y presentan sólo escasos poros, por lo general en forma de rajas, mediante los cuales estan en comunicación con las células vecinas. Si el espesamiento parietal es muy considerable — a

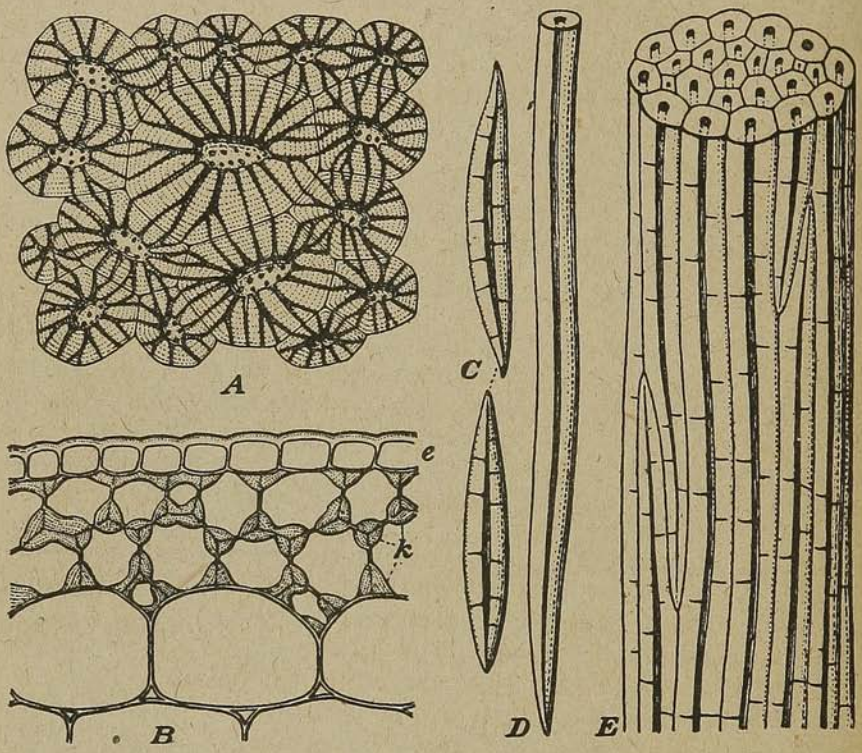


FIG. 138

A, grupo de esclereidos (nido de células pétreas); *B*, colénquima (sección transversal de un tallo joven; *e*, epidermis; *k*, colénquima); *C*, *D*, fibras esclerosas aisladas (*C*, fibras cortas, rugosas, con poros abundantes; *D*, fibra estirada típica); *E*, haz de fibras esclerosas

veces llega a desaparecer el lumen de la célula —, los poros aparecen en la sección transversal como finísimos canales. Las fibras esclerosas tienen con frecuencia gran longitud, conforme a la función de que están encargadas; no son raras las que pasan de 1 cm. (los vasos de tal longitud son aún mucho más frecuentes). Pero también se conocen fibras esclerosas que sólo alcanzan 0,01 mm. y aun menos. Pueden estar aisladas o formar haces más o menos fuertes. Las fibras pueden estar o no lignificadas; desempeñan un gran papel, como primera materia, en la industria textil. Las más finas, como las del lino, están formadas siempre por fibras no lignificadas.

A los elementos cúbicos del sistema esquelético pertenecen las llamadas *células pétreas, células esclerosas* o *esclereidos* (fig. 138, *A*). Aparte su forma, poseen los caractéres de las fibras esclerosas; pero sus canales de comunicación son más abundantes y más anchos y frecuentemente ramificados. Los esclereidos no pueden servir, según delata su forma, para dar resistencia contra fuerzas de flexión o de tracción, sino que están destinados esencialmente, formando compactas agrupaciones, por ejemplo, en las cubiertas de frutos y semillas, a la defensa contra las compresiones o la penetración de cuerpos extraños.

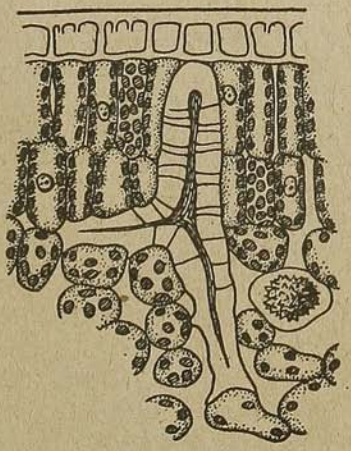


Fig. 139. Células pétreas (idioblastos) en la hoja de *Thea japonica*. (Según Haberlandt)

Las células parenquimatosas estiradas, con las paredes especialmente engrosadas en las aristas, se llaman células de *colénquima* (fig. 138, *B*). Al contrario de las fibras esclerosas y esclereidos, que en estado adulto son células muertas, pues han perdido su protoplasma, las células colenquimatosas son elementos vivos, y aun a menudo contienen clorofila. Encuéntranse principalmente en órganos jóvenes, y cuando éstos han completado su desarrollo, tales células son relegadas a la formación de ritidoma y reemplazadas por fibras esclerosas.

La nutrición de la planta

La planta, como ser vivo, depende de determinados factores externos; para vivir necesita substancias nutritivas, que sirven sobre todo para la formación de su organismo, utiliza la respiración como fuente de energía, siente y reacciona con las excitaciones y se propaga sexualmente con arreglo a leyes especiales de herencia.

Entre los factores externos, de que dependen la vida y la actividad de la planta, desempeñan el principal papel el calor, la luz, el agua, las substancias nutritivas, el ácido carbónico y el oxígeno. En todos estos factores externos se distinguen, según su acción sobre las funciones vitales de la planta, tres puntos cardinales: el mínimo, por debajo del cual cesa toda actividad vital; el óptimo, el grado medio de intensidad, que es el más apropiado para la planta, y el máximo, que representa el límite superior que puede soportar.

Respecto del calor, las mejores condiciones vitales para nuestras plantas indígenas son las de 25-30°; a las plantas árticas y a las tropicales corresponden números más bajos o más altos, respectivamente; las bacterias parásitas de los animales de sangre caliente tienen su

máximo en 37°, y ciertas esquizofitas y esquizofíceas pueden aún vivir a 70° en manantiales calientes. Para temperaturas superiores al máximo el citoplasma de las partes jugosas de las plantas es muy sensible, porque entonces ocurren alteraciones de la albúmina y, finalmente, su coagulación ; las partes más secas de las plantas son mucho menos sensibles. Así, las esporas y las semillas secas a menudo no pierden su poder germinativo a 100° ; las materias que contienen bacterias con esporas pueden hasta hervirse largo rato sin que mueran estas últimas (por ejemplo, las esporas de los bacilos del heno). Las temperaturas inferiores al mínimo generalmente sólo dañan a las plantas cuando están por debajo del punto de congelación ; aun en este caso sólo son dañados los órganos jugosos, saliendo el agua de las células y pasando a los espacios intercelulares, mientras que las partes secas de las plantas resisten bien fuertes fríos, por ejemplo, esporas, semillas, rizomas, árboles y arbustos. Las esporas de las bacterias pueden resistir un rato hasta la baja temperatura del aire líquido.

El endulzamiento de las patatas representa una reacción de las patatas a la acción del frío ; por éste se movilizan fermentos que convierten el almidón o fécula de las patatas parcialmente en azúcar. Las soluciones de azúcar no se congelan tan fácilmente como el agua ; por consiguiente, el endulzamiento de las patatas constituye una protección respecto de la acción delfrío.

Además, todas las plantas verdes reciben energía de la luz, porque por medio de ésta se realiza el proceso de asimilación. La luz desempeña también un papel en la formación de la clorofila ; las semillas que germinan fuera de la luz (por ejemplo, las patatas en bodegas oscuras) no producen clorofila y los tallos se alargan mucho. Este fenómeno recibe el nombre de ahilamiento.

El óptimo de luz varía en las plantas verdes. Las plantas de sombra son sensibles a la acción directa de los rayos solares, mientras que las otras plantas requieren, a intervalos, una iluminación solar directa. Las plantas exentas de clorofila generalmente resultan perjudicadas en su desarrollo por la luz del sol ; esto es sobre todo aplicable a las bacterias, que en general mueren ya al poco tiempo de estar expuestas a la luz solar.

El agua desempeña en las plantas un papel importante, siendo necesaria por una parte para la síntesis de los hidratos de carbono, y por otra parte para la absorción y el transporte de las materias nutritivas minerales. Además, como se comprende, el citoplasma requiere una pequeña proporción de agua para su vida. El agua y el aire son condiciones principales de existencia para las plantas ; por esto las plantas terrestres tratan de regular su agua por muy variadas disposiciones, por ejemplo, formando tejidos especiales que la almacenan o bien limitan la evaporación del agua de diferentes maneras, mientras que las plantas acuáticas a menudo presentan ciertas disposiciones para almacenar aire. Las plantas que se han adaptado a sitios secos (plantas de los desiertos y de las estepas) reciben el nombre de

xerofitas. Los tejidos que almacenan agua son principalmente las hipodermis de las hojas, las raíces carnosas, etc. Los líquenes presentan una división del trabajo respecto del suministro del agua por una parte y de la asimilación por otra, encargándose los hongos de proporcionar el agua y las algas de la asimilación. Los hongos tienen la propiedad especial de condensar el agua del aire, de modo que, sin ponerse en



FIG. 140. Cultivo en agua de alforjón.
A, sin potasio; *B*, en solución nutritiva normal; *C*, sin hierro, en la parte superior con hojas cloróticas. (Según Pfeffer)

contacto con el agua, pueden desprender gotas de ésta, por ejemplo, el *Merulius lacrymans*.

De análoga manera se procuran agua plantas que viven en árboles *(epifitas)*; esto es lo que hacen las orquídeas epifitas con sus raíces aéreas y las bromeliáceas con escamas foliáceas. También los musgos absorben agua por su superficie.

El oxígeno es necesario en todas las plantas para el mantenimiento de su vida; sólo pocos hongos y bacterias que producen fermentaciones son capaces de vivir sin acceso del oxígeno. Estas bacterias

reciben el nombre de *anaerobias* (aer = aire, bios = vida), por ejemplo, los bacilos del tétanos. Algunos hongos pueden vivir en presencia de aire y sin acceso de éste, levaduras, bacilos del heno, etc.; se les denomina *anaerobios facultativos*.

También las raíces necesitan el oxígeno, que encuentran disuelto en el agua absorbida o que es conducido a ellas por los espacios intercelulares. Las plantas acuáticas de aguas estancadas o pantanosas forman en sus tallos *(Nymphaea)* o en los rizomas *(Acorus calamus)* un tejido aerífero (aerénquima, de aer = aire) especialmente caracterizado por grandes espacios intercelulares.

La composición de las plantas enseña que están formadas principalmente por agua, hidratos de carbono, albúmina y componentes de las cenizas (sales inorgánicas). La proporción de agua puede averiguarse determinando la substancia seca. Por combustión se encuentra la proporción de cenizas; en éstas se hallan casi todos los elementos, sobre todo, sin embargo, cloro, azufre, fósforo, silicio, sodio, potasio, calcio, magnesio y hierro. Estos elementos son absorbidos, en forma de compuestos solubles, por el sistema radicular de las plantas superiores.

La substancia orgánica del cuerpo de las plantas está formada, en primer término, por los elementos carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno; de estos cuatro elementos, el carbono forma aproximadamente la mitad.

Para la comprobación experimental de las substancias minerales necesarias sirven el cultivo en agua y el cultivo en arena. En el cultivo en agua se emplean soluciones alimenticias adecuadas que contienen sales de calcio, magnesio, potasio y hierro, en forma de nitratos, fosfatos y sulfatos (fig. 140). En los cultivos en arena se emplea arena cuarzosa pura, impregnada de agua a la cual se han añadido sales nutritivas en proporciones convenientes. Algunas plantas absorben también minerales especiales: así, las plantas salinas absorben sal común; las gramíneas, los equisetos y las diatomeas, ácido silícico; las licopodiáceas, aluminio, y las algas de mar, yodo.

Sistema de absorción

(Sistema de la raíz)

La absorción de las materias nutritivas minerales se efectúa por el sistema radical. En las raíces jóvenes las células superficiales se desarrollan convirtiéndose en pelos radicales que se adhieren a las partículas del suelo y, como sólo están revestidos de una delgada película de celulosa, permiten la entrada del agua y de las sales disueltas en ella por vía osmótica (fig. 145).

Las raíces también pueden, por segregación de ácidos, solubilizar componentes insolubles del suelo. Se puede comprobar esto poniendo en una maceta de flores una placa de mármol pulimentado dentro de la tierra; en los sitios en que los pelos radicales se ponen en contacto con la placa de mármol, éste queda corroído.

También puede demostrarse la segregación de ácidos por la raíz sumergiendo ésta en una solución de fenolftaleína teñida de rojo por un álcali; al cabo de corto rato la solución se vuelve incolora.

Osmosis. Para comprender los fenómenos especiales que ocurren en la absorción de las materias minerales del suelo y la circulación del agua en las plantas, hemos de enterarnos de los procesos de difusión y de osmosis (fig. 141).

Si se pone encima de una solución acuosa de una sal agua pura, poco a poco las partes disueltas se incorporan al agua pura, hasta que la concentración en las dos capas primitivas es la misma (difusión). Si los dos líquidos están separados por una membrana, siendo la membrana permeable igualmente para el agua y para la sal, puede ocurrir el intercambio como en la difusión *(membrana permeable)*. Pero si la membrana es más permeable para el agua que para la sal, penetra el agua por la membrana en la solución salina, aumentando el volumen de ésta. Si la membrana no deja pasar a su través nada de sal, sino

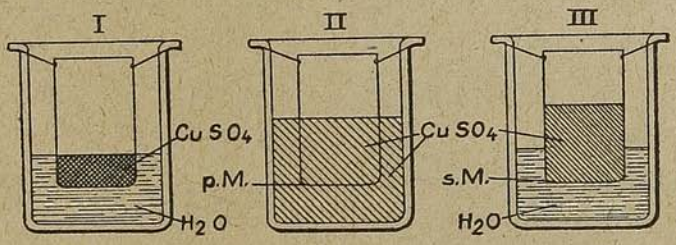


FIG. 141. Membranas permeable y semipermeable.

I. En la vasija interior se encuentra una solución de sulfato de cobre y en la exterior agua sola. Si la membrana es permeable (II, *p. M*), el sulfato de cobre penetra en la vasija exterior y el agua en la interior, hasta que la solución externa y la interna tengan la misma concentración. Si la membrana es semipermeable (III, *s. M.*), sólo penetra el agua en la vasija interior, aumentando el volumen de su contenido

sólo agua, se dice que es *semipermeable*. En las células vegetales la pared de celulosa es una membrana permeable que, por lo tanto, deja difundir el agua y la sal; por el contrario, la capa pelicular del protoplasto constituye una membrana impermeable. Como el jugo celular contiene siempre sales en disolución, puede absorber agua por la capa pelicular de los protoplastos, con lo cual el protoplasto se dilata y adquiere una tensión que recibe el nombre de «presión de turgescencia».

Sin embargo, introduciendo una célula vegetal en una solución salina de mayor concentración que la correspondiente a la turgescencia debida a la concentración del jugo celular, sale agua de la célula, el plasma se empequeñece, se separa de la membrana celular y se redondea, hasta que la concentración del jugo celular corresponde a la de la solución circundante. Este proceso recibe el nombre de *plasmólisis* (fig. 142).

La presión osmótica de una solución salina se determina mediante una célula de arcilla porosa, en cuya pared interna se ha formado

una película de ferrocianuro cúprico precipitado. La célula de arcilla, de por sí, es naturalmente permeable para el agua y las soluciones como la membrana celular vegetal, pero la película de ferrocianuro cúprico se comporta como la capa pelicular de los protoplastos, siendo, por lo tanto, semipermeable. Inmergiendo la célula de arcilla en agua sola, llenando la célula de una solución salina, cerrándola y adaptando a ella un manómetro de mercurio, la columna de éste muestra la penetración del agua en la célula de arcilla, a través de la membrana semipermeable, hasta que la presión del mercurio impide que entre más agua. Por consiguiente, podemos medir la presión osmótica por la altura de la columna de mercurio.

Si se elige la concentración de una solución de modo que se obtenga el comienzo de la plasmólisis, la presión osmótica de la correspondiente solución equivale, aproximadamente, a la presión osmótica

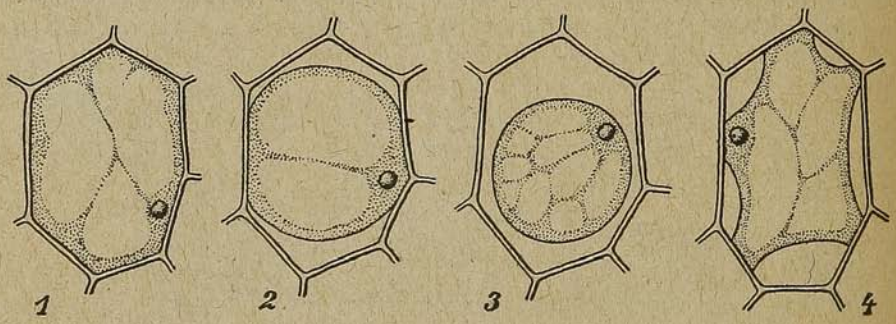


FIG. 142. Plasmólisis.
1-3, fases sucesivas de la contracción del protoplasto; 4, plasmólisis incompleta, el contenido celular queda adherido parcialmente a la membrana. (Según Küster)

del interior de la célula. Por la medición de la presión osmótica de la solución se encuentra entonces también la presión osmótica en la célula; se hallan ordinariamente presiones comprendidas entre 5 y 20 atmósferas (por ejemplo, en la cebolla). Esta presión osmótica es, además, una expresión de la fuerza de succión o poder aspirante que puede ejercer la célula respecto del agua.

Mediante la presión osmótica se ponen tensas las membranas celulares. Si existen diferencias en el poder de dilatación de las células, entre diferentes partes de los tejidos, resultan las *tensiones de los tejidos*. Por ejemplo, encontramos, en tallos herbáceos, la médula en estado de sobrepresión y las partes periféricas en tensión de tracción. Partiendo uno de estos tallos, la parte interna se alarga, mientras que la externa se acorta; en consecuencia, las dos mitades se encorvan hacia fuera.

Además de la presión osmótica, encontramos en el protoplasto (protoplasma) también la presión de hinchamiento que es producida, por ejemplo, en la celulosa y la albúmina (citoplasma) por la absorción de agua.

En las células meristemáticas la absorción de agua se funda en la presión de hinchamiento, y lo mismo ocurre en la germinación de las semillas. Sólo más adelante, cuando se forman las vacuolas, se encarga la presión osmótica de la succión.

La absorción de materias minerales se efectúa, como ya se ha dicho, por medio de los pelos radicales. Sólo pueden ser absorbidas sales por la capa pelicular de los protoplastos, para las cuales sea permeable en mayor o menor grado. El grado de permeabilidad para cada una de las sales es distinto en las diversas plantas; el protoplasto está

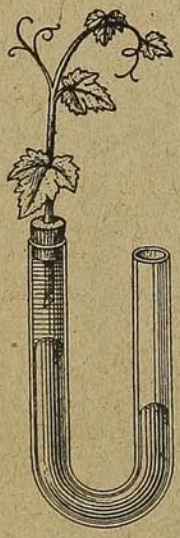


FIG. 143. Fuerza aspirante de la transpiración. El brote está unido, con ajuste hermético, con un tubo en U en el cual hay agua y mercurio; por la succión del agua el mercurio sube en la rama izquierda del tubo

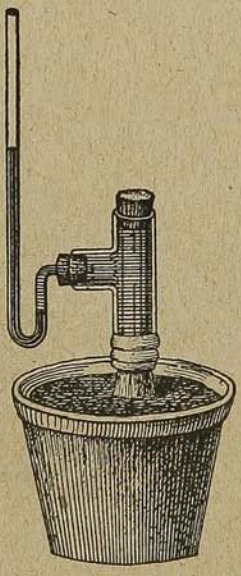


FIG. 144. Presión de la raíz. A un tronco cortado se adapta un tubo ascendente, que se ajusta con cierre hermético. El agua, empujada por la presión originada en la raíz, hace subir el mercurio en el tubo

dotado de poder electivo respecto de las sales. En consecuencia, de una solución de diferentes sales, no absorbe éstas en manera alguna proporcionalmente a su concentración.

El protoplasto puede también disminuir su presión osmótica rebajando la concentración del jugo celular por la formación de sales insolubles (oxalato cálcico) o, por ejemplo, convirtiendo el azúcar de uva en almidón.

Cuando muere la célula, la capa pelicular del protoplasto se vuelv permeable para las substancias disueltas en el jugo celular. Esto pued observarse especialmente en las materias colorantes disueltas en jugo celular, por ejemplo, en las remolachas rojas; en este caso, de pués de cocerlas, pasa al agua la materia colorante, como tambié

naturalmente, las demás substancias que estaban disueltas en el jugo celular. Lo mismo observamos en las diatomeas, cuya clorofila está enmascarada por fucoxantina ; al morir las células, la fucoxantina se disuelve y sale de la célula, apareciendo entonces verdes los cromatóforos de las diatomeas.

Circulación del agua en la planta. Según ya hemos visto, los pelos de la raíz absorben del suelo el agua con las materias minerales

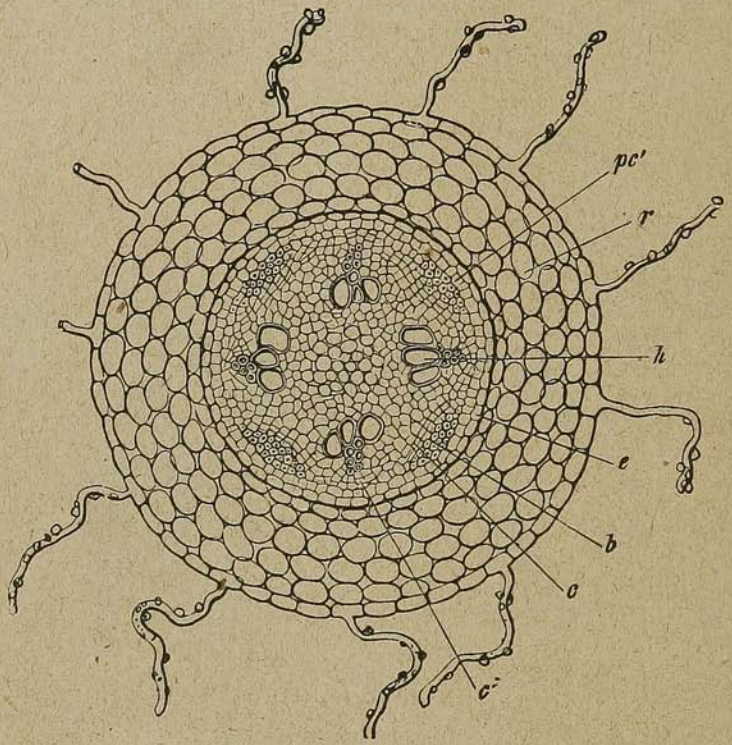


Fig. 145. Sección transversal de una raíz joven para mostrar la adherencia de los pelos radicales a las partículas térreas.
h, porción leñosa ; c, porción cribosa. Con fuerte aumento. (R. Hartig)

que lleva disueltas. Como la fuerza de succión osmótica en las raíces jóvenes aumenta centralmente, el agua aspirada por las raíces es conducida al cilindro central y penetra aquí en el haz conductor, en el cual asciende por las tráqueas. Evaporando las hojas continuamente agua, con lo cual su turgescencia disminuye y aumenta la fuerza aspirante de sus células, se origina una corriente de agua de los vasos del haz conductor a estas células. Este *tiro de evaporación* presupone, ciertamente, que los filamentos de agua que van de la raíz a la hoja no estén interrumpidos por aire, y, en segundo lugar, la cohesión del agua debe ser bastante grande para impedir la rotura de tales filamentos.

Se puede demostrar experimentalmente que los brotes transpirantes pueden levantar una columna de mercurio (fig. 143).

Además de la fuerza aspirante de la corriente de transpiración, debe tenerse en cuenta el empuje desde abajo en la circulación del agua. Las células vivas pueden exprimir agua, como lo demuestran las flores de los árboles en primavera al taladrar los troncos. El empuje del agua es sobre todo considerable cuando se cortan las plantas encima de la raíz. Se puede medir la intensidad de la presión de la raíz mediante un manómetro de mercurio. Con todo, la fuerza de la presión de la raíz no es suficiente para explicar el ascenso del agua en árboles de gran altura (fig. 144).

El ascenso del agua no se efectúa en la corteza, porque se puede cortar ésta llegando hasta el leño sin que se marchite la rama correspondiente (ensayo de descortezado). Pero, si se deja la mayor parte de la cortéza intacta y se corta el leño, la rama se marchita con rapidez. También, por obstrucción de los vasos con soluciones coagulables de gelatina, se produce el marchitamiento de la rama; por lo tanto, el agua es conducida por los lúmenes abiertos de los vasos y no por las membranas celulares.

Según otra opinión, el ascenso del agua es debido a pulsaciones de las células vivas, que se efectúan en la inmediata proximidad del cámbium en las plantas dicotiledóneas.



Fig. 146
Raíz de altramuz provista de nudosidades, en las cuales viven las bacterias asimiladoras de nitrógeno. Tamaño algo reducido

Las fanerógamas parásitas poseen órganos chupadores *(haustorios)* que suplen los pelos radicales (fig. 5); en los musgos y otras criptógamas, que carecen de verdaderas raíces, existen unos filamentos, llamados *rizoides*, que nacen directamente de la base del tallo y son los órganos de la absorción.

Por último, debe mencionarse el hecho de que en muchas plantas, hasta en especies arbóreas de gran importancia forestal — por ejemplo, el pino —, las raíces, que carecen de pelos radicales, se hallan envueltas por el micelio de ciertos hongos (de especie en muchos casos no determinada todavía), el cual proporciona a la planta las substancias nutritivas del terreno. Esta envoltura recibe el nombre de *micorriza*. Los filamentos micelianos que la constituyen están espesamente entretejidos, ya formando un revestimiento meramente superficial (micorriza ectótrofa), o penetrando en las capas externas de la raíz (micorriza endótrofa). En todo caso, el micelio absorbe y transmite a la planta huésped no sólo el agua y las sales minerales, sino también las substancias orgánicas contenidas en el *humus* que existe abundante en el suelo forestal. Por otra parte, el hongo se nutre de substancias

elaboradas por la planta en su proceso de asimilación, realizándose con ello un caso de asociación vital o simbiosis entre fanerógamas y hongos.

Si, por el contrario, la planta vive completamente a costas del hongo de la raíz, no asimilando de por sí (por ejemplo, la *Neottia nidus avis*), la planta que da flores es un parásito del hongo (micorriza).

En algunas plantas, sobre todo en las leguminosas, pero también en ciertas coníferas *(Podocarpus)*, encontramos las raíces provistas de nudosidades, en las cuales viven bacterias asimiladoras de nitrógeno. Éstas son hasta capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, de modo que las leguminosas enriquecen el suelo en nitrógeno (fig. 146).

Sistema de asimilación

En fisiología vegetal entiéndese por *asimilación*, en sentido estricto, la extracción del carbono del anhídrido carbónico del aire y su inmediato empleo en la síntesis de substancias orgánicas, mientras que en la vida animal se aplica aquel mismo nombre al proceso nutritivo en virtud del cual las substancias procedentes del medio externo son convertidas en materia corpórea del organismo. Son capaces de la función asimiladora todas las partes verdes de la planta, es decir, las que poseen cuerpos clorofílicos (cloroplastos). Resulta, pues, que el sistema de asimilación reside principalmente en las hojas, órganos que ofrecen una gran superficie, bañada por el manantial carbónico que es el aire atmosférico. Los cuerpos clorofílicos son los laboratorios en que se verifica la transformación de la materia inorgánica en orgánica, el proceso químico de mayor importancia para el mundo de los seres vivos. Muy digno de ser notado, sin embargo, es el hecho de que los cuerpos clorofílicos sólo pueden cumplir su función con ayuda de la luz y del calor. Por este motivo este proceso recibe el nombre de *fotosíntesis* (fig. 147). Para poder absorber en lo posible mucha luz, los cloroplastos debieran ser negros ; pero esto tendría el inconveniente de que al mediodía recibirían una impresión demasiado fuerte. Siendo los cloroplastos verdes, absorben sólo la luz de su color complementario, es decir, la roja. Así, ya al amanecer, principian a asimilar y pueden seguir ejerciendo su función asimiladora hasta el anochecer, mientras que no hacen ningún uso de los rayos azules de la luz del mediodía, de manera que el proceso de asimilación no presenta curvas diarias demasiado acentuadas.

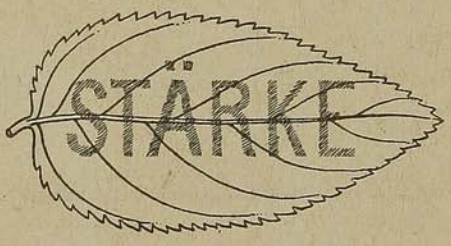


Fig. 147. Demostración de la fotosíntesis. Se cubre una hoja con un trozo de papel de estaño recortado de manera que los huecos formen la palabra «Stärke» (almidón) y luego se expone durante un día a la luz. Por la noche se separa el papel de estaño y se trata la hoja con alcohol, después de separarla de la planta; luego se introduce la hoja en solución acuosa de yodo, apareciendo entonces la citada palabra con trazos de color oscuro, debido a la acción del yodo sobre el almidón formado

Sin embargo, mientras que el sol en una hora de pleno día en verano irradia unas 8000 calorías a un metro cuadrado del suelo, por término medio, la agricultura alemana sólo recibe 300 calorías en la misma superficie por año como término medio ; en la remolacha azucarera se llega a 5000 calorías por metro cuadrado. Ciertamente hay que considerar que las plantas alemanas necesitan la mayor parte del calor solar que reciben para hacer subir a lo alto el agua mediante la corriente debida a la evaporación.

La intensidad de la asimilación puede medirse exponiendo plantas acuáticas cortadas *(Helodea canadensis)*, en una campana llena de agua, a la acción de la luz. Se desprende entonces oxígeno en pequeñas burbujitas, según las fórmulas que se indican a continuación; contando las burbujitas se puede medir la energía de la asimilación haciendo variar la ilu-

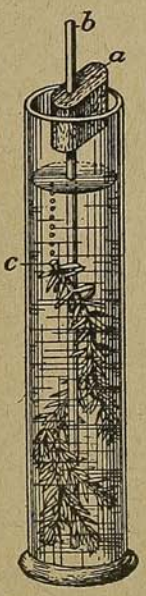


Fig. 148. Medida de la asimilación contando el número de burbujitas de oxígeno ascendentes que se desprenden de la superficie del corte c de la planta acuática *Helodea canadensis*. La planta está sujeta a la varilla de vidrio *b*, que está fijada al corcho *a*. (Según Pfeffer)

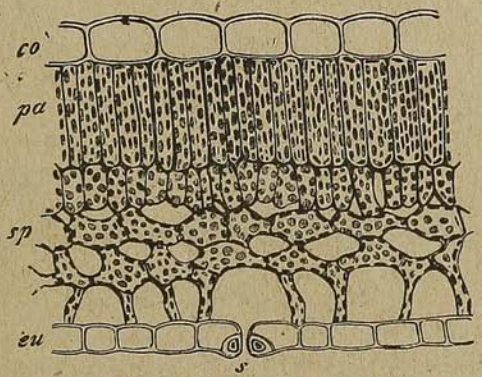


Fig. 149. Parte de la sección de una hoja de haya. *pa*, parénquima en empalizada; *sp*, parénquima esponjoso; *co*, epidermis superior; *eu*, epidermis inferior; *s*, estoma. Con fuerte aumento

minación (fig. 148). Las hojas contienen todas abundante clorofila, cuya mayor parte está localizada en el haz o cara superior, que recibe mayor cantidad de luz, y que ya a simple vista suele presentar un color verde más intenso que el envés o cara inferior.

En la cara superior de la hoja los cloroplastos están contenidos en células utriculares, estrechas, inmediatas a la epidermis y dispuestas a manera de empalizada perpendicularmente a la superficie foliar (*parénquima en empalizada*, fig. 149, *pa*). En la cara inferior se encuentra el llamado *parénquima esponjoso* (fig. 149, *sp*). Sólo rara vez acontece — y esto en hojas rollizas — que las dos caras de la hoja estén ocupadas por la misma clase de parénquima, ya sea en empalizada o esponjoso. En este último existen numerosos espacios intercelulares *(meatos aéreos)* entre los cuales circula el aire que entra

por los estomas, de modo que así puede efectuarse un cambio de gases entre el interior de la hoja y el aire exterior. El ácido carbónico se difunde, disuelto en agua, en las células del parénquima de la hoja. La cantidad de ácido carbónico contenido en el aire (0,03 %) no representa el óptimo para la asimilación; éste sería más bien de un 3 % de CO_2. Por esto se han hecho ensayos, con buenos resultados, con los gases procedentes de la combustión en hogares, que forman un «abono de ácido carbónico». El ácido carbónico del aire procede en primer término del *humus*. Si se impide que se marche el ácido carbónico del suelo, resguardando éste de los vientos, por ejemplo, con setos, aumenta la cosecha de las plantas. También las hojas en roseta de diversas plantas podrían indicar una adaptación a la absorción del ácido carbónico del suelo. Cuáles sean los productos primordialmente engendrados en la síntesis química que allí se realiza, es problema todavía no resuelto con plena certidumbre. Se supone solamente que el anhídrido carbónico y el agua reaccionan con separación de oxígeno, según esta ecuación:

$$\underset{\text{Ácido carbónico}}{CO_2} + \underset{\text{Agua}}{H_2O} = \underset{\text{Formaldehido}}{CH_2O} + \underset{\text{Oxígeno}}{O_2}.$$

El segundo paso consiste en una condensación del formaldehido, formándose azúcar de uva:

$$6\,CH_2O = C_6H_{12}O_6.$$

Como único producto visible de la actividad asimiladora aparecen en los granos clorofílicos gránulos de almidón extraordinariamente pequeños. Éstos se muestran singularmente abundantes en la tarde de los días muy soleados; por tanto, después de una asimilación muy activa (almidón de asimilación). Los gránulos de almidón son pronto transformados en almidón soluble o en azúcares, y en esta forma es transportada aquella substancia a otros puntos del organismo. Esta disolución de los granos amiláceos es difícil de observar durante el día, pero de noche se hace particularmente notable. Disuelto el almidón, circula por los *haces conductivos* de los *nervios foliares*, haces que se comunican con los del pecíolo, cuando existe, y a continuación con los del tallo, y por esta vía es llevado a los lugares de *consumo:* los puntos vegetativos, o a los depósitos de *reserva:* semillas, tubérculos, rizomas, etc. (almidón de reserva).

La conducción de los materiales constructivos orgánicos se realiza sobre todo en los elementos vivos, especialmente en los tubos cribados (líber), y en las plantas leñosas, por lo tanto en la corteza, a diferencia de lo que ocurre con el agua. Si se hace una incisión anular en un esqueje (ensayo de descortezado anular) y se introduce éste en agua, se forman raíces adventicias siempre sólo encima de la incisión.

Vemos, pues, que la planta ha diferenciado también sus órganos conductores por lo que se refiere a la dirección de las corrientes con-

ductoras. En este concepto se distingue también un arriba y un abajo; la planta tiene, como se dice, un «polo» superior y un polo inferior, es decir, está dotada de «polaridad». Se puede demostrar esto en trozos de rama cortados, que se mantienen en un local oscuro y húmedo: en el «polo de la raíz», lo mismo si está dirigido hacia arriba que si lo está hacia bajo, se desarrollan las raíces, mientras que en el polo opuesto, «polo de brote», se forman las yemas de hoja (fig. 150).

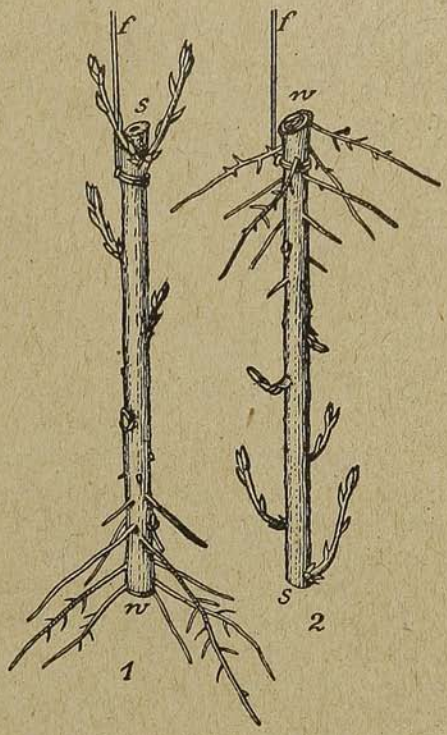


Fig. 150. Polaridad de la planta. Dos trozos de rama de sauce colgados en un local oscuro húmedo para que broten. 1, en posición normal; 2, en posición invertida. En los dos casos los brotes se han formado en el extremo morfológicamente superior (*s*) y las raíces en el extremo morfológicamente inferior (*w*). *f*, sostén. (Según Pfeffer)

Por los mismos haces conductivos que contiene la nerviación foliar son conducidos al tejido de asimilación de las hojas los materiales que, además del anhídrido carbónico, son necesarios en el proceso bioquímico de la construcción de substancias orgánicas, esto es, el agua y, con ella, las sales inorgánicas, cuya presencia es indispensable para la formación de los albuminoides, ya que en este grupo de substancias entran como elementos componentes el nitrógeno, azufre y fósforo. Sobre la génesis de los albuminoides se sabe todavía menos que de la formación de los hidratos de carbono a partir del anhídrido carbónico y del agua. Desde luego, puede admitirse que en las reacciones productoras de los albuminoides entran en juego los hidratos de carbono y las sales minerales disueltas, puesto que se observa la provisión y consumo de estas substancias en los lugares de actividad plasmogénica.

Probablemente, la formación de la albúmina se efectúa por copulación de aminoácido y subsiguiente polimerización.

Según la fórmula anterior, para cada volumen gastado de ácido carbónico se forma un volumen de oxígeno. El cociente de asimilación $\frac{C_2}{O_2}$ es, por lo tanto, $= 1$.

El producto gaseoso secundario que se desprende en la asimilación del carbono, como también en la del nitrógeno, es oxígeno. Éste se pone en libertad en grandes cantidades en virtud de la actividad de las plantas. Pasa al sistema intercelular y después por los estomas

a la atmósfera (véase determinación de la energía de asimilación en las plantas acuáticas, pág. 101).

Respiración. Durante la alimentación de la planta por la luz, que descompone el ácido carbónico produciendo así oxígeno, siempre acompaña a este proceso otro, la *respiración*, en el cual, por el contrario, es absorbido oxígeno y eliminado ácido carbónico. Sin embargo, cuantitativamente el consumo de oxígeno en las plantas por respiración es marcadamente inferior a la producción de oxígeno en la asimilación, de modo que la significación de las plantas como regeneradoras del oxígeno en la naturaleza no resulta así perjudicada.

El proceso respiratorio de los vegetales consiste, de igual modo que en el organismo animal, en fenómenos de oxidación, que proporcionan la energía indispensable para el mantenimiento de la actividad vital. Para obtener la energía impulsora de los trabajos vitales sacrifica la planta una parte de su substancia orgánica, especialmente los hidratos de carbono, en la combustión fisiológica, cuyos productos finales son el gas carbónico y el agua:

$$\underset{\text{Almidón}}{C_6H_{10}O_5} + 6\,O_2 = 6\,CO_2 + 5\,H_2O \quad \text{ó} \quad \underset{\text{Glucosa}}{C_6H_{12}O_6} + 6\,O_2 = 6\,CO_2 + 6\,H_2O.$$

La asimilación y la respiración son, por lo tanto, dos procesos vitales que se realizan en el organismo vegetal con entera independencia uno de otro. Pero mientras la asimilación se efectúa solamente en el tejido clorofílico y por la acción de la luz, la función respiratoria es, en cambio, ejecutada de día y de noche, sin interrupción, por todas las partes vivas de la planta, pues la presencia del oxígeno es continuamente necesaria en el quimismo de las células para mantener el protoplasma vivo en estado de normal actividad, y para evitar la producción de substancias perjudiciales que pudieran estorbar o suspender la actividad celular.

Por esto emiten las plantas durante la noche ácido carbónico y el peso seco de la planta disminuye en la oscuridad. La parte de las plantas que no tienen color verde, por ejemplo, las flores, desprenden también durante el día sólo CO_2 (fig. 151) del mismo modo que los hongos.

Como, según la fórmula anterior, para un volumen de oxígeno gastado se desprende un volumen de ácido carbónico, el cociente respiratorio es $\frac{CO_2}{O_2} = 1$. Se apartan de esta regla los embriones de las semillas que contienen grasa almacenada, porque las grasas son pobres en oxígeno y antes de la respiración deben oxidarse, convirtiéndose en hidratos de carbono por absorción de oxígeno. Por este motivo desprenden menos ácido carbónico que oxígeno absorben; el cociente respiratorio es, por tal razón, inferior a la unidad. Lo mismo ocurre en algunas plantas suculentas, en las cuales la oxidación llega hasta formar ácido málico o ácido oxálico, por ejemplo, en las crasuláceas.

Las bacterias adquieren en parte su energía por oxidación del hidrógeno sulfurado, quedando azufre libre y formándose luego ácido sulfúrico (tiobacterias), o por oxidación del amoníaco que se convierte en nitritos y de los nitritos que pasan a nitratos (bacterias nitrificantes), o bien del óxido ferroso que pasa a férrico (bacterias ferruginosas), o del alcohol etílico que se transforma en ácido acético (bacterias del vinagre).

Prescindiendo de estos desdoblamientos por oxidación, algunos hongos pueden adquirir la energía necesaria para su vida por procesos de desdoblamiento sin oxidación. Estos procesos de desdoblamiento reciben el nombre de *respiración intramolecular* y el conjunto se denomina *fermentación*. En la fermentación, además de ácido carbónico, se forman otros compuestos, por ejemplo, alcohol (en la fermentación promovida por la levadura), ácido láctico (en la fermentación láctica), etc. Además de los microorganismos estrictamente aerobios y anaerobios, se conocen otros que pueden vivir con y sin aire, que son los anaerobios facultativos; así, la levadura se multiplica sobre todo con acceso del aire, pero produce la más intensa fermentación con exclusión de éste. En la fermentación alcohólica no llega a ponerse en libertad ni $^1/_{20}$ de la energía producida en la respiración; por esto deben desdoblarse grandes cantidades de azúcar para suministrar la energía necesaria. Las levaduras del néctar, que tienen a su disposición abundante azúcar, emplean el alcohol formado con absorción de oxígeno para la síntesis de la grasa.

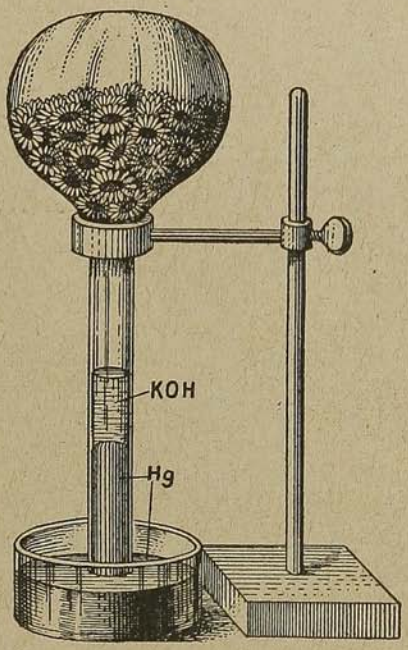


Fig. 151. Ensayo de respiración. Las flores del matraz emiten ácido carbónico, que es absorbido por la lejía de potasa KOH; como con la respiración se consume oxígeno del aire, ascienden en el cuello del matraz la lejía de potasa y el mercurio que hay debajo de ella

La respiración intramolecular se efectúa también en las plantas que dan flores, cuando falta el oxígeno. Se forman entonces, por ejemplo, en la germinación de los cereales fuera del acceso del aire, cantidades casi iguales de ácido carbónico y alcohol. 20 gramos de granos de trigo capaces de germinar, ablandados en agua durante una hora y expuestos luego seis horas en una corriente de aire, suministraron 250 miligramos de ácido carbónico. Se puede interpretar el proceso de la respiración considerando que el azúcar se une primero con agua y luego pierde hidrógeno (deshidrogenación), poniéndose a la vez en libertad ácido carbónico; el hidrógeno separado es absorbido por las

substancias fácilmente reductibles, que han sido llamadas «pigmentos de la respiración», y de éstas por oxidasas es transformado en agua utilizando el oxígeno del aire.

Según otra teoría, se admite que el hierro actúa en las plantas como transportador del oxígeno, adsorbiendo los hidratos de carbono, junto con oxígeno, en las superficies que contienen hierro.

Finalmente, se puede partir también de la respiración intramolecular considerando a la respiración misma como un proceso de fermentación. De los productos formados, ácido carbónico y alcohol, el último es nuevamente asimilado en presencia de oxígeno. De la misma manera es asimilado de nuevo, por ejemplo, el alcohol por la levadura en presencia de suficiente oxígeno, siendo convertido en grasa o en albúmina en presencia de suficiente nitrógeno. La intensidad de la respiración corresponde a la intensidad de los procesos vitales, de modo que, por ejemplo, las flores y los brotes jóvenes respiran enérgicamente, mientras que los brotes viejos y las semillas secas apenas muestran respiración alguna.

Como la respiración es un proceso de combustión, ésta pone en libertad calor, que ciertamente cede la planta al ambiente a causa de su gran superficie. Por otra parte, por la transpiración se produce frío que sirve de compensación. El calor de respiración puede medirse cuando se amontonan y aíslan las partes de plantas que respiran intensamente. También en las flores se produce a menudo calor superando su temperatura en varios grados o la exterior, con lo cual, por ejemplo, son atraídos insectos *(Arum)*. Sin embargo, con frecuencia toman parte en la calefacción microorganismos, como ocurre con la calefacción espontánea del heno ; en este caso el aumento de temperatura, debido a la presencia de bacterias termófilas, puede llegar a unos 75°.

Sistema conductor

En los vegetales superiores existe un sistema conductor, semejante en cierto modo al sistema circulatorio de los animales. Los elementos que lo forman son los *haces conductores*, que se extienden y ramifican por todo el cuerpo de la planta, desde las más finas terminaciones de la raíz hasta los ápices de las hojas, formando las vías por donde circulan, merced a la fuerza osmótica y a otras fuerzas poco conocidas, así el agua y las sales adquiridas por la absorción como las substancias elaboradas en el organismo.

Los *haces conductores* son llamados también *haces vasculares*, sin que deba creerse por esta denominación que consten exclusivamente de vasos ; hasta existen haces conductores que carecen de vasos y en lugar de éstos poseen traqueidas. Llámanse también *haces liberoleñosos* y *cordones fibrosovasculares*. La expresión más acertada es la de *haces conductores*, pero todas las mencionadas se emplean como sinónimas.

Los haces conductores, como ya se ha dicho en otro lugar, proceden del pleroma, en el cual comienzan por diferenciarse tiras de tejido

meristémico, que forman los llamados *cordones de procámbium*. Éstos originan hacia fuera la parte liberiana y hacia dentro la parte leñosa del haz conductor. En las monocotiledóneas se extingue el procámbium en este desarrollo; pero en las dicotiledóneas y gimnospermas persiste entre las porciones liberiana y leñosa de los haces conductores una zona de procámbium, que más tarde será la zona generatriz o cámbium encargado del crecimiento en grosor de la raíz y tallo.

Las dos partes de que se compone todo haz conductor han recibido varios nombres: la parte *leñosa* se llama también parte *vascular* y *hadroma* (del griego *hadros*, robusto); la región *liberiana* se designa también como región *cribosa* o *leptoma* (del griego *leptos*, delgado).

Conviene distinguir en cada haz los elementos conductores que propiamente lo constituyen de los paquetes de fibras esclerosas que los acompañan y que, como sabemos, pertenecen al sistema mecánico. El conjunto de los elementos conductores — leptoma y hadroma — recibe el nombre de *mestoma*. Se designa con el nombre de *floema* (del griego *phloios*, corteza) el conjunto del leptoma y fibras liberianas, y con el de *xilema* (del griego *xylon*, madera, leño) el hadroma más las fibras leñosas. Los elementos de resistencia están incluídos en la expresión antes citada de cordones o haces fibrosovasculares con que aún se designan a veces los haces conductores.

Tomando en cuenta las fibras de esclerénquima, los elementos de la parte leñosa o xilema son o pueden ser:

1. Vasos.
2. Traqueidas.
3. Fibras leñosas.
4. Fibras de compensación.
5. Parénquima leñoso o hadrómico.

Los elementos de la región liberiana o floema son o pueden ser:

1. Tubos cribosos.
2. Células anejas.
3. Células cambiformes.
4. Parénquima liberiano o leptómico.
5. Fibras liberianas.

Elementos del xilema (véanse figs. 152, 154-156):

Los vasos, llamados también tráqueas (nombre que se les dió antiguamente por haberlos creído conductores de aire), no son células individuales, sino largos tubos resultantes de series longitudinales de muchas células cuyas paredes transversales se han disuelto más o menos completamente. Los límites de las células que se han fusionado para formar un vaso son todavía reconocibles en las paredes de éste como un rodete o espesamiento anular *(perforación anular)*; o bien la reabsorción de las paredes transversales se ha efectuado por tiras paralelas, y los tabiques semejan entonces una escala con más o menos travesaños *(perforación escaleriforme)*. Después de formados los vasos

desaparece en ellos el protoplasma, y quedan entonces como elementos muertos simples tubos de conducción. La longitud de los vasos no alcanza nunca toda la longitud de la planta ; en el aliso, por ejemplo, miden por término medio 5,7 cm., en el abedul 12 cm., en el olmo 32 cm., en la encina 57 cm., en la robinia (acacia blanca o falsa) 70 cm. Los vasos de las ramas jóvenes son más cortos que los de las ramas más antiguas, hasta el cuarto año. Así, en la lila se han encontrado las si-

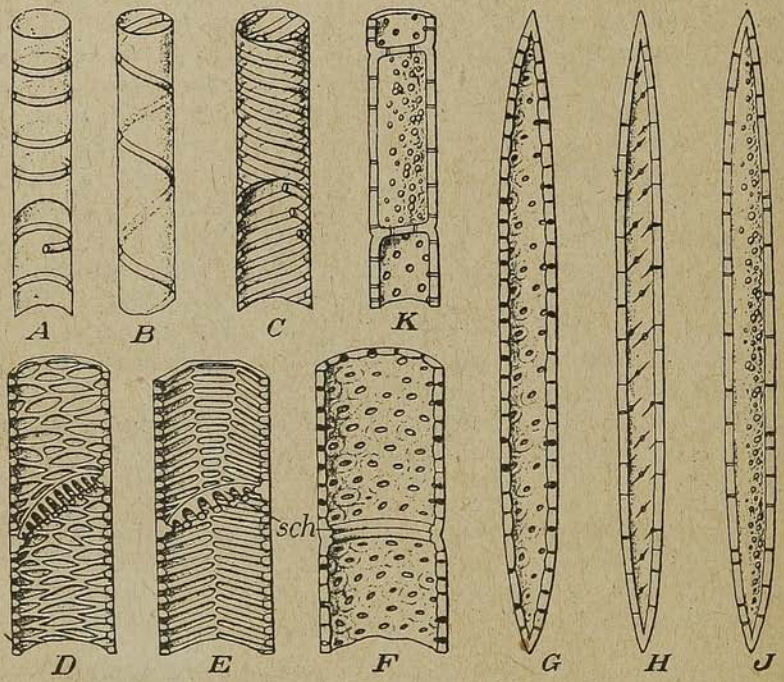


FIG. 152. Elementos del xilema.
A, vaso anillado ; *B*, *C*, vasos espiralados ; *D*, vaso reticulado con perforación escaleriforme ; *F*, vaso poroso-areolado con perforación anular (*sch*, primitiva pared de separación de las células componentes del vaso) ; *G*, traqueida ; *H*, fibras leñosas ; *J*, fibras de compensación ; *K*, parénquima hadrómico. Los dos últimos contienen protoplasma y granos de almidón

guientes longitudes ; en una rama de un año, 5 cm. ; en una rama de dos años, 14 cm. ; de tres años, 24 cm. ; de cuatro años, 37 cm. ; de cinco años, 36 cm. ; de seis años, 34 cm. Sin embargo, no quiere esto decir que los vasos primeramente formados crezcan en los años sucesivos ; lo que sucede es que en cada período vegetativo se desarrollan nuevos vasos, que logran mayor longitud que los desarrollados en el año precedente. También dentro de una misma rama muestran los vasos tamaños diferentes según los sitios que ocupan ; a partir de la base aumentan continuamente en longitud, alcanzan el máximo a poco más de la mitad de la rama, y decrecen rápidamente hacia la punta, en donde son muy pequeños. Cuanto al diámetro, ofrecen los vasos una gran variedad, desde 0,004 mm. hasta 0,3 mm. Es de ob-

servar que los vasos primeramente formados, los engendrados por el procámbium o vasos primarios, son más estrechos que los producidos por el cámbium durante el engrosamiento secundario (vasos secundarios). Vasos excepcionalmente anchos se encuentran en los tallos de los bejucos.

Sobre las figuras de los espesamientos de las paredes vasculares, que en esencia son los mismos de todas las membranas celulares, se ha hablado ya en el estudio de la membrana celular. Las diversas denominaciones de vasos *anillados*, *espiralados*, *escaleriformes*, *reticulares* y *punteados* o *porosos* (fig. 152) se refieren solamente a las formas particulares de tales espesamientos.

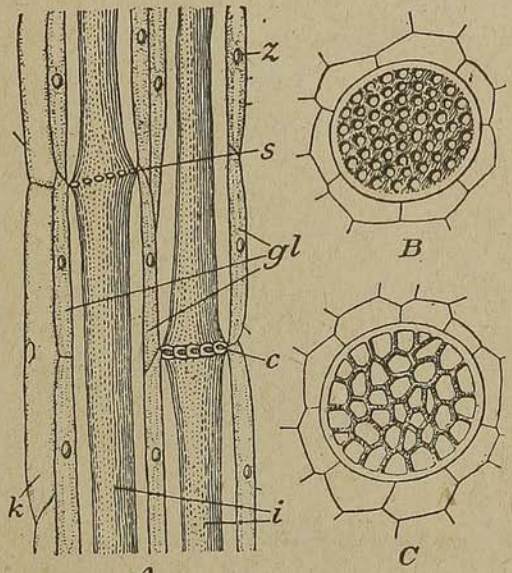


FIG. 153. Elementos del floema.
A, leptoma en sección longitudinal; *B*, *C*, dos placas cribosas, vistas de frente, rodeadas de las células anejas; *gl*, *z*, núcleo celular; *s*, placa cribosa; *i*, contenido del tubo criboso; *c*, espesamiento de la placa cribosa; *k*, célula cambiforme. (*B*, *C*, según Haberlandt)

Las traqueidas (semejantes a tráqueas, del griego *eidos*, forma, aspecto) son células muertas de forma prosenquimatosa (alargadas y en general con los dos extremos acuminados, fig. 152, *G*), y en contraposición a los vasos son células individuales perfectamente cerradas por sus paredes. Por término medio tienen 1 mm. de longitud, y en las coníferas — donde son más abundantes y características — llegan hasta 4 mm. El espesamiento de sus paredes se efectúa de idéntico modo que en los vasos. En particular, presentan grandes poros areolados las traqueidas de las coníferas (véase fig. 587), plantas que puede decirse carecen de vasos, fuera de algunos pocos y muy estrechos vasos primarios.

Las fibras leñosas son elementos esclerenquimatosos que no tienen nada que ver con la conducción de jugos; acompañan a los elementos conductores para aumentar la resistencia de los haces. Comúnmente son más largas que las traqueidas y de paredes más gruesamente espesadas; carecen en absoluto de poros areolados, y solamente presentan algunos poros sencillos y estrechos (fig. 152, *H*). Por lo demás, hay que hacer constar que entre las traqueidas y las fibras leñosas por una parte, así como entre estas últimas y las fibras de compensación de que al momento vamos a hablar, y aun podemos añadir el parénquima leñoso, existen todas las formas de transición. Las verdaderas fibras leñosas han perdido totalmente su protoplasma.

Las fibras de compensación (en alemán *Ersatzfasern*) son elementos muy parecidos a las fibras leñosas, de las que se diferencian porque suelen ser de paredes mucho más delgadas y están siempre llenas de protoplasma vivo (fig. 152, *J*).

El **parénquima leñoso**, *parénquima hadrómico* o *xilémico* (fig. 152, *K*), consta de células vivas más o menos parenquimatosas, cuyas paredes relativamente delgadas están, no obstante, lignificadas, del mismo

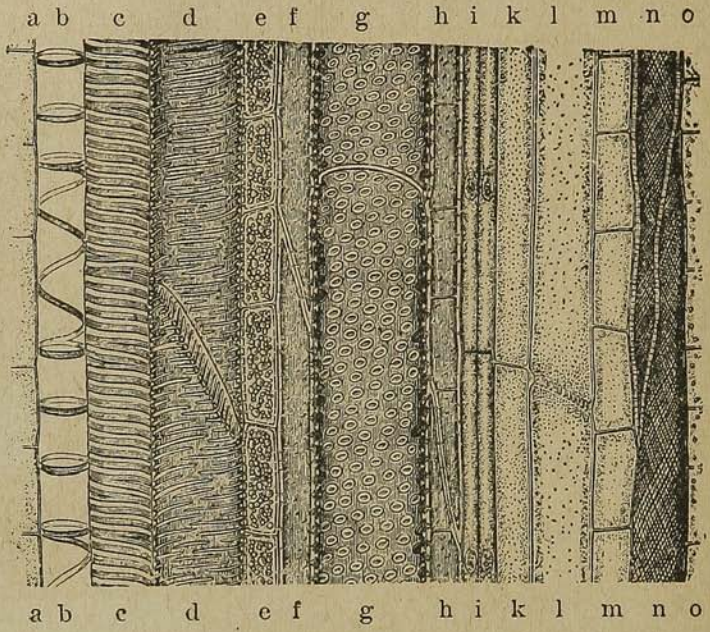


Fig. 154. Esquema de la sección longitudinal radial de un haz conductor de una dicotiledónea.

a, células medulares; *b*, vaso anillado; *c*, vaso espiralado; *d*, vaso reticular; *e*, parénquima leñoso; *f*, fibras leñosas; *g*, vaso con poros areolados; *h*, parénquima leñoso; *i*, cámbium; *k*, células anejas; *l*, tubos cribosos; *m*, parénquima criboso; *n*, fibras liberianas; *o*, parénquima cortical (aumento unos 250). (Según Kny)

modo que las paredes de las cuatro especies de elementos xilémicos precedentemente descritos. El parénquima leñoso se halla a menudo envolviendo los vasos, pero también se presenta en masas esparcidas por el cuerpo leñoso. En sus células se forman muchas veces tabicaciones transversales.

Elementos de la región floémica (véanse figs. 153, 154, y también 156 y 157).

Los tubos cribosos se originan, como los vasos, de la unión de varias células colocadas en serie unas sobre otras, pero las paredes transversales de estas células no desaparecen, sino que disuelta en puntos aislados la membrana a la vez que engrosada en el resto, quedan convertidas en las llamadas *placas cribosas* (figs. 153, 157). A veces, las placas cribosas son oblicuas a la dirección de los tubos. Éstos pueden

medir hasta 2 mm. de largo y 0,08 mm. de ancho, y contienen siempre protoplasma vivo. El protoplasma de las diversas células que componen los tubos cribosos se halla unido por filamentos protoplásmicos a través de los poros de las placas. Como las paredes de los tubos cribosos están muy poco engrosadas, y en ningún caso lignificadas, los tubos prime-

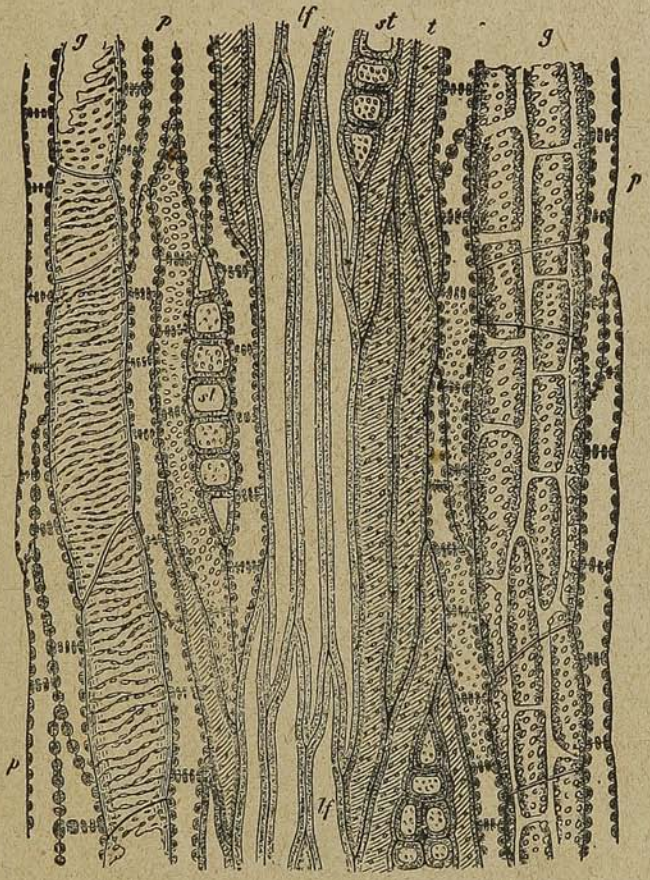


Fig. 155. Sección longitudinal tangencial del leño secundario de *Ailanthus glandulosa*. *g*, vasos; *st*, radios medulares cortados transversalmente; *p*, parénquima leñoso; *t*, traqueidas; *lf*, fibras leñosas. Con gran aumento. (Según Sachs)

rizos cuando pierden su función conductora son comprimidos por los elementos vecinos, más robustos, hasta que desaparece su lumen y quedan formando una masa córnea, el llamado *queratenquimo* (*keras* = cuerno).

Las células anejas (en alemán *Geleitzellen*) acompañan y aun envuelven a los tubos cribosos (figs. 153, *gl*, y 157, *z*), a los que probablemente auxilian en sus funciones, ya que en ellas parecen formarse las substancias proteicas. Una célula aneja y su contigua de un tubo criboso se originan de una misma célula madre. Las células anejas son

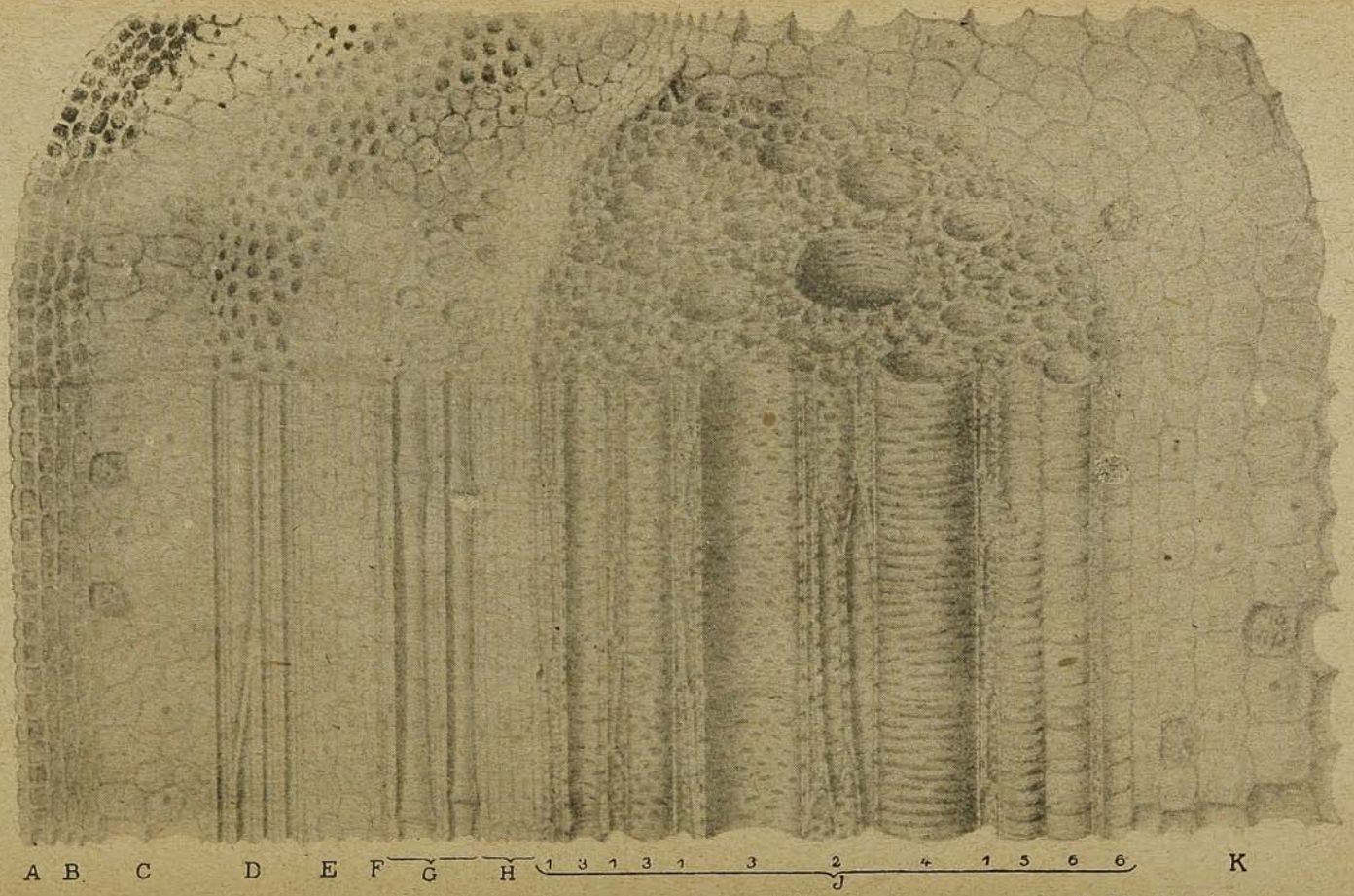


FIG. 156. Tejido conductor de las plantas. Corte de un tallo de *Aristolochia sipho* con aumento de 200 diámetros.

A, epidermis; *B*, colénquima cortical; *C*, parénquima cortical; *D*, anillo de fibras liberianas; *E*, parénquima cortical; *F*, tejido criboso aplastado; *G*, tejido criboso conductor (con tubos cribosos y células anejas); *H*, cámbium; *J*, hadroma o región leñosa del haz conductor *G*, parénquima leñoso; 2, traqueidas; 3, vasos punteados; 4, vaso escaleriforme; 5, vaso espiralado; 6, vasos anillados); *K*, parénquima medular. Según E. Gilg, en H. Kraemer, «Mensch und Erde» (El Hombre y la Tierra)

alargadas, estrechas y muy ricas en protoplasma, y generalmente tienen el lumen estrecho. Sus paredes comunes con los tubos cribosos poseen finas puntuaciones, que son poros de comunicación en correspondencia con los de los tubos.

Las células cambiformes son elementos prosenquimatosos de paredes delgadas, con abundante protoplasma. No se diferencian esencialmente de las células anejas, y su significación fisiológica no está aún bien determinada.

El parénquima liberiano, *parénquima leptómico* o *floémico* (fig. 154, *m*), consiste en las células de paredes delgadas, prosenquimáticas, con protoplasma, más o menos cúbicas o a lo menos poco estiradas, que acompañan constantemente a los elementos leptómicos que acabamos de describir.

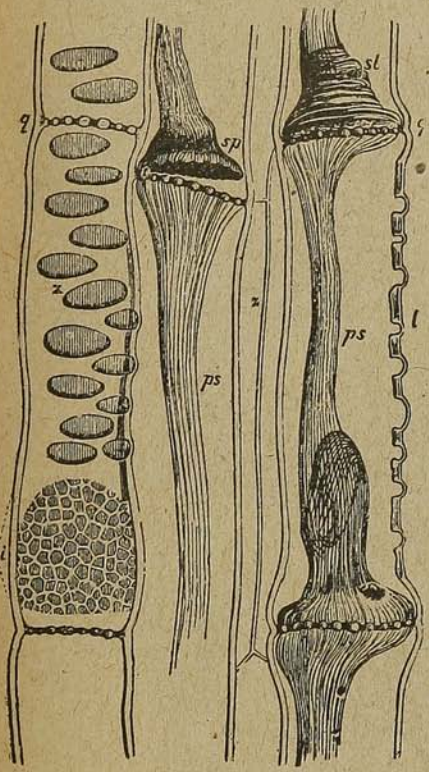


FIG. 157. Sección transversal del leptoma de *Cucurbita pepo* (calabacera). *si*, placa cribosa joven en una pared lateral; en *x* y *l* se forman más tarde otras placas cribosas; *ps*, *sp* y *sl*, contenido coagulado de los tubos cribosos; *q*, pared transversal; *z*, células anejas. Con gran aumento. (Según Sachs)

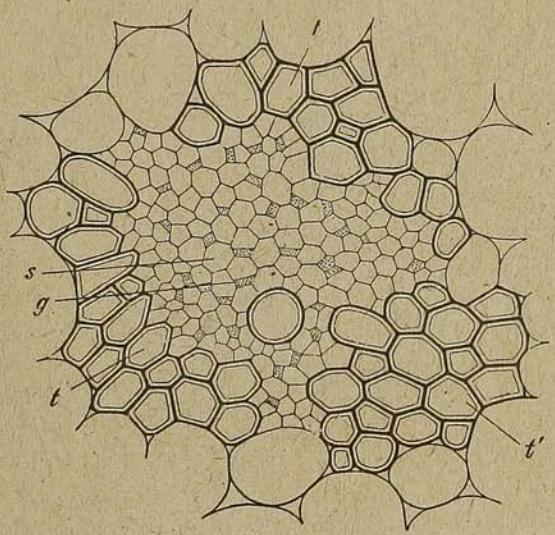


FIG. 158

Sección transversal de un haz conductor concéntrico del rizoma de un lirio (aumento 350). *t*, tráqueas; *t'*, tráqueas primeramente formadas; *s*, tubos cribosos; *g*, células anejas

A la *parte leñosa* o hadroma de los haces conductores corresponde la función de conducir el agua y las sales absorbidas por las raíces hasta el tejido de asimilación, que, como sabemos, reside principalmente en las hojas, en las cuales parte del agua se evapora, y parte, juntamente con las sales disueltas, entra en las reacciones químicas que allí se verifican. La *región cribosa* o leptoma, a su vez, es la

vía por donde los hidratos de carbono y los compuestos orgánicos nitrogenados, que han sido elaborados por la actividad asimiladora, son conducidos a los lugares de consumo, esto es, a los puntos vegetativos y al cámbium, donde son empleados para la generación de nuevas células.

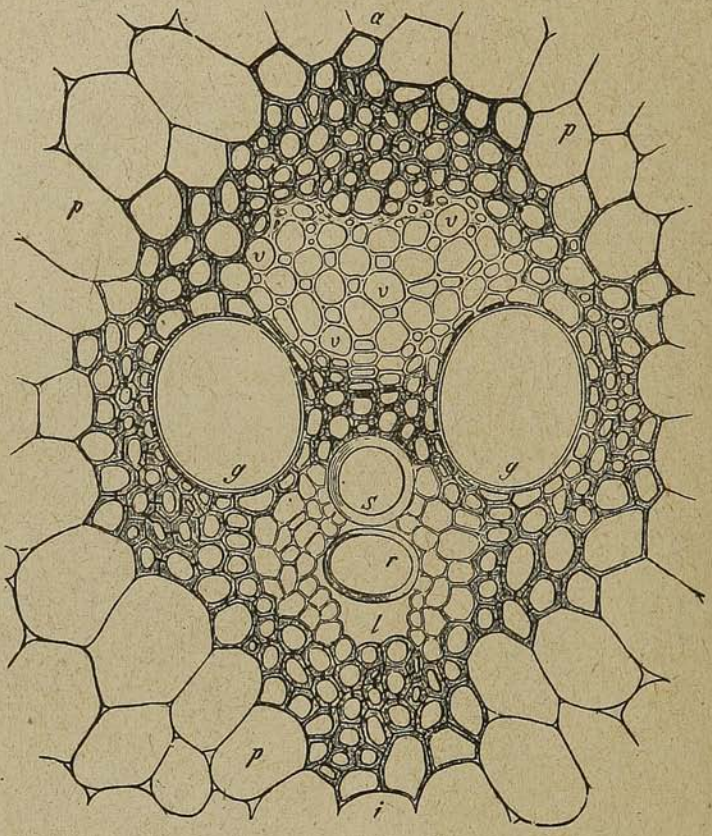


FIG. 159. Sección transversal de un haz colateral cerrado del tallo de *Zea Mays* (aumento 550).

a, lado externo respecto del eje del tallo; *i*, lado interno; *p*, parénquima fundamental; *g g*, dos grandes vasos punteados; *s*, vaso espiralado; *r*, anillo de un vaso anillado; *l*, meato aéreo esquizógeno, circuído por células de paredes delgadas. Entre los dos vasos *g* hay varios vasos pequeños reticulados y con poros areolados. Estos elementos forman la región leñosa. — En la parte liberiana existen los tubos cribosos (*v*), que se distinguen por su mayor diámetro; las pequeñas células cuadrangulares contiguas a los tubos son sus células anejas; todo el cordón se halla envuelto en una vaina de fibras liberianas. (Según Sachs)

Asimismo, una fuerte corriente de jugos nutritivos se dirige hacia las flores y los frutos en formación, y llena las semillas de materias de reserva. En otoño, cuando la planta suspende su actividad vital y entra en un período de reposo, los órganos que han de persistir a través del invierno, como el tallo, rizoma, tubérculos, raíces, etc., se rellenan de materias nutritivas. Cuando en la primavera comienza el

período de crecimiento de la planta, ascienden aquellas materias con la corriente de savia y sirven para la formación de brotes jóvenes y de las nuevas hojas.

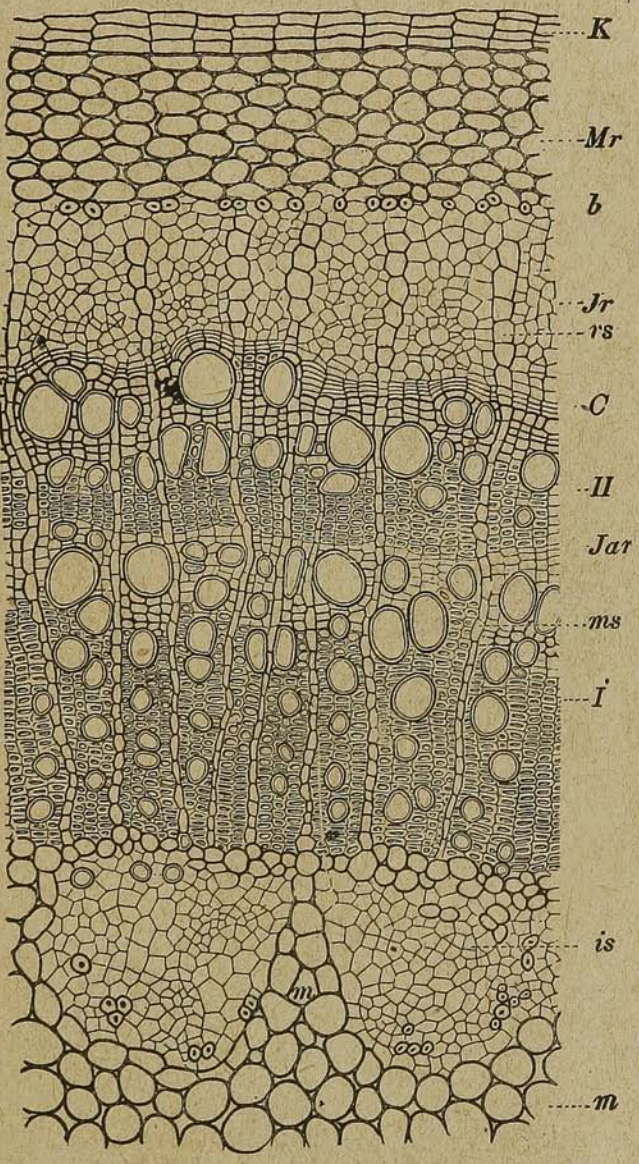


FIG. 160. Sección transversal de una rama de dos años de *Solanum Dulcamara* con haces bicolaterales; muy aumentado.

K, súber; *Mr*, corteza externa o primaria; *b*, fibras liberianas; *Jr*, corteza interna o secundaria (líber); *rs*, radio cortical; *C*, cámbium; *Jar*, anillos anuales del leño: (*I*, primer año; *II*, segundo año); *ms*, radio medular; *is*, líber interior; *m*, médula. (Según Tschirch)

Distribución de los haces conductores
Haces concéntricos, colaterales, bicolaterales y radiales

Los haces conductores pueden tener sus dos partes constituyentes, el leptoma y el hadroma, diversamente colocadas. Si el hadroma circunda el leptoma o viceversa, el haz se llama *concéntrico*. Es caso frecuente en el tallo de los helechos, raro en las monocotiledóneas (figura 158), en las cuales el leptoma (tubos cribosos) está rodeado por hadroma (parte leñosa).

Si las dos regiones son simplemente contiguas sin estar una de ellas incluída en la otra, pueden ocurrir dos casos, considerando la

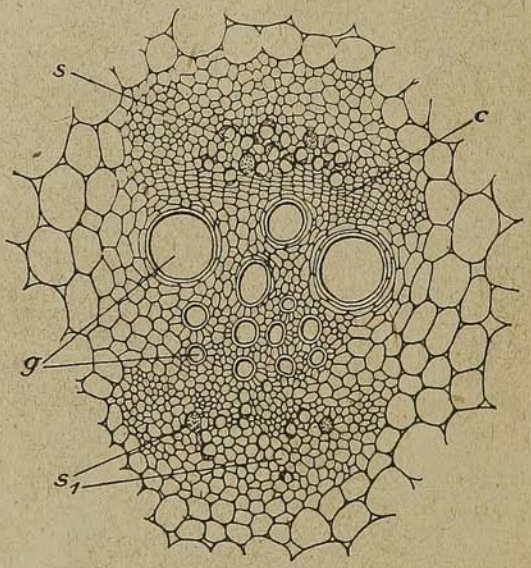


Fig. 161. *Cucurbita pepo*. Hacecillo conductor bicolateral. *s*, porción liberiana; *c*, cámbium; *g*, vasos de la porción leñosa; s_1, parte liberiana situada hacia el interior

disposición de ambas partes con relación al eje de crecimiento del órgano a que pertenece el haz conductor, a saber:

a) El leptoma, mirado desde la periferia en dirección radial, está situado *delante* del hadroma, y se trata de *haces colaterales* (figuras 159 y 170, *A*). Es el caso normal en los tallos de monocotiledóneas y dicotiledóneas. En algunos casos existe a la vez tejido leptómico en ambas caras, interna y externa, del hadroma, y se dice que los haces son *bicolaterales* (figs. 160 y 161). Se presenta esta disposición en cucurbitáceas, solanáceas, apocináceas, etc.

b) Mirado el haz en dirección del radio, se ven sus dos porciones la una *a la derecha* de la otra, y el haz se denomina *radial*, caso común en las raíces (figs. 145, 170, *B*).

Los diferentes tipos de haz conductor en los órganos del tallo pueden derivarse bien unos de otros considerando a los haces conductores de los helechos (fig. 162) como bicolaterales y no como concéntricos. Ya en los helechos encontramos, a veces, crecimiento secundario. Como la porción cribosa (líber) generalmente sólo se mantiene capaz de funcionar durante un año y el cámbium, que produce el

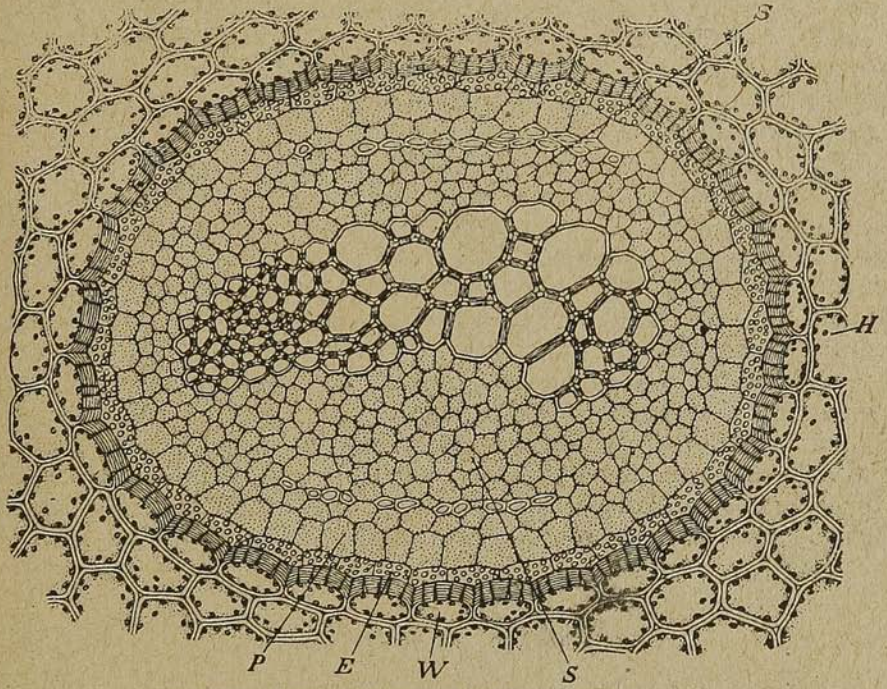


FIG. 162. Corte transversal del haz conductor.
En el centro de la parte leñosa (*H*), arriba y abajo de la misma, hay la parte liberiana (*S*); *P*, capa llamada *pericámbium*; *E*, capa de almidón; *W*, estuche o vaina del haz conductor. (Según Kny)

crecimiento en diámetro, se desarrolla entre la parte cribosa externa y la parte leñosa, se oprime la parte liberiana interna, excepto en las plantas que en su crecimiento evolutivo siempre se mantienen anuales. Así se forman haces conductores colaterales de los bicolaterales. La formación de los haces conductores concéntricos en las monocotiledóneas puede atribuirse a que estas plantas, como plantas acuáticas típicas, han perdido los elementos mecánicos de consistencia y, por esto, disponen los vasos de paredes recias alrededor de la parte cribosa de paredes delgadas como protección mecánica.

Sistema de reserva

La función asimiladora en las plantas verdes produce una cantidad de substancias superior a la que va necesitando el organismo para sus construcciones en los puntos vegetativos de la raíz y el tallo. Los

materiales que no tienen inmediato empleo en estos puntos son almacenados en distintos órganos. Esta acumulación de substancias alcanza su mayor cuantía en el rigor del verano y en otoño, cuando suele cesar el crecimiento, o al menos está muy atenuado. El tejido típico de los órganos de reserva muestra una estructura muy característica: células parenquimatosas, poliédricas, generalmente de paredes delgadas, con insignificantes espacios intercelulares. El tejido de reserva se encuentra principalmente en raíces, tubérculos, bulbos, semillas; pero también con frecuencia en los tallos y rara vez en las hojas. Como substancias de reserva encierra almidón, azúcar, albuminoides, aceites grasos, celulosa.

Pero, además de los depósitos de substancias orgánicas nutritivas, deben conceptuarse también como pertenecientes al sistema de reserva los órganos acumuladores de agua que tienen muchas plantas de los climas cálidos y secos (plantas de las estepas y desiertos). Tales plantas, a menudo carnosas, almacenan en ciertos órganos durante la estación húmeda grandes cantidades de agua, que será graduralmente utilizada durante la sequía. Las hojas, y a veces también los tallos, de muchas de estas plantas poseen un tejido de células gigantes, que en tiempo húmedo están completamente llenas de agua, y cuyas paredes después de algún tiempo de sequía se pliegan poco a poco a medida que su contenido de agua es consumido por la planta. Cuando ésta vuelve a tener agua abundante a su disposición, se hinchan de nuevo aquellas células, cuyas paredes son flexibles como las de un fuelle.

Sistema de oreamiento

La entrada del aire atmosférico en el organismo de los vegetales superiores, que están provistos de capas cuticulares impermeables, se verifica al través de ciertas aberturas del tejido epidérmico, que son los *estomas* y las *lentejuelas*. A fin de que los tejidos interiores reciban los gases atmosféricos necesarios para la asimilación y respiración, existen *vías aeríferas* que cruzan las masas de tejidos, las cuales están formadas por espacios intercelulares que se comunican entre sí y con los estomas y lentejuelas. Estos espacios intercelulares, que reciben el nombre de *meatos aéreos*, sirven además para la transpiración, esto es, la evaporación del agua que fué absorbida por la raíz y que ha llevado las sales minerales del terreno a los lugares de consumo, al efecto de la nutrición de la planta. Así se forma una *corriente de transpiración* que recorre toda la planta. La transpiración tiene por objeto, para ésta, producir un rápido movimiento de la corriente de agua y con ello el de las sales nutritivas, además efectuar la concentración de las soluciones, y finalmente disminuir la temperatura de la planta mediante el enfriamiento producido por la evaporación, sobre todo cuando la irradiación solar es muy enérgica. Las plantas que viven en aguas quietas, es decir, que contienen poco oxígeno, por ejemplo, en los

pantanos, se caracterizan por tener espacios intercelulares especialmente desarrollados para que puedan almacenar aire. El tejido de esta clase recibe el nombre de *aerénquima* (*aer* = aire); se encuentra, por ejemplo, en el *Acorus calamus*, el *Taxodium distichum*, etc.

Los *estomas* (figs. 163 y 164) existen principalmente en las hojas, casi siempre en su cara inferior, pero también hay estomas esparcidos en la epidermis de otras partes verdes de la planta. En el envés de una hoja se cuentan, por término medio, 100 estomas por milímetro cuadrado, número que puede ascender en algunos casos hasta 700.

En las plantas acuáticas cuyas hojas flotan en el agua, sólo se encuentran estomas en la cara superior (*Nuphar*, ninfeáceas).

Un estoma se compone de dos células epidérmicas alargadas en sentido tangencial, unidas por sus extremos dejando entre sí una hendidura, la abertura estomática, por la cual entra el aire a un gran espacio intercelular que existe en el tejido de la hoja inmediatamente debajo del estoma. Dicha cavidad es la llamada *cámara aérea* (fig. 163, *At*), y comunica con los meatos aéreos internos. Las dos células que componen el estoma se denominan *células de cierre*, y por su complicada y peculiar estructura pueden hacer más ancha o más angosta la abertura estomática y aun cerrarla completamente, regulando así, a medida de la necesidad, el cambio de gases entre los espacios intercelulares de la planta y la atmósfera.

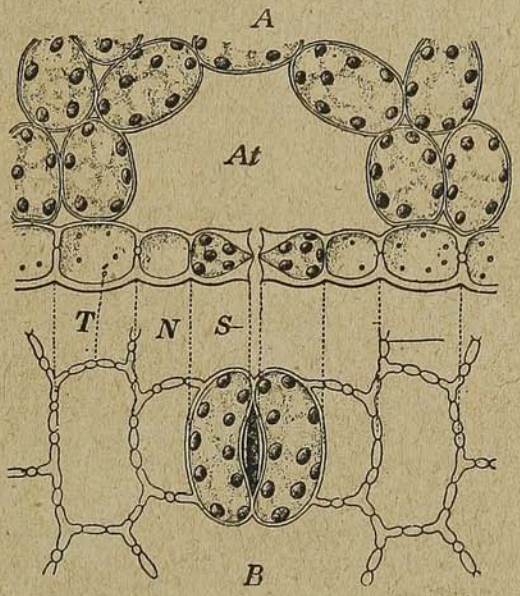


FIG. 163. Estoma en una hoja de *Tradescantia*. *A*, en la sección transversal de la hoja; *B*, visto de frente. *At*, cámara aérea; *S*, células de cierre; *N*, células anejas; *T*, poro de la pared celular

Se forman a partir de las células epidérmicas y son células hermanas, salidas de una misma madre. Más tarde se han separado por una rendija. En las células epidérmicas, estiradas a lo largo de las hojas de las monocotiledóneas, una célula epidérmica se divide en una mitad inferior grande y otra superior más pequeña, y de la última se forman por división longitudinal las células de cierre (fig. 164, *A*). Esta célula pequeña siempre se divide en el extremo de la célula epidérmica dirigida hacia la punta de la hoja. Las células de cierre contienen clorofila, a diferencia de las otras células epidérmicas. Con esto están en disposición de formar azúcar por asimilación y de transformar

substancias osmóticamente inactivas (fécula) en osmóticamente activas (azúcar), y viceversa. Al revés de los asimilados (producto de asimilación) en el mesofilo de la hoja, los asimilados de las células de cierre no son transportados fuera, sino que quedan en ellas. Por esto, si se

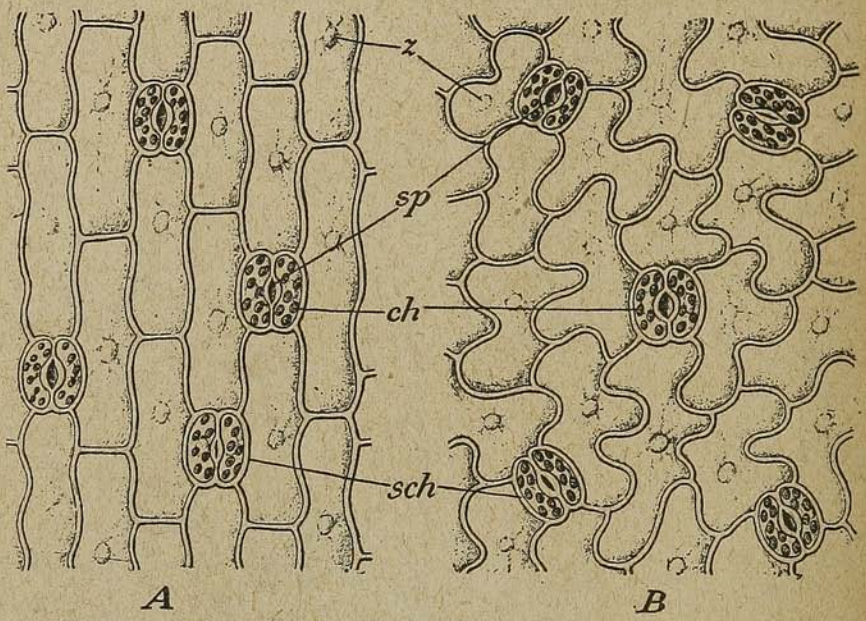


FIG. 164. Epidermis de hojas normales con estomas, vista de frente. *A*, con paredes celulares rectas; *B*, con paredes sinuosas; *z*, núcleo celular; *sp*, estoma; *ch*, granos de clorofila; *sch*, células de cierre

pone una hoja uno o más días en la oscuridad, se la inmerge en alcohol para que muera y para extraer la clorofila, y luego se la introduce en solución acuosa de yodo, el mesofilo no contiene ya fécula, mientras que las células de cierre todavía la conservan. Con el aumento o la disminución de la presión de la turgescencia es actuado el mecanismo de cierre, a la vez que se dilatan o contraen sus células. Hay que fijarse en que, en general, los estomas están abiertos cuando la planta posee bastante humedad para qué no resulte perjudicada la transpiración que se efectúa simultáneamente con la respiración y la asimilación, y que, sin embargo, los estomas poco a poco se cierran tan pronto como se hace sentir la falta de agua en la planta, es decir, tan pronto como cesa la tensión, la turgescencia del protoplasma en las células. Los estomas no sólo están destinados a regular la proporción de agua,

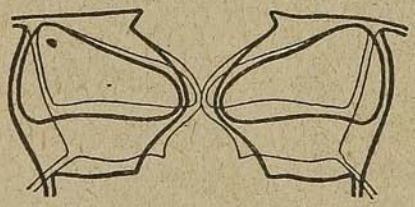


FIG. 165. Estoma de *Helleborus* abierto (líneas gruesas), cerrado (líneas delgadas). (Según Schwendener)

sino que también deben dejar entrar el CO_2, lo cual ocurre sobre todo por la acción de la luz. En consecuencia, reaccionan también con ésta, abriéndose mucho en plena iluminación, aun cuando el suministro de agua no sea favorable. Por tal motivo, las plantas se marchitan al sol antes que en la sombra (figura 166).

La intensidad de la transpiración depende, por lo tanto, de la proporción de agua de la planta, de la luz y, además, de la sequedad del aire y sobre todo del viento. En las plantas xerofitas la intensidad de la transpiración es disminuída por disposiciones especiales (epidermis fuertemente cuticularizada, pelos, hundimiento de los estomas). Esta intensidad se mide determinando la pérdida de agua por pesada.

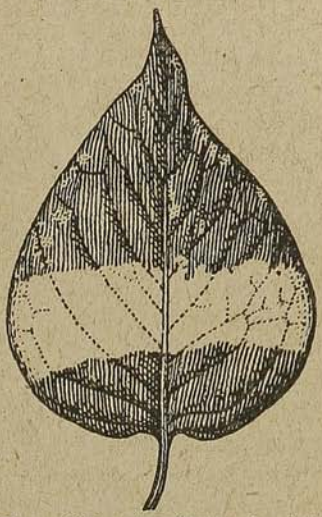


Fig. 166. Apertura de los estomas a la luz. Una hoja de sauce se pone a oscuras en su parte media, mientras que los dos extremos están expuestos a la luz. Sólo permanecen abiertos los estomas iluminados y dejan penetrar el alcohol absoluto, con lo cual aparece una coloración oscura en las porciones correspondientes de la hoja. (Según Molisch)

Las *lentejuelas* o *poros de la corteza* (fig. 167) sustituyen los estomas en aquellos órganos del tallo donde tiene lugar la formación de corcho. Son papilas peridérmicas que se asientan sobre el parénquima cortical y que atraviesan el tejido suberoso y la epidermis, por cuyos conductos intercelulares puede penetrar el aire atmosférico

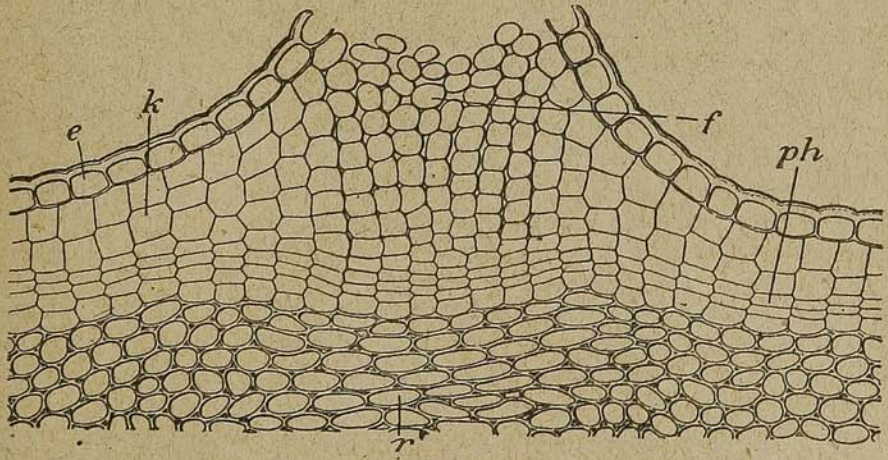


Fig. 167. Lentejuela en una rama joven.
e, epidermis ; *k*, tejido suberoso ; *ph*, felógeno ; *f*, tejido de relleno ; *r*, corteza

en el tallo. Aparecen ya antes de que se haya iniciado la formación del peridermo, formándose un cámbium en forma de corteza debajo de los estomas. Las células de relleno producidas por este cámbium

se redondean y se suberifican; se encuentran lenticelas sólo en tallos y ramas jóvenes, porque en los viejos han sido expulsadas por la formación de ritidoma. Sólo cuando todo el súber se ha conservado mucho tiempo, por ejemplo, en el abedul, se encuentran también en troncos viejos, en los cuales se han estirado formando tiras transversales a causa del aumento del tronco en grueso. Las lentejuelas permiten la aereación de los tejidos internos del tallo porque sus espacios intercelulares se comunican con los meatos aéreos de los radios medulares, de modo que el aire penetra en éstos profundamente y luego se difunde por todos los tejidos vivos del tallo.

Las plantas que viven en aguas pantanosas muy pobres en oxígeno, o en aguas salinas (por ejemplo, las mangrováceas de las costas tropicales), tienen órganos especiales que salen de las raíces y que, dotados de geotropismo negativo, se elevan sobre el suelo cenagoso o sobre el agua. Reciben el nombre de *raíces respiratorias* o *neumatóforos*, y poseen un parénquima sumamente laxo *(aerénquima)*, cuyos numerosos espacios intercelulares y grandes lagunas aéreas forman un sistema que comunica con la atmósfera mediante aberturas parecidas a lentejuelas: los *neumátodos*. Por éstos entra el aire atmosférico, y al través del aerénquima es llevado a los órganos sumergidos. Sin embargo, son principalmente órganos portadores de las raíces adventicias.

Sistema de secreción

Del mismo modo que ocurre en los animales, también en las plantas son absorbidas numerosas substancias, de naturaleza química muy diversa, que no son completamente utilizadas por el organismo, y también en éste se forman, resultantes de los procesos bioquímicos, cuerpos que carecen de finalidad. Todas estas substancias residuales, que por regla general no han de experimentar ya transformaciones ni intervenir en la economía vegetal, son alejadas, como inútiles o perjudiciales, de las vías conductoras y depósitos de reserva y segregadas en los *órganos de secreción*. Haremos una breve descripción de los más importantes.

Hidátodos. Son órganos secretores de agua, uni o pluricelulares, de muy diversas formas, que existen en las hojas de muchas plantas y que, cuando la transpiración es insuficiente, eliminan el agua en forma de gotas. Suelen existir en los bordes foliares, lo más frecuente en la punta de la hoja (como en gramíneas y aráceas) y de sus dientes (capuchina), pero también pueden estar esparcidos por la superficie limbar. La salida del agua al exterior se realiza de diversos modos; de ordinario, por aberturas parecidas a los estomas, a los que se ha dado el nombre de *estomas acuíferos*, pero carecen de mecanismo de cierre.

Pelos glandulares (fig. 134, *J-L*). Son órganos de secreción epidérmicos que constan de una parte que sirve de pedúnculo y una

cabezuela terminal, generalmente dividida en varias células, que es el verdadero cuerpo glandular. La secreción se forma, como se ha comprobado modernamente, en las capas celulósicas de la membrana, pero es retenida por la cutícula y se reúne a menudo, formando gruesas vesículas, entre la membrana celulósica y la cutícula solevantada; ejemplo, las glándulas de lúpulo, que son pelos escamosos glandulares que existen en las brácteas de la inflorescencia femenina de dicha planta. Con frecuencia acontece que por excesiva tirantez se rasga la cutícula, y la secreción queda en libertad.

Como la cutícula está formada por una substancia parecida a las grasas, es impregnada por las esencias, de modo que éstas pueden evaporarse, a su través, aun estando la cutícula intacta. La esencia actúa generalmente como tóxica sobre pequeños animales, por ejemplo, las hormigas son narcotizadas o muertas por algunas labiadas. Por consiguiente, los pelos glandulares pueden considerarse como una protección contra el ataque de los animales.

Células secretorias. Son células, ya isodiamétricas más o menos globosas, ya utriculares alargadas, en cuyo interior se encuentran secreciones de diversa naturaleza: resinas, aceites esenciales, mucílago, tanino. Yacen aisladas dentro del parénquima, o bien forman grupos, o hileras, más o menos grandes.

Recipientes secretorios. Por su diferente modo de formarse se hace una distinción entre recipientes secretorios *esquizógenos* (engendrados por hendimiento de paredes celulares y disgregación de un grupo de células) y *lisígenos* (producidos por citólisis o disolución celular). La génesis de los primeros es como sigue: cuando el órgano es joven, en el lugar donde habrá más tarde un recipiente secretorio existe una célula de exuberante protoplasma que por división crucial da origen a cuatro o seis células de paredes delgadas. En el centro de este grupo de células se hienden sus paredes comunes por la lámina media o membrana primaria, formándose un pequeño espacio intercelular. Esta cavidad queda revestida como por un epitelio por los elementos a que debe su origen, que por esto se denominan *células epiteliales*. Estas células, muy ricas en protoplasma, siguen dividiéndose activamente; la cavidad se agranda, y a menudo se prolonga, a medida que el órgano crece, de suerte que llega a formarse un recipiente esferoidal bastante grande o un canal más o menos largo (canal secretorio), en donde se vierte la substancia segregada por las células epiteliales (fig. 168, *A*).

Los recipientes lisígenos resultan de un proceso algo más complicado. En órganos jóvenes existen ciertos nidos de células con protoplasma abundante y finas paredes. Éstas comienzan súbitamente a disolverse, y se transforman, juntamente con el contenido celular, en producto de secreción. Más tarde, entran en citólisis nuevos elementos, con lo que la cavidad secretoria se hace mayor a la par que aumenta su contenido (fig. 168, *B*).

Con frecuencia sucede que en un recipiente típicamente esquizógeno se produce ulteriormente poco a poco la citólisis de sus elementos epiteliales, y aun se propaga este proceso a las células parenquimatosas

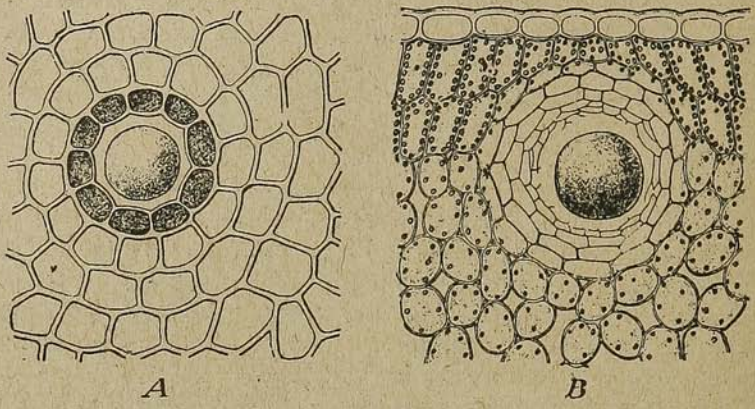


FIG. 168

A, recipiente secretorio esquizógeno de la raíz de árnica; *B*, recipiente secretorio esquizolisígeno de la hoja del naranjo. Con gran aumento

que rodean la cavidad. Se acostumbra designar estos recipientes secretorios como *esquizolisígenos*, bien que en su estado final nada revela sus comienzos de formación esquizógena.

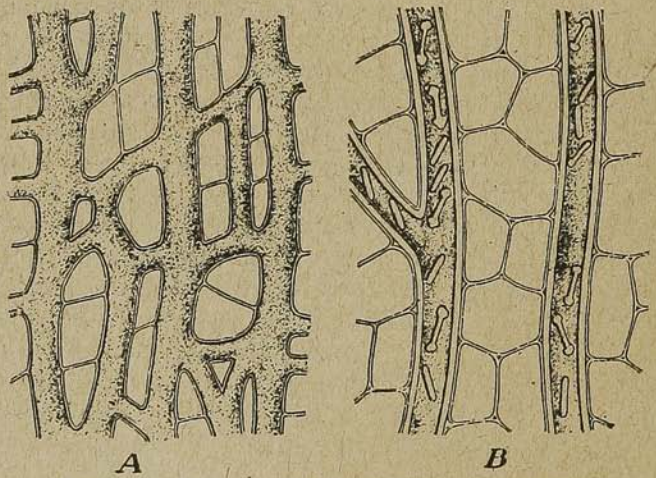


FIG. 169. Tubos laticíferos en sección longitudinal.

A, de escorzonera, articulados y anastomosados; *B*, de una *Euphorbia*, continuos, con granos de almidón bacilares y humeriformes. Con gran aumento

Es de advertir que modernamente se va demostrando en casos cada vez más numerosos que los recipientes considerados como puramente lisígenos fueron antes, aunque por breve tiempo, de naturaleza esquizógena. Esto ha sido, por ejemplo, plenamente comprobado en los recipientes secretorios de las rutáceas (fig. 168, *B*).

Tubos laticíferos. Pueden formarse de dos modos enteramente distintos. Unos resultan, al igual que las tráqueas, de la fusión de varias células unidas en filas rectas o ramificadas, por disolución de las paredes transversales; éstos son los tubos laticíferos *articulados* (formados por la unión de artículos o miembros), y constituyen una red ampliamente extendida por los órganos que los poseen. Otros, los tubos laticíferos *continuos* o no articulados, proceden cada uno de ellos de una sola célula, que desde el nacimiento de la plántula crece indefinidamente y se ramifica, alargándose por entre las células de la planta a medida que ésta crece, a semejanza de los filamentos micelianos de un hongo (fig. 169).

Los tubos laticíferos poseen un utrículo protoplásmico delgado y numerosos núcleos. Sus paredes son asimismo delgadas; en algunos casos (euforbiáceas) alcanzan considerable espesor. El látex, blanco, amarillo o rojo anaranjado, es una emulsión, esto es, un líquido acuoso en el que se hallan suspendidos multitud de granos de almidón y gotitas de diversas substancias (grasas, caucho, gutapercha, resinas, alcaloides). Alguna vez contiene el látex azúcares y albuminoides, y se comprende que siendo estas substancias de extraordinaria utilidad para el organismo, no dejarán de ingresar nuevamente en el ciclo de sus procesos bioquímicos. La significación biológica del látex en las plantas que lo contienen es el servir de inmediata protección en las heridas. Dicho jugo sale con presión de los tubos laticíferos rotos y cubre inmediatamente la herida con una capa, que se coagula rápidamente al aire y constituye un cierre completo y firme.

Sistema de engrosamiento secundario

En los haces *colaterales* de gimnospermas y dicotiledóneas la zona generatriz de nuevos elementos, llamada *cámbium*, está situada en círculo alrededor del centro del tallo (fig. 170, *A*, línea de puntos). Esta zona generatriz tiene su origen en la delgada lámina de procámbium que conserva su actividad proliferante después de constituída la estructura primaria del tallo, lámina situada entre el leptoma y el hadroma y que se convierte en el *cámbium fascicular* (fig. 171, *c*). Más tarde, se propaga la facultad generatriz al parénquima que existe entre los haces conductores, del cual se forman tiras de meristemo secundario (el *cámbium interfascicular*, fig. 171, *cb*), que cierran con las del primario un anillo completo; este anillo es la zona generatriz definitiva que produce continuamente hacia fuera elementos de *liber* y hacia dentro tejidos *leñosos*, con lo cual se verifica el engrosamiento secundario del tallo.

En la figura 172 puede verse cómo el engrosamiento secundario origina de un cierto número de haces colaterales, primitivamente separados, el aspecto que presenta la sección transversal de un tallo cualquiera — tronco o rama — de una planta dicotiledónea. Las partes

leñosas que fueron formadas por el procámbium se distinguen como *leño primario* (fig. 172, h^1) de las originadas posteriormente por la actividad del cámbium, que constituyen el *leño secundario* (h^2). Los radios medulares (*mk*) que en la estructura primaria del tallo van desde la

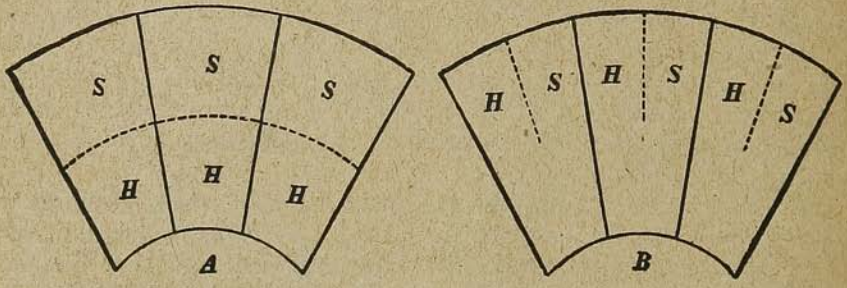


FIG. 170. Representación esquemática de la disposición del floema y xilema. *A*, en haces colaterales; *B*, en haces radiales; *H*, xilema; *S*, floema

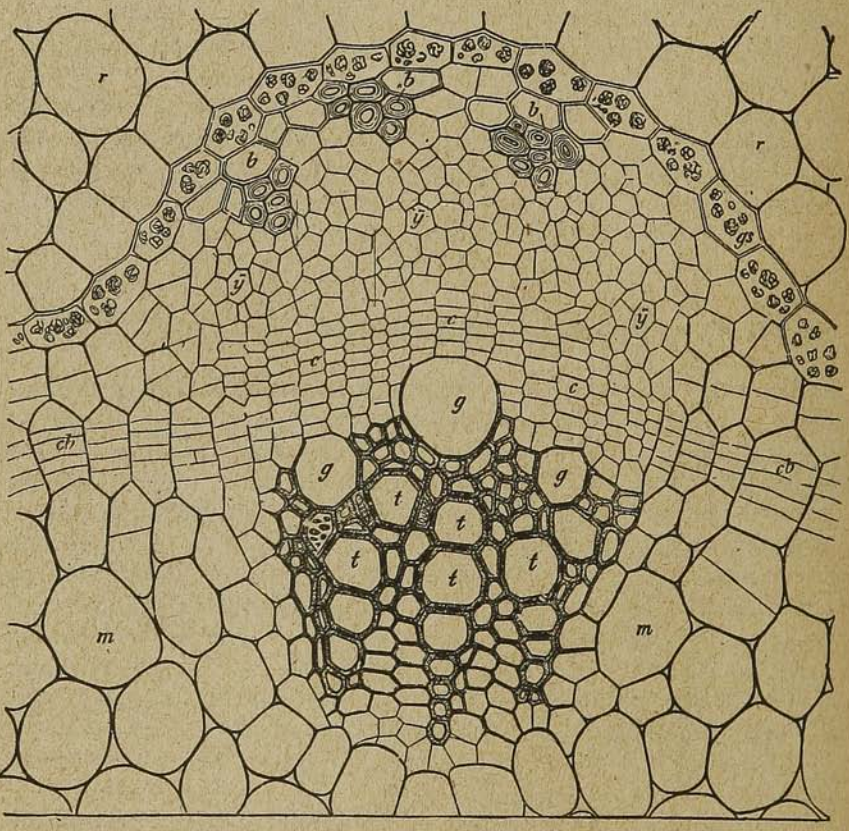


FIG. 171. Sección de un haz colateral abierto de *Ricinus communis*.

r, corteza; *m*, médula; *c*, cámbium fascicular; *cb*, cámbium interfascicular; por el lado interno de *c*, el xilema, en el que *t* y *g* son vasos punteados; por el lado externo del cámbium el floema *y*; *b*, haces de fibras liberianas. — El haz conductor por su cara externa está rodeado de una vaina almidonífera. Con fuerte aumento. (Según Sachs)

médula hasta la periferia persisten durante el engrosamiento secundario, merced a que el cámbium interfascicular prolifera en los lugares correspondientes células parenquimatosas, de ordinario un poco alargadas en sentido radial; se denominan *radios medulares primarios* (mk^1) y constituyen tiras de tejido parenquimatoso que unen la médula con la corteza primaria, atravesando todo el cuerpo leñoso y la corteza secundaria (líber secundario); en la figura 173 son las líneas oscuras radiales. Los *radios medulares secundarios* (mk^2), formados dentro del cuerpo liberoleñoso secundario, son naturalmente más pequeños que los anteriores. Como los elementos nuevamente formados en las dos caras del cámbium empujan a los antiguos en sentidos opuestos, resulta que la zona primaria del leño (p^1) es la parte interna de éste, y en cambio en el líber sus elementos primarios (p^2) son los externos.

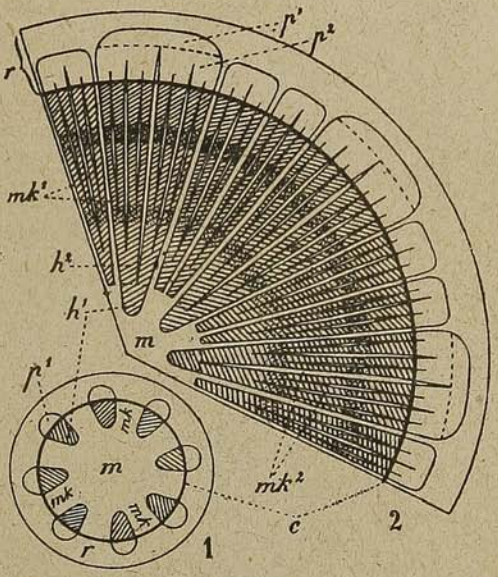


FIG. 172

1, sección transversal esquemática de un tallo de un año con 8 haces conductores; 2, fragmento de la sección transversal esquemática del mismo tallo a los tres años de desarrollo; *c*, anillo cambial; *m*, médula; *mk*, radio medular primario; mk^1, radio medular primario; mk^2, radio medular secundario; h^1, leño primario; h^2, leño secundario; p^1, líber primario; p^2, líber secundario; *r*, corteza. (H. Potonié)

Debemos aquí hacer notar que en las dicotiledóneas leñosas las porciones de leño que se han formado en cada período vegetativo constituyen capas que se destacan como círculos concéntricos en el corte transversal del tronco (fig. 173). Esto proviene de que en la primavera el desarrollo de los brotes nuevos exige la conducción de gran cantidad de agua y sales minerales y, en relación con esta necesidad, el cámbium engendra anchos elementos traqueales de paredes relativamente delgadas; contrariamente, al final del verano, prolifera elementos más estrechos y de lumen exiguo, que contribuyen a dar solidez al cuerpo leñoso. A continuación fórmanse en la primavera siguiente nuevos elementos vasculares de grueso calibre que contrastan con los últimos del año anterior. Así es como resultan los llamados *anillos anuales*, en los que alterna el leño temprano o de primavera con el leño tardío, más compacto. Por el número de estos anillos, que pueden contarse a simple vista en el corte transversal de un tronco, se averigua fácilmente la edad del mismo.

Comúnmente, semejantes anillos anuales sólo se encuentran en aquellas plantas cuya actividad vegetativa tiene un período de reposo

claramente marcado (reposo invernal, reposo de la estación seca). Y aun en éstas ocurre a veces que el leño de primavera y el tardío apenas se diferencian y, por tanto, casi no se distinguen los anillos anuales.

El espesor de los anillos en un mismo tallo es sumamente variado; por una parte, depende de la edad del árbol o de la rama que se considera, de tal modo que los primeramente formados son bastante es-

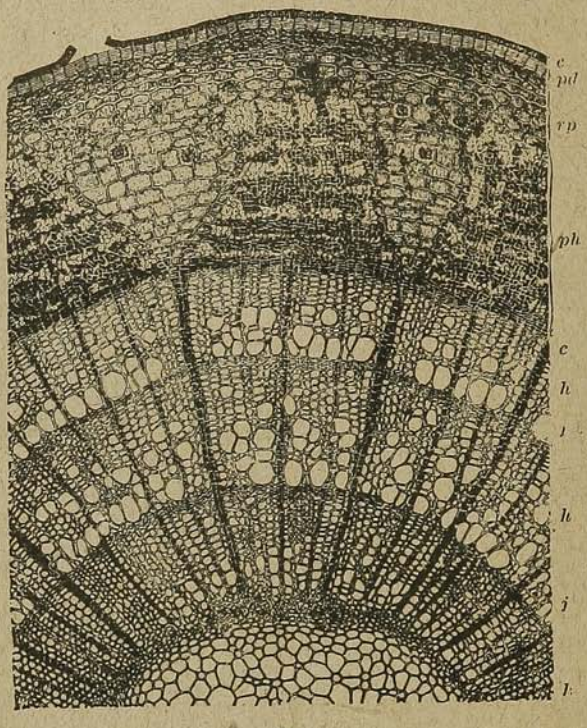


FIG. 173. Parte de la sección transversal de una rama de tilo de tres años. *e*, epidermis; *pd*, peridermo; *rp*, corteza primaria; *ph*, corteza secundaria (líber secundario); *c*, cámbium; *h*, leño; *j*, límite de los anillos anuales; *m*, médula. Con débil aumento. (Según Kny)

trechos; siguen unos cuantos en los que se alcanza el máximo espesor, y desde este punto disminuye continuamente el grueso de los anillos según aumenta la edad del vegetal. Influyen además muy visiblemente en el espesor de los anillos anuales las condiciones de vida favorables o perjudiciales para la planta durante los períodos vegetativos. Las maderas de las regiones tropicales, donde no se interrumpe la vegetación, no suelen presentar las disposiciones en anillos.

En las partes vegetales añosas, como los troncos de los árboles, las porciones más antiguas del leño y de la corteza llegan a perder su función conductora. En el cuerpo leñoso se distinguen entonces dos regiones: la región central, cuyos elementos ya no sirven para conducir el agua y ejercen un papel fisiológico puramente mecánico o de

sostén, es comúnmente de coloración oscura, a causa de la formación de substancias tánicas y resinosas, y se denomina *duramen* o *corazón de la madera ;* la región periférica, compuesta de elementos jóvenes, acuíferos, es de color blanco o claro, y por ello ha recibido el nombre de *albura.*

En un tallo normalmente constituído se distinguen tres principales secciones, que presentan, cada una, sus propias particularidades :

1. La *sección transversal,* que se practica en un plano perpendicular a la dirección del crecimiento ; sobre ella señálanse los radios

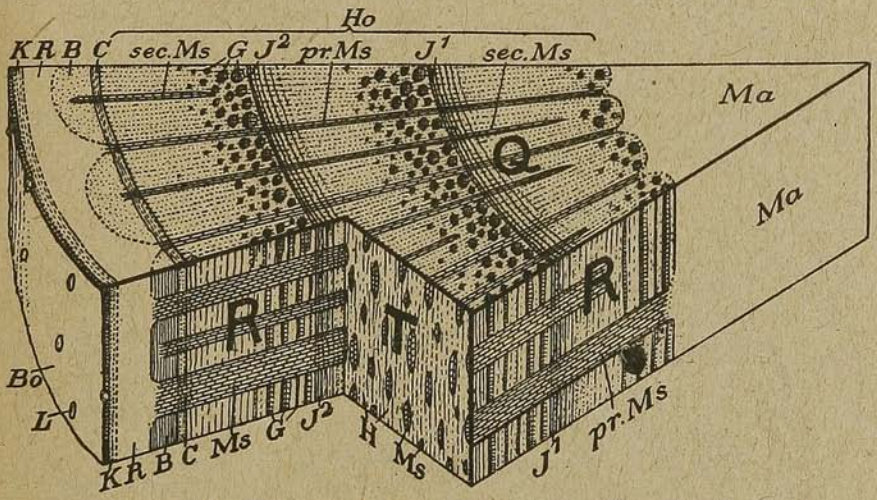


FIG. 174. Fragmento de una rama de tres años de una dicotiledónea, cortado en las tres direcciones (*Q*, sección transversal; *R*, sección radial; *T*, sección tangencial). *Bo*, capa suberosa externa con lentejuelas (*L*) ; *K*, tejido suberoso ; *R*, corteza primaria ; *B*, corteza secundaria (líber secundario) ; *C*, anillo cambial ; *Ho*, leño ; *H*, fibras leñosas ; *G*, vasos ; J^1, límite del anillo del primer año ; J^2, límite del anillo del segundo año ; *Ms*, radios medulares (*sec.Ms*, radios medulares secundarios ; *pr.Ms*, radios medulares primarios) ; *Ma*, médula

medulares como tiras que atraviesan en dirección normal los anillos anuales concéntricos.

2. La *sección radial,* dirigida a lo largo del tallo y pasando por su eje ; presenta los radios medulares como fajas de parénquima más o menos anchas.

3. La *sección tangencial,* en dirección longitudinal como la anterior y perpendicularmente a ésta sin pasar por el eje, por lo cual resulta tangente a los anillos anuales o zonas de crecimiento, y corta los radios medulares, de modo que aparecen en ella como figuras ovaladas o fusiformes.

Para formarse una imagen total de la estructura de un cuerpo leñoso son necesarias las tres secciones antedichas (fig. 174).

Normalmente, los anillos anuales son de igual espesor en todo su contorno, así que el engrosamiento del tallo es concéntrico. Pero no es muy raro el caso de troncos con crecimiento excéntrico, y éste es casi

la regla general en las ramas que crecen horizontalmente o que se elevan en dirección inclinada, las cuales experimentan un engrosamiento más activo por uno de sus lados. El caso en que se desarrolla más intensamente la cara superior se llama *epinastia*, y se dice que hay *hiponastia* cuando es la cara inferior la de crecimiento más enérgico.

Existen tallos que muestran anomalías en su estructura. Así, en ciertas familias vegetales y de un modo especial en los bejucos leñosos

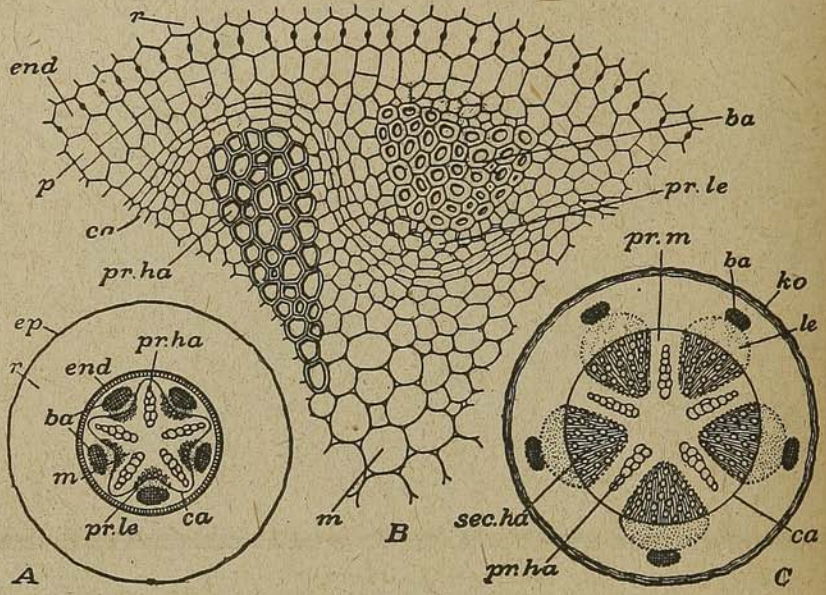


FIG. 175. Crecimiento en grosor de la raíz.

A, sección transversal de una raíz joven, poco tiempo después de haberse completado el cámbium (con débil aumento): *ep*, epidermis; *r*, corteza; *end*, endodermis; *ca*, cámbium (en los entrantes que forma la zona de cámbium se perciben ya por la cara interna del mismo los vasos recién formados del hadroma secundario); *pr.ha*, hadroma primario; *pr.le*, leptoma primario; *ba*, haces de fibras liberianas; *m*, médula. *B*, parte de la misma raíz, examinada con fuerte aumento, con el cámbium en período de formación: *r*, corteza; *end*, endodermis; *p*, pericámbium (mostrando la tabicación de algunas de sus células en sentido tangencial); *ba*, haz de fibras liberianas; *ca*, zona de cámbium que se extiende sinuosa entre el leptoma y el hadroma; *pr.ha*, hadroma primario; *pr.le*, leptoma primario; *m*, médula. *C*, raíz algo más antigua en sección transversal, con el cámbium formando ya un anillo regular; *ko*, súber; *ba*, haz de fibras liberianas; *ca*, cámbium; *pr.ha*, hadroma primario; *pr.m*, radios medulares primarios; *sec.ha*, hadroma secundario; *le*, leptoma secundario

se encuentran muchas especies en que el leño presenta surcos más o menos profundos por todo su contorno, los cuales pueden ser causados porque en ciertos puntos, o se extingue la actividad del cámbium, o éste, proliferando sólo por su cara externa, no engendra más que elementos corticales, o bien dentro de la corteza secundaria aparece nuevo cámbium, de cuyo ulterior desarrollo resulta tejido leñoso, que queda separado por tejido liberiano del cuerpo leñoso principal.

En troncos de desarrollo concéntrico ocurre también a veces que la actividad del cámbium cesa en breve tiempo y se van formando sucesivamente en la corteza nuevas zonas cambiales *(Phytolacca)*,

y el tronco resulta, finalmente, formado por múltiples zonas leñosas y liberianas que alternan concéntricamente.

De diferente modo que en los órganos caulinos verifícase el *engrosamiento de las raíces*, precisamente por la existencia de haces radiales (figs. 175, 170, *B*). Las tiras de procámbium, que ocupan una posición radial (fig. 170, *B*, las tres líneas punteadas), no son las que dan origen, como sucedía en el tallo, a la zona generatriz. Ésta se inicia a expensas del tejido fundamental junto a la cara interna de las porciones de leptoma primario, y da hacia dentro leño y hacia fuera líber. Las tiras de cámbium se van extendiendo por el parénquima interfascicular hasta la parte externa de los haces hadrómicos primarios, donde se unen sus extremos; con ello se forma un anillo continuo de tejido cambial, sinuoso al principio, pero que pronto adquiere el contorno circular como en el caso de los haces colaterales. Así resulta que la sección transversal de una raíz que ha crecido en grosor durante largo tiempo es tan semejante a la de un tallo, que es preciso para su distinción determinar en el centro de la raíz la existencia de los haces vasculares primarios.

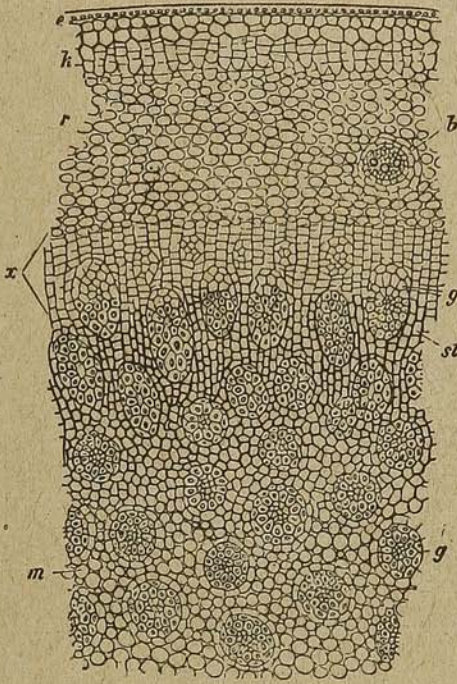


Fig. 176. Trozo del corte transversal de un tallito de una *Dracaena*, de unos 13 mm. de grueso (ligeramente aumentado).
e, epidermis; *k*, peridermis; *r*, corteza primaria; *b*, un hacecillo de una hoja que lo atraviesa; *g*, hacecillo primario del tallo en el parénquima *m*; *x*, zona nueva de crecimiento, análoga al cámbium, con hacecillos iniciales y más adentro leño ya formado; *g'*, hacecillos conductores concéntricos; *st*, tiras de parénquima parecidas a radios medulares. (De Bary)

A menudo la cara superior de las raíces laterales que se extienden lateralmente se engruesa mucho más que la cara inferior; ocurre esto muy especialmente en las raíces fasciculadas de árboles tropicales (especies del género *Fucus*, etc.).

En las monocotiledóneas no encontramos generalmente engrosamiento, aun cuando también en ellas se hallan ramas gruesas. En estos casos los troncos crecen por un ancho cono vegetativo, de modo que su tejido alcanza en seguida un grueso extraordinario; también pueden las células del tejido presentar después cierto crecimiento.

Algunas monocotiledóneas, es decir, aquellas que tienen un vástago ramificado *(Aloe, Dracaena, Yucca)*, muestran, sin embargo, un engrosamiento regular por medio de un meristemo periférico que

produce hacia dentro nuevo tejido, en el cual se manifiestan haces conductores, y hacia fuera forman una corteza secundaria (fig. 176).

En muchos bejucos encontramos un engrosamiento muy irregular; en ellos se hallan, por lo general, el leño en cordones aislados, lo cual les presta mayor flexibilidad. En otros casos, después de detenerse la actividad del cámbium primario, hasta se forma un nuevo anillo de cámbium en la corteza, repitiéndose a menudo este proceso. Cuando el cámbium no funciona regularmente y, por ejemplo, produce células de parénquima en vez de elementos leñosos, se forma un leño irregular (raíces aquilladas, por ejemplo, en *Senega*), que probablemente tienen por objeto hacer penetrar la raíz en el suelo.

Fisiología de los movimientos

Mientras que antes se admitía que la diferencia principal entre el reino vegetal y el animal consistía en que las plantas, al contrario de los animales, no podían efectuar movimientos, observaciones posteriores han obligado a reconocer que también las plantas son capaces de hacer diferentes movimientos.

Se distinguen dos especies de movimientos: los *cambios de lugar* y los *movimientos de encorvamiento* de órganos aislados.

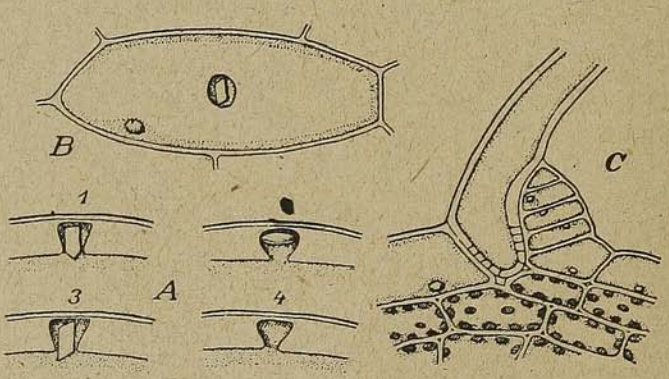


FIG. 177. Hoyos sensibles y cerdas sensibles.
1, prominencias sensibles de las membranas externas de la epidermis de los zarcillos de *Cucurbita melopepo*. *B*, vista de frente de una célula epidérmica de los zarcillos de *Cucurbita pepo*, en el medio con hoyo sensible. *C*, corte longitudinal medio de un pelo sensible del peciolo medio de la hoja de *Biophytum sensitivum*; sólo está representada la parte inferior del pelo sensible. (Según Haberlandt)

Todos los movimientos independientes de las plantas se fundan en una reacción producida por una determinada excitación.

Todos los organismos vivos son excitables, es decir, son sensibles a determinadas influencias externas y responden a éstas de determinada manera. La recepción de la excitación se realiza por medio de los protoplastos. Mientras que en los organismos unicelulares es el protoplasto naturalmente el que recibe las diferentes excitaciones, en las plantas

superiores hay una división del trabajo, pues existen en ellas ciertos órganos especialmente dispuestos para recibir la excitación.

Como órganos sensibles para recibir *excitaciones mecánicas* (choques, roce, contacto) encontramos disposiciones que favorecen la acción inmediata de la excitación sobre los protoplastos, y distinguimos por esto *hoyos sensibles*, *papilas sensibles*, *pelos sensibles* y *cerdas sensibles* (fig. 177).

Los *hoyos sensibles* son partes, a modo de poros, no engrosadas de la membrana, que se encuentran, por ejemplo, en los zarcillos de las cucurbitáceas. En realidad, la epidermis de los zarcillos es ya, en general, un órgano sensitivo, que recibe la excitación de contacto: sin embargo, la formación del poro sensible representa una adaptación especial. Como excitación actúa sólo el contacto con un cuerpo sólido de superficie áspera, pero no, por ejemplo, el choque de gotas de agua. Además, encontramos poros sensibles en los pelos glandulosos (tentáculos) de las droseráceas insectívoras (fig. 178).

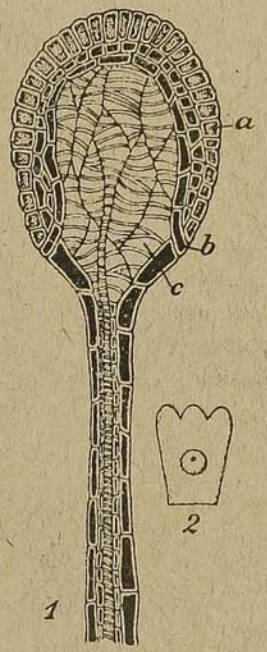


Fig. 178. Tentáculo de *Drosera anglica*.

1, tentáculo entero. 2, protoplasto de una célula marginal con poros sensibles

Las *papilas sensibles* son porciones papilares salientes de la epidermis que poseen una gran sensibilidad para la excitación promovida por contacto; se encuentran únicamente con estambres excitables y en algunos zarcillos.

Los *pelos sensibles* y las *cerdas sensibles* no son propiamente órganos sensitivos típicos, porque no «sienten» la excitación, sino que sólo la transmiten a un protoplasto sensible de un modo mecánico; generalmente actúan como palancas, reforzando marcadamente la excitación ejercida sobre los protoplastos sensibles. En algunos casos los pelos o las cerdas sensibles poseen una articulación excitable; por ejemplo, en la parte inferior del pelo sensible se encuentra una célula grande, rica en protoplasma, cuyo protoplasto, por contracción de la articulación, experimenta una deformación pasajera que provoca la impresión sensitiva.

Como órganos sensitivos respecto de la *excitación debida a la gravedad* son consideradas algunas disposiciones que se fundan en una diferente sensibilidad de las capas epitélicas horizontales y verticales del protoplasto de determinadas células relativamente a la presión de los granos de almidón existentes en estas células. Organos de este género se hallan muy extendidos, por ejemplo, en el reino animal, y sirven como órganos de equilibrio «estatolitos». En las plantas se encuentran tales órganos, formados por numerosas células en las raíces, generalmente en la pilorriza o cofia, en los tallos, aquí como

«vaina de almidón», y sobre todo en los nudos articulares, geotrópicamente excitables, de gramíneas (véase también fig. 122).

Los *órganos sensibles a la luz* de las plantas están formados de un modo especial. En principio presentan una célula superficial en forma de lente convexa y, en consecuencia, concentra la luz en la capa superficial de los protoplastos. Mientras que la capa inferior horizontal es insensible a la excitación de la luz, las capas superficiales laterales son

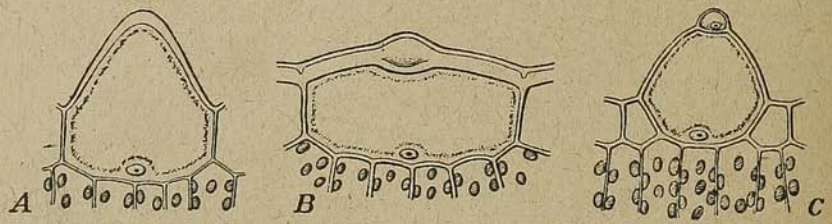


FIG. 179. Órganos sensibles a la luz en las hojas normales. *A*, célula epidérmica de *Anthurium*. *B*, id. de *Campanula persicifolia*. *C*, id. de *Fittonia Verschaffeltii*. (Según Haberlandt)

muy sensibles y transmiten la excitación luminosa. La formación de la lente colectora se realiza, sea por una epidermis papilácea, sea por una epidermis lisa torciéndose la pared interna de las células, o bien existen órganos locales sensibles a la luz, consistentes, por lo general, en pelos convertidos en células lenticulares. Estos últimos órganos tienen cierto parecido con un ojo, y por esto han sido llamados «ocelas» (fig. 179).

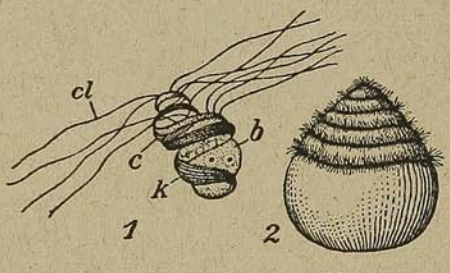


FIG. 180. Espermatozoides. 1, de un helecho *(Struthiopteris germanica)*: *k*, núcleo celular; *cl*, flagelos; *b*, vesícula, sobresaliendo de una vacuola; *c*, citoplasma. (Según Shaw). 2, de una gimnosperma *(Zamia floridana)*. (Según Webber)

Como órgano sensible a la luz, muy específico, debe considerarse la «mancha ocular», que se encuentra en muchos flagelados, peridíneos y en las zoosporas de la mayoría de las algas, que probablemente tiene por objeto proteger los protoplastos sensibles a la luz de la iluminación dispersa.

Como intermedia entre la recepción y la reacción a la excitación existe la transmisión de ésta. La transmisión o conducción puede estar reducida a una sola célula, cuando la recepción y la reacción se efectúan en la misma célula; pero puede propagarse la excitación mayor trecho cuando se realizan en órganos separados. En el primer caso se dice que la transmisión de la excitación es *intracelular*, y en el segundo *intercelular*. En el primer caso la transmisión se efectúa por medio de los enlaces plasmáticos de los diversos protoplastos.

En la *Mimosa pudica* la transmisión de la excitación se efectúa a través de un sistema de tejido conductor especial. Los elementos

que conducen la excitación están formados por células de la porción liberiana, largas, tubulares, dispuestas en hileras a lo largo.

Cambios de lugar, taxias. En el reino vegetal pueden ocurrir cambios de lugar espontáneos (activos) de diferentes maneras. En los mixomicetos encontramos el movimiento *ameboide*, que consiste en que el protoplasto desnudo emite prolongaciones en una determinada dirección y después arrastra consigo la masa principal. Otro mecanismo de movimiento es el de los flagelos; en este caso el individuo (bacterias, flagelados, zoosporas de algas, espermatozoides de musgos, helechos y algunas gimnospermas [fig. 180]) se mueve por medio de formaciones filiformes protoplasmáticas, con movimiento

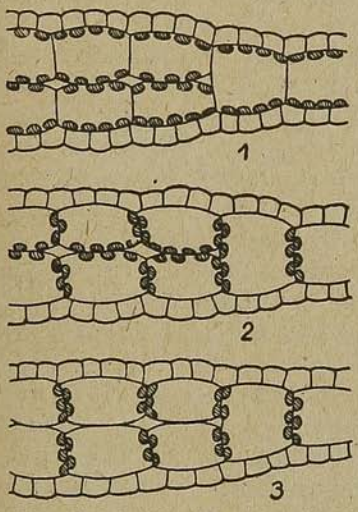


FIG. 181. Fototaxis. Desplazamientos de los cloroplastos en *Lemna trisulca*.
1, a la luz de intensidad media todos los cromatóforos están expuestos a la luz en las paredes longitudinales. 2, en la oscuridad, los cromatóforos están adheridos a las paredes longitudinales y a las transversales. 3, a la luz solar, sólo se ven cromatóforos en las paredes transversales, donde están menos expuestos a los rayos del sol

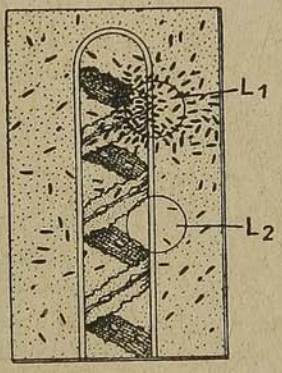


FIG. 182. Aerotaxis.
Célula de *Spirogira*; iluminada en dos porciones circulares (L_1 y L_2). Reunión de bacterias sólo en los sitios en que la mancha luminosa ha afectado a la banda de clorofila y, por la influencia de la asimilación, se desprende oxígeno

helicoidal en el agua; en las diatomeas encontramos, como tipo especial, un movimiento de deslizamiento que es producido por una corriente de agua o tal vez por una corriente de protoplasma que circula en el rafe de la valva.

Finalmente, hay que observar también que la circulación y la rotación del protoplasma representan asimismo un cambio de lugar. No se ha resuelto con seguridad si los cambios de lugar del núcleo de la célula y de los cloroplastos corresponden a movimientos *activos* o *pasivos*.

Los cambios de lugar, como la recepción de la excitación, dependen de un mínimo de los factores favorables (calor, etc.), pues en otro caso hay inmovilidad.

Los movimientos activos de cambio de lugar se han llamado *taxias*, y, según sea la causa que produce la excitación, se habla de

fototaxia, quimiotaxia, etc. La reacción puede ocurrir en sentido positivo y negativo, dependiendo a menudo de la concentración del excitante. Las algas, por ejemplo, ejecutan movimientos fototácticos, reuniéndose en la parte iluminada cuando se hallan en una vasija de vidrio iluminada por un lado. La posición que toman los cloroplastos para que la luz actúe del modo más favorable debe atribuirse también a la fototaxis (fig. 181).

Ejemplos de quimiotaxia nos presentan, por ejemplo, las bacterias (fig. 182); en soluciones de azúcar, extracto de carne, etc., responden en sentido positivo, mientras que con los ácidos reaccionan quimiostáticamente en sentido negativo. Los espermatozoides de los helechos reaccionan positivamente con las sales del ácido málico, y los de los musgos frondosos sobre el azúcar de caña en el mismo sentido. Para atraer los espermatozoides de los helechos en el agua pura basta ya, por ejemplo, una solución de 0,001 % de ácido málico (umbral de la excitación); pero, si se quieren recoger espermatozoides de helechos de una solución débil de ácido málico en capilares, la solución debe ser en éstos siempre treinta veces más concentrada (ley de Weber).



FIG. 183. Frutitos del *Erodium gruinum*. 1, seco, arrollado; 2, húmedo, estirado.

Movimientos de encorvamiento. Los movimientos de encorvamiento limítanse a órganos y son producidos por fenómenos de crecimiento, variaciones de la turgescencia y también por mecanismos higroscópicos o de hinchamiento (imbibición).

Los *mecanismos higroscópicos de movimiento* son disposiciones que, por absorción o cesión de agua en las membranas celulares, ejecutan los movimientos correspondientes, por ejemplo, los dientecillos peristomáticos de los musgos, los mecanismos de dehiscencia de los frutos capsulares, las raspas de algunas gramíneas, las prolongaciones de los frutos de las geraniáceas (por ejemplo, en el *Erodium*, fig. 183). Se da el nombre de *mecanismos de cohesión* a las formaciones en las cuales el movimiento es producido por la evaporación del agua existente en las células y las tensiones mecánicas que a la vez se manifiestan, por ejemplo, en los esporangios de los helechos al lanzar las esporas, en los elaterios de las cápsulas de las muscíneas hepáticas y en la dehiscencia de las anteras; en el último caso tal vez se trate de una combinación de mecanismos de cohesión y mecanismos de hinchamiento (imbibición).

Los *movimientos de turgescencia* son los debidos al súbito restablecimiento de equilibrio en la tensión de los tejidos y de la turgescencia. Se cuentan entre ellos los muchos movimientos de dehiscencia y

de proyección que se realizan en las flores para proyectar el polen por movimiento rápido de los estambres y en los frutos para expulsar las semillas *(Momordica, Impatiens)*.

Sin embargo, la mayor parte de los movimientos de encorvamiento deben atribuirse a crecimiento lateral.

Los movimientos de encorvamiento pueden dividirse en *autónomos*, debidos a factores internos, e *inducidos*, ocasionados por excitaciones externas.

Movimientos de crecimiento autónomos, nutaciones. Entre los movimientos de encorvamiento autónomos, que pueden ser en parte muy irregulares, en parte pendulares y en parte circulares, y que reciben el nombre de *nutaciones*, se incluyen sobre todo las nutaciones circulares de las enredaderas, que con ello buscan puntos de apoyo.

Movimientos de crecimiento inducidos, tropismos. Corresponden a los *movimientos inducidos* o *de excitación* todos los de encorvamiento que reaccionan a una excitación, de modo que el órgano es llevado en una determinada dirección hacia el excitante (tropismo), o bien no toma ninguna determinada dirección relativa a éste, de suerte que la dirección del encorvamiento sólo está determinada por el mismo órgano.

En los tropismos se distinguen órganos ortótropos, en los cuales el órgano se pone en la dirección del excitante, y órganos plagiótropos, en los cuales el órgano se pone en posición transversal a la dirección del excitante. Como tropismos más importantes deben señalarse el *geotropismo* y el *fototropismo*; además, deben tenerse en cuenta el *quimiotropismo*, el *haptotropismo* y, finalmente, el *autotropismo*. El *geotropismo* es la propiedad de las plantas de reaccionar respecto de la fuerza de gravedad de un modo ortótropo (positivo o negativo) o de un modo plagiótropo. La fuerza de gravedad puede ser sustituída por la fuerza centrífuga. Geotrópicamente negativas son todas las partes de la planta que crecen verticales en el aire, por ejemplo, los tallos. Si se ponen en una dirección que se desvíe de la dirección de la excitación, por medio de un crecimiento lateral correspondiente, recobran su dirección ortótropa negativa. Especialmente notable es este encorvamiento de crecimiento en las plantas con nudos articulares; aunque el crecimiento ya había cesado en éstos, sólo en ellos se efectúa un encorvamiento lateral de crecimiento. Geotrópicamente positivas son las raíces principales; si se ponen las raíces del embrión en posición transversal, pronto se encurvan, adquiriendo la dirección geotrópica positiva. El lugar de la curvatura geotrópica coincide con la zona principal de crecimiento (fig. 184). Corresponden a los órganos plagiótropogeotrópicos los rizomas y los estolones.

Se da el nombre de *fototropismo* a la propiedad de las plantas de orientar sus órganos en dirección a la luz. Es de mencionar el hecho de que los rayos azules y violetas son los que actúan fototrópicamente con más energía, mientras que en la asimilación los rayos rojos son los más activos. En general, los brotes son positivos, las raíces (excep-

cuando las raíces respiratorias de los manglares) fototrópicamente negativas, y los limbos de las hojas plagiofototrópicos (fig. 185). Es de advertir también que varios hongos son positivamente fototrópicos.

Se pueden hacer interesantes ensayos con la punta de la primera hoja del embrión (el coleoptilo) de las gramíneas. Sólo esta punta es excitable fototrópicamente; la reacción a la excitación ocurre en el hipocotilo. Si después de corta iluminación lateral se corta la parte superior del coleoptilo, sólo hay un pequeño encorvamiento; pero, si en seguida vuelve a ponerse en su sitio la parte cortada, se efectúa un encorvamiento fototrópico casi normal del hipocotilo, como si no

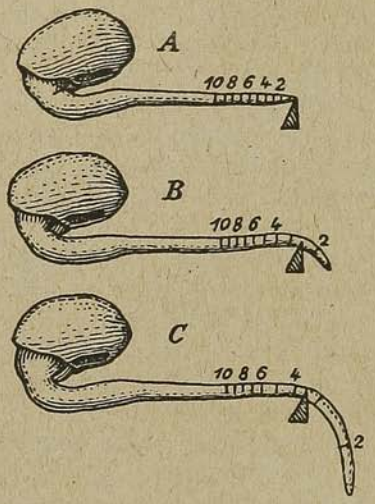


FIG. 184. Geotropismo. Altramuces en germinación, en posición horizontal. *A*, al principiar el experimento. *B*, al cabo de tres horas. *C*, después de ocho horas. (Según Pfeffer)

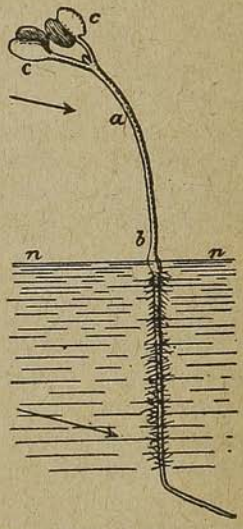


FIG. 185. Fototropismo positivo y negativo. Planta en germinación de *Sinapis alba* cultivada en solución nutritiva (*n*) con tallo heliotrópico positivo y raíz heliotrópica negativa. Las flechas indican la dirección de la luz. (Según Sachs)

se hubiese interrumpido la coherencia de las células vivas. Esto prueba que, en estos casos, la transmisión de la excitación se funda en la formación de substancias excitantes que actúan trópicamente.

El *quimiotropismo* se manifiesta en sentido positivo, cuando, por ejemplo, los tubos polínicos o las hifas de los hongos crecen en dirección de la concentración, o bien en sentido negativo, apartándose de las substancias nocivas.

Con el nombre de *haptotropismo*, o excitabilidad por contacto, se entiende la facultad que tienen los zarcillos de adosarse alrededor de un apoyo. Mediante las nutaciones autónomas se efectúa el primer contacto y luego los hoyos sensibles transmiten la excitación del contacto. Por un intenso crecimiento de la parte opuesta a la de contacto la planta se arrolla alrededor del apoyo.

Finalmente, debe mencionarse el *autotropismo*; se entiende con este nombre el alargamiento del correspondiente órgano cuando cesa la excitación.

Movimientos násticos. Mientras que los movimientos tropísticos y los tácticos están en determinada relación con la dirección en que actúa la excitación, los movimientos que se realizan por efecto de un



FIG. 186. *Mimosa pudica.* Las dos hojas inferiores han sido excitadas por un golpe y, en consecuencia, sus foliolas se han doblado hacia bajo; los pecíolos de las hojas han caído por sus articulaciones hacia bajo

excitante, sin guardar relación alguna con la dirección en que éste actúa, reciben el nombre de movimientos násticos.

Entre estos movimientos deben mencionarse, en primer término, la excitabilidad al choque de la *Mimosa pudica* (fig. 186), así como la reacción de algunos estambres por excitación de contacto (*Sparmannia*, *Berberis*, etc.). Con el nombre de *quimionastia* se designa el acercamiento de los tentáculos de *Drosera* cuando se ceban las hojas con insectos, carne, queso, etc. Sólo es excitable la parte final y el movimiento se efectúa por el crecimiento rápido de la base del tentáculo.

Finalmente, corresponden además aquí los movimientos de sueño de las leguminosas, *Impatiens*, etc. *(movimientos nictinásticos)*. Ordinariamente, las hojas se levantan durante el día y se bajan por la noche. Lo mismo ocurre en algunas flores; por ejemplo, las flores del nenúfar amarillo y las cabezuelas de las compuestas se cierran de noche y se

abren de día, mientras que las flores de algunas especies del género *Melandrium* se comportan a la inversa. En diversos casos los movimientos nictinásticos dependen sobre todo del cambio de temperatura; así, por ejemplo, el tulipán y el azafrán se cierran con el frío y se abren con el calor.

Reproducción y herencia

De cada célula viva de una planta se puede desarrollar una nueva planta de la misma especie en caso de que la última división del núcleo sea una mitosis; las células internodiales polinucleares de las caráceas, por ejemplo, no son capaces de desarrollarse, porque sus núcleos se han formado por división amitósica. Por consiguiente, de esporas de hongos, esquejes, cebollas, patatas, hojas (por ejemplo, en la *Begonia*), pueden desarrollarse nuevas plantas. Estos individuos originados por vía asexual representan, pues, hermanos de los individuos vegetales de los cuales se han separado, porque tienen los mismos padres que estos últimos. Están en la más estrecha relación de parentesco unos con otros. Por esto el conjunto de las plantas hermanas recibe el nombre de *clon* (*clone*, que en inglés quiere decir parentesco). Así, todos los individuos del azafrán, por ejemplo, forman un clon, porque el azafrán, desde hace muchos siglos, sólo se multiplica por cebollas. Un parentesco demasiado próximo a menudo es causa de esterilidad; también se observa ésta en el azafrán, ya que por lo común no se efectúa en él la fecundación, aun cuando los órganos sexuales existan con desarrollo normal en la planta.

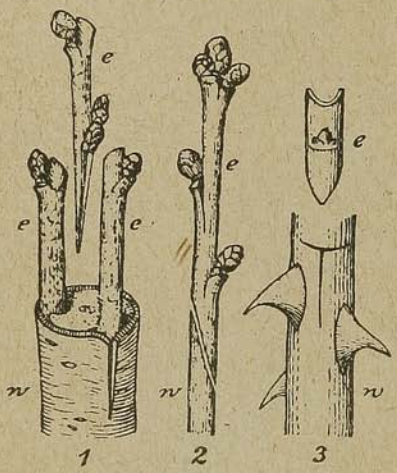


FIG. 187. Diferentes procedimientos para injertar.
1, injerto de coronilla; 2, injerto por soldadura sencilla; 3, injerto de escudete. *w*, patrón; *e*, injerto

En la división normal del núcleo, los núcleos hijos corresponden, como ya se ha dicho, al núcleo madre por lo que se refiere a las cualidades hereditarias. Por esto, si en una planta ocurre una determinada variación, que radica en los cromosomas y a la cual se da el nombre de *mutación*, podemos conservar esta variación por multiplicación vegetativa y por esto utilizamos esta forma de multiplicación cuando se trata de conservar tales mutaciones. Recordemos las variedades especiales de frutas, patatas y plantas de adorno de tamaño o forma especial o de flores singulares.

La multiplicación asexual puede también realizarse por esquejes o estacas, que se convierten de por sí en nuevas plantas. Sin embargo,

en muchos casos se acude, en la práctica, al injerto (fig. 187). Si se injerta, por ejemplo, una rama de peral en un membrillero como patrón, no adquiere ninguna de las características del membrillero en las hojas, flores y frutos, aun cuando las dos plantas influyan una sobre otra en su alimentación y crecimiento.

Durante largo tiempo se creyó, ciertamente, que era posible obtener híbridos por injerto, que llamó Darwin « híbridos de injerto ». En los jardines botánicos se encuentra, por ejemplo, el *Cytisus Adami*, que fué obtenido por el jardinero Adam injertando un trozo de corteza

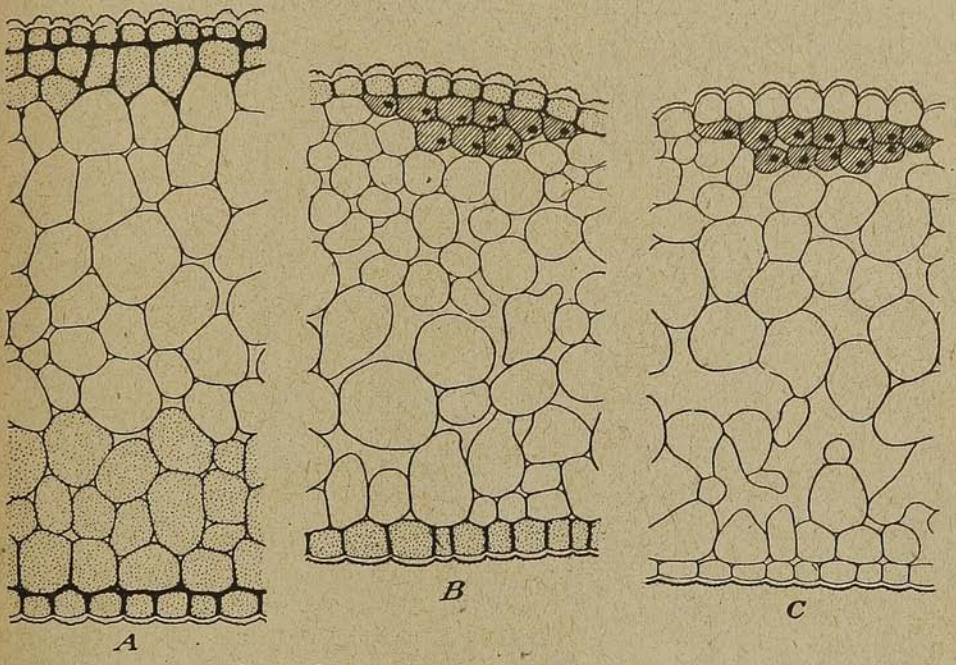


FIG. 188. Corte transversal de un pétalo.
A, del *Cytisus purpureus* ; *B*, del *Cytisus Adami* ; *C*, del *Laburnum vulgare*. La epidermis del *Cytisus Adami* es idéntica a la del *Cytisus purpureus* y todo el tejido interno es idéntico al del *Laburnum vulgare*. (Según Buder)

del *Cytisus purpureus* en el tronco del *Laburnum vulgare*. Al cabo de algún tiempo se desarrolló en el punto de soldadura una rama que tenía mezclados los caracteres de las dos plantas unidas. De un modo análogo se obtuvo un *Crataegomespilus*, que se consideró como un híbrido de injerto entre el espino blanco *(Crataegus)* y el níspero *(Mespilus)*.

Este comportamiento especial fué aclarado por los ensayos de Winkler, quien, por injerto de hierba mora *(Solanum nigrum)* en tomate *(Solanum lycopersicum)*, en la zona de soldadura obtuvo yemas, de las cuales se sacaron esquejes, que en un lado presentaban los caracteres de la hierba mora y en el otro los del tomate. Estas plantas, que están formadas por dos, se han llamado *quimeras* (con este nombre se

designan en la mitología griega los seres mixtos de león y dragón). Además de estas plantas compuestas de mitades diferentes a lo largo (*quimeras sectoriales* [fig. 189]), se obtuvieron también otras en las cuales las capas internas procedían de una especie y las externas de otra (*quimeras periclinares* [figs. 188 y 190]).

La reproducción sexual de las plantas se caracteriza por el hecho de que se fusionan dos células y, sobre todo, sus núcleos. El producto de la fecundación, el *zigote (zygote)*, contiene, por esto, en un núcleo la suma de los cromosomas del padre y de la madre.



FIG. 189. Quimera sectorial de *Solanum nigrum* y *S. lycopersicum*. En la parte inferior la rama de tomate con la cuña del solano negro injertado. Todo el tejido procedente del tejido del solano negro está punteado y el tejido del tomate está representado en blanco. (Según Winkler)

Si se efectúa la fecundación entre individuos de la misma especie, el número de cromosomas del núcleo del zigote es doble *(diploide)* del número sencillo *(haploide)* de cromosomas de las células sexuales (gametos) de los padres. Pero, si se copulan gametos de especies diferentes, que se diferencian por el número de sus cromosomas, el núcleo del zigote posee naturalmente la suma de los números de los cromosomas de los núcleos de los gametos de los padres. Los gametos de *Drosera rotundifolia* tienen 10 cromosomas y los de *Drosera longifolia* tienen 20. El híbrido *Drosera rotundifolia* × *longifolia* posee un zigote cuyo núcleo contiene 30 cromosomas.

Se realiza también la multiplicación asexual cuando en la formación de la generación ♀ *haploide* queda suprimida la división por reducción, es decir, que todos los núcleos del saco embrionario son *diploides*. La oosfera diploide tiene entonces la facultad de desarrollarse convirtiéndose en embrión sin fecundación. Esto recibe el nombre de «pérdida de sexo» *(apogamia)*. Lo encontramos, por ejemplo, siempre en el *Taraxacum officinale*; generalmente, en estos casos, los granos de polen, que ya no pueden tener aplicación, presentan fenómenos marcados de degeneración. Antes se admitía que en diversos casos también podía seguir desarrollándose la oosfera haploide, llamándose este fenómeno *partenogénesis*. Como ejemplo se citaba la *Chara crinita*, de que casi en todas partes sólo hay ejemplares femeninos y maduran sus oosporas sin fecundación. Pero se ha conseguido averiguar que en la germinación de las oosporas, a diferencia de otras caráceas, no se efectúa ninguna división por reducción, de modo que la planta es diploide, mientras que las demás caráceas son haploides.

En algunos casos también el tejido, naturalmente diploide, de la nuececilla o del tegumento interno germina en el saco embrionario y forma uno o varios embriones *(poliembrionia)* completamente análogos a los formados normalmente *(embrionia nucelar)*.

El número de los cromosomas en los núcleos de las células vegetativas de las plantas superiores, en caso de que no haya ninguna hibridación por gametos con número de cromosomas en parte par y en parte impar, es divisible por dos. Esto es debido a que las plantas se han desarrollado a partir de una oosfera fecundada, cuyo núcleo ha resultado de la fusión del núcleo del óvulo madre con el núcleo espermático del padre. Estos dos núcleos no sólo tienen el mismo

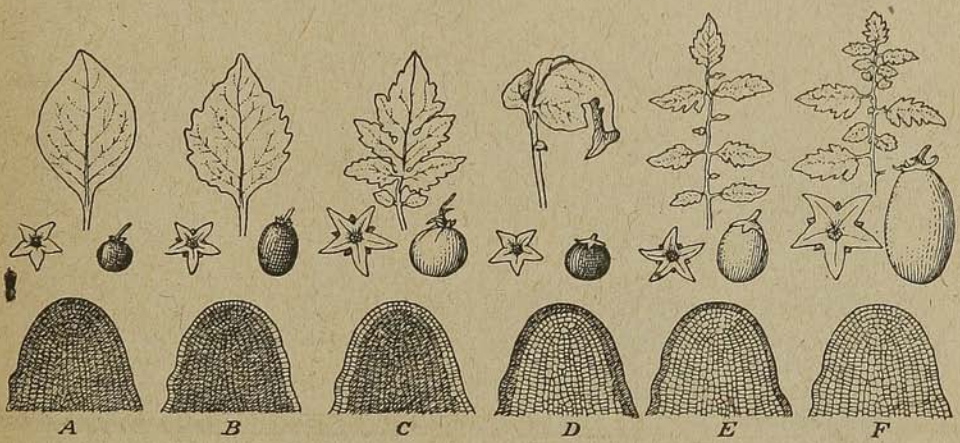


Fig. 190. Quimeras periclinares entre el *Solanum nigrum* y el *Solanum lycopersicum*, al lado de sus padres. Están representadas las hojas, las flores y los frutos, así como un corte longitudinal del punto vegetativo. Se ve, sobre todo, en los puntos vegetativos, la parte que han tomado las dos plantas madres en la formación de las diversas capas periclínicas.

A, Solanum nigrum ; B, Solanum tubingense ; C, Solanum proteus ; D, Solanum Gaertnerianum ; E, Solanum Koel-reuterianum ; F, Solanum lycopersicum. (Según H. Winkler)

número de cromosomas, sino que a cada cromosoma madre corresponde en sus propiedades hereditarias un cromosoma padre, de modo que los dos cromosomas unidos a menudo se reconocen por su igual longitud y también, a veces, por su forma, por ejemplo, por estrangulaciones. Estos dos cromosomas « homólogos » tienen uno respecto de otro cierta fuerza de atracción, *afinidad*, de suerte que durante las divisiones del núcleo generalmente son vecinos.

Cuando se han de formar en las flores núcleos del óvulo y núcleos espermáticos, los cromosomas homólogos deben separarse de nuevo, porque de otra manera siempre la descendencia tendría el doble número de cromosomas de los padres. Por consiguiente, ha de hacerse una reducción del número de cromosomas a la mitad. Así, las células sexuales vienen a tener un número sencillo (haploide) de cromosomas, a diferencia de los núcleos vegetativos de las plantas, que tienen un número doble (diploide) de cromosomas (fig. 191).

La división del número de cromosomas en dos mitades sólo puede efectuarse, naturalmente, durante una partición del núcleo, porque sólo entonces los cromosomas se presentan como formaciones libres. Pero, antes de que se llegue a una partición del núcleo, como ya se ha indicado anteriormente, se presenta siempre una partición longitu-

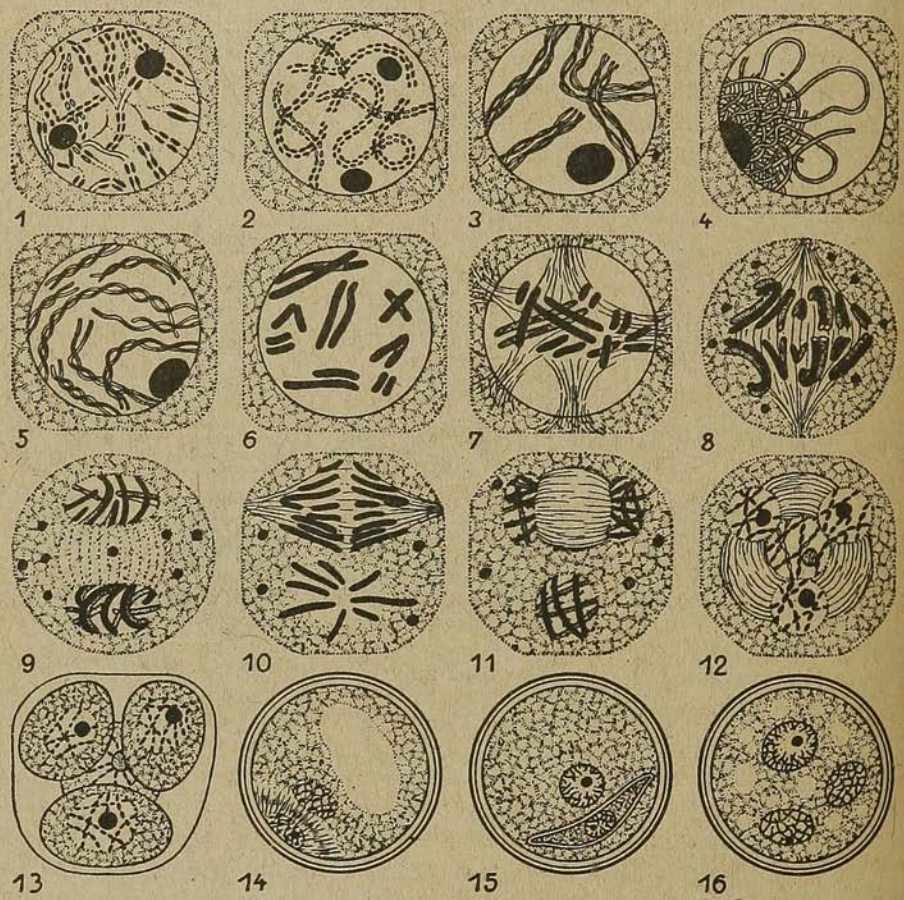


FIG. 191. Divisiones alotípicas en la célula madre del polen.

1, partición de los cromosomas en la profase de la primera división. 2, los cromosomas partidos, después de la primera contracción. 3, los cromosomas (partidos) paternos y maternos se disponen en pares y forman los gemelos *(gemini)*. 4, fase de la aglomeración *(sinapsis)*, en la cual se han sustituído en parte los cromosomas unos a otros. 5, los gemelos aparecen renovados y se acortan. 6, diacinesis, los cromosomas homólogos (de igual longitud) de los padres no dejan percibir la grieta longitudinal a causa de la soldadura efectuada en la profase. En la parte inferior se han aparejado un cromosoma corto (♂) y otro largo (♀), según ocurre en las plantas dioicas. Esta fase es la más apropiada para averiguar el número de los cromosomas. 7, aparece un huso multipolar. 8, división heterotípica; los cromosomas paternos y maternos se separan nuevamente; aquí se hace visible la partición de la fig. 1 nuevamente. 9, la intercinesis; entre las dos divisiones no se presenta ninguna fase de reposo. 10, las divisiones homeotípicas, arriba vistas de lado y abajo vistas por los polos. 11, formación de las tétradas nucleares. 12, formación de células libres alrededor de las tétradas nucleares. 13, las células de tétradas (polen joven). 14, la primera división del núcleo del polen; delimitación de la célula madre del anteridio, en forma de vidrio de reloj; fase de las vacuolas del grano de polen. 15, la célula madre del anteridio ha inmigrado en el citoplasma del grano de polen; la vacuola ha desaparecido. 16, grano de polen, en el cual la célula madre del anteridio se ha dividido antes de la formación del tubo polínico; el núcleo superior es el núcleo vegetativo, y los dos inferiores los núcleos espermáticos

dinal en los cromómeros y también en los cromosomas aislados. La consecuencia natural es que esta división normal del núcleo ya empezada debe llevarse a su término, porque ya se ha efectuado una duplicación de los cromosomas.

En la partición reductiva por una parte deben repartirse los cromosomas homólogos en dos núcleos hijos, y, por otra parte, los cromosomas hendidos longitudinalmente en la profase deben también repartirse de nuevo en dos núcleos hijos, de modo que, para la reducción del número de cromosomas a la mitad, son necesarios dos procesos de división, entre los cuales no debe haber ningún estado de reposo, puesto que de otro modo se produciría una separación de los cromosomas y una nueva hendidura longitudinal.

En consecuencia de esto encontramos que la división reductiva, a partir de un núcleo diploide, da cuatro núcleos hijos haploides y que entre las dos divisiones consecutivas, la *heterotípica* y la *homeotípica*, no existe ninguna fase de reposo del núcleo, sino sólo una fase intermediaria, la *interquinesis* (o *intercinesis*).

La generación haploide se desarrolla en las plantas superiores, en parte en las anteras, y forma en ellas los granos de polen, y en parte en los óvulos, y forma allí el saco embrionario con la oosfera. En la fecundación los dos núcleos espermáticos penetran en el saco embrionario ; uno de los núcleos espermáticos se fusiona con el núcleo ovular y forma ahora el embrión de núcleo diploide, mientras que el otro núcleo espermático se fusiona con el núcleo secundario del saco embrionario y se desarrolla formando el endospermo, que representa también un embrión, el embrión alimenticio. El embrión posee, pues, las propiedades del padre y de la madre. Mientras que, como ya se ha dicho, en la multiplicación vegetativa todas las variaciones individuales se conservan, en la multiplicación sexual se efectúa una mezcla de las propiedades del padre y de la madre, con lo cual se compensan las diferencias individuales. Podemos considerar, por lo tanto, la fecundación un proceso compensador.

Si consideramos ahora las bases científicas de la *genética*, tenemos a nuestra disposición dos métodos, es decir, el analítico y el sintético. Para experimentar se utilizan plantas de la misma especie que se diferencien en uno o varios caracteres y se obtienen por cruzamiento, es decir, por síntesis, plantas que presentan una mezcla de estos caracteres ; por otra parte, se polinizan los descendientes de estos cruzamientos entre sí, con lo cual se observa entonces un desdoblamiento de los diferentes caracteres, lo cual puede considerarse como un análisis de éstos.

Estos fenómenos de herencia fueron descubiertos por Gregorio Mendel, y las leyes que los rigen se llaman por esto « reglas de Mendel » y el proceso, *mendelismo*.

Si se cruzan, por ejemplo, dos plantas de la misma especie, que se distinguen una de otra, sin embargo, por el color de sus flores, puede ocurrir que sus descendientes en la primera generación representen un

término medio entre los padres respecto de este carácter; se dice entonces que la nueva planta es un híbrido intermediario (fig. 192). Si, por ejemplo, se cruza una *Mirabilis jalapa* de flores rojas con otra de flores blancas, todos los descendientes en la primera generación — la generación hija o filial (F_1) — tienen las flores de color de rosa. Si se polinizan luego entre sí los individuos de la generación de flores rosadas F_1, se obtienen en la generación siguiente — la generación de los nietos (F_2) — ejemplares con flores blancas, otros con flores rosadas y otros con flores rojas. Los descendientes se parecen, por lo tanto, sólo en parte, a los padres, y en parte se ha efectuado un desdoblamiento en las formas primitivas, las de los abuelos. Los ejemplares de flores rosadas, cruzados entre sí, se comportan como la generación de flores rosadas F_1, mientras que los ejemplares de flores blancas y los de flores rojas se comportan como los primitivos.

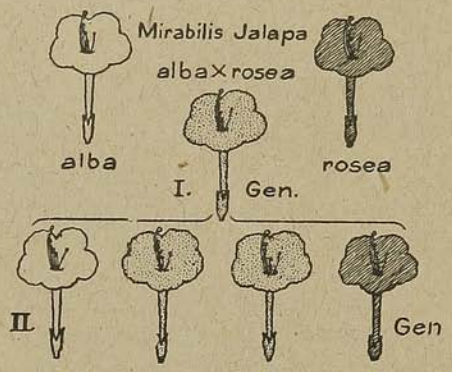


FIG. 192. Herencia de propiedades del mismo grado de intensidad. *Mirabilis jalapa* de flores blancas, cruzada con una forma de flores rojas de la misma especie.

I, generación del mestizo intermediario con flores rosadas. II, generación por separación mendeliana de las dos formas de los padres junto con las formas mestizas

En este caso tenemos derecho para imaginar que en uno de los cromosomas paternos existen, por ejemplo, las predisposiciones para flores rojas y en el cromosoma homólogo materno las de las flores blancas. En la generación F_1 obran a la vez ambas y resulta la flor rosada. En la división reductiva se separan nuevamente las cualidades, correspondiendo a una mitad de los granos de polen las predisposiciones para las flores rojas y a la otra mitad las de las flores blancas. Lo mismo ocurre respecto de las oosferas. Cuando se cruzan entre sí estas plantas de la generación F_1, los núcleos espermáticos con predisposición para las flores rojas fecundan en parte oosferas con predisposición para flores rojas y en parte con otras con predisposición para flores blancas; lo mismo ocurre con los núcleos espermáticos con predisposición para flores blancas. Si, por ejemplo, cuatro oosferas, de las cuales dos contienen la predisposición para flores rojas (R) y dos la predisposición para flores blancas (W), se fecundan con cuatro núcleos espermáticos, de los cuales también dos contienen la predisposición para R y dos la predisposición para W, obtenemos la combinación: RR, RW, WR, WW. Las plantas que sólo contienen los factores RR dan flores rojas, las que contienen sólo los factores W las dan blancas, y las que contienen los dos las dan rosadas. Las plantas de flores rojas (RR) dan en la división por reducción núcleos haploides, que sólo contienen el factor R; las plantas de flores blancas tienen núcleos con sólo el factor W, y las de flores de color de rosa tienen núcleos con el factor R y núcleos con el factor W.

Si una oosfera fecundada, es decir, un zigote, contiene el par característico igual, por ejemplo, *RR*, se dice que la planta es *homozigótica ;* si los caracteres homólogos son diferentes, por ejemplo, *RW*, la planta se llama *heterozigótica*. Las plantas homozigóticas producen descendientes iguales ; en las plantas heterozigóticas los descendientes se desdoblan volviendo a las formas primitivas.

Hasta aquí hemos tratado del caso en que las propiedades diferenciales de los padres tienen el mismo grado de intensidad, de manera que el mestizo presenta una mezcla de estas propiedades y respecto de éstas está en medio de los dos padres. Sin embargo, es mucho más frecuente el caso en el cual de las dos propiedades diferenciales sólo una se manifiesta, y se dice entonces que esta propiedad es *predominante*, mientras que la otra se llama *recesiva*. Si se cruzan entre sí,

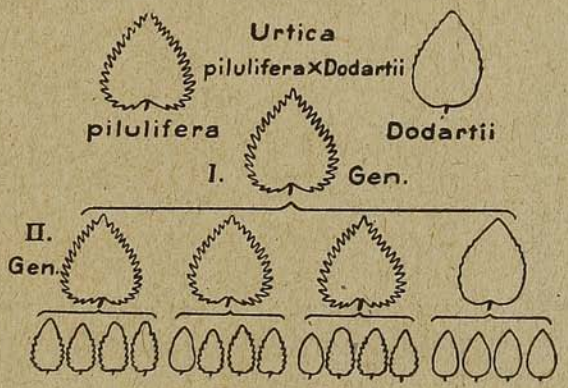


Fig. 193. Herencia de un carácter dominante. *Urtica pilulifera*, con hojas fuertemente dentadas, cruzada con *U. Dodartii*, con hojas débilmente dentadas. En la primera generación todos los individuos presentan las hojas fuertemente dentadas. En la segunda generación se reproducen por mendelismo las formas primitivas, quedando la mitad como híbridos. (Según Correns)

por ejemplo, dos plantas, una dominante de flores rojas y otra recesiva de flores blancas, todos los ejemplares de la generación F_1 son de flores rojas, contienen a la vez el factor *R* (dominante rojo) y el factor *W* (recesivo blanco). La generación F_2 está formada entonces por plantas con los factores *RR*, *Rw*, *wR*, *ww*, esto es, la primera planta es homozigótica de flores rojas, las dos siguientes son heterozigóticas y por el factor dominante *R* con flores rojas, y la última planta es homozigótica de flores blancas como la otra forma primitiva.

Del mismo modo que se cruzan entre sí las plantas de la generación F_1, se puede efectuar un cruzamiento hacia atrás de la generación F_2 con una de las formas primitivas ; entonces intervienen por una parte los factores *R*, *R* y por otra el factor *R*, *w*. La próxima generación estará formada por mitad por las plantas *RR* y por mitad por las plantas *Rw*, es decir, todas las plantas serán de flores rojas, pero una mitad será homozigótica como las formas rojas primitivas, y la otra

mitad heterozigótica y sólo de flores rojas por el factor dominante rojo.

Suministra un ejemplo típico de dominancia en la herencia el cruzamiento de *Urtica pilulifera* con *Urtica Dodartii*. La primera tiene hojas fuertemente dentadas, mientras que las hojas de la segunda lo son mucho menos. El carácter de los dientes pronunciados es dominante y en consecuencia encontramos, en la primera generación, todas las plantas con las hojas fuertemente dentadas. En la segunda generación, una cuarta parte de las plantas son *Urtica pilulifera* pura, una cuarta parte *Urtica Dodartii* pura, y dos cuartas partes son mestizos de hojas fuertemente dentadas por la dominancia (fig. 193). Las formas puras obtenidas por mendelismo dan, como se comprende, cuando se cruzan entre sí las de la misma variedad, siempre especies puras de las dos formas primitivas. El cruzamiento de los mestizos da siempre la misma relación de desdoblamiento que la segunda generación.

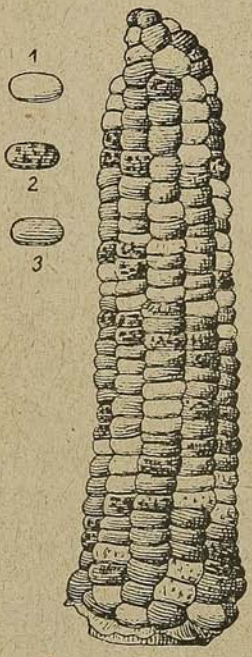


FIG. 194. Maíz. Ejemplo de un dihíbrido. Mestizaje de *Zea Mays alba* + *Zea Mays coeruleodulcis*. A la izquierda, arriba, 1 y 2 granos de la generación de los padres: 1, grano liso y blanco de la raza de maíz *Zea Mays alba*; 2, grano rugoso y azul del maíz azucarado *Zea Mays coeruleodulcis*. Debajo, 3, grano liso, azul, de la primera generación de mestizo (F_1). La mazorca entera representa la generación F_2 con cuatro granos diferentes: 1, blancos y lisos; 2, azules y rugosos; 3, azules y lisos; 4, blancos y rugosos. (Según Correns)

Hasta ahora sólo hemos tratado del comportamiento en la herencia de plantas que sólo se diferencian en un solo carácter. Veamos ahora la descendencia de las formas que se diferencian en dos caracteres. Por de pronto hemos de observar que los híbridos que sólo se diferencian en un carácter se llaman *monohíbridos*; los que se distinguen por dos, *dihíbridos*, y los que tienen varios caracteres diferenciales, *polihíbridos*. Tomemos, por ejemplo, dos razas de maíz: el maíz feculento, blanco y liso, y el maíz azucarado, azul y rugoso. Por una parte es dominante el carácter «liso», y por otra el carácter «azul». La generación F_1 tendrá sólo granos lisos y azules. Pero los granos solamente por dominancia son lisos y azules. La generación F_2 presenta granos que corresponden a las formas de los padres, es decir, blancos lisos o azules rugosos, pero también azules lisos y blancos rugosos. Así, obtenemos del híbrido (F_1) dos nuevas formas, muy constantes, lisa-azul y rugosa-blanca, junto con las formas de los dos padres cada vez cuando por casualidad se han puesto en contacto predisposiciones iguales (fig. 194). Nos llevaría demasiado lejos si quisiéramos entrar en los pormenores de las sucesivas hibridaciones. Naturalmente, todavía son más complicados los fenómenos relativos a la herencia en los polihíbridos.

Origen de las especies de plantas

Las investigaciones científicas en ciencias naturales han inducido a muchos naturalistas a creer que el mundo vegetal que nos rodea representa una fase de evolución a partir de formas inferiores. Por esto opinan que todos los organismos se han formado partiendo de una o varias especies primitivas, admitiendo este principio como dogma científico.

La teoría de Darwin considera como causa de las transformaciones la selección natural de modificaciones que han aparecido espontáneamente. En virtud de esta selección podrían los individuos que presentan modificaciones marcadas y apropiadas resistir «la lucha por la existencia» mejor que sus compañeros que no las presentan. Sin embargo, hemos de decir que todas las diferencias de los seres vivos no se fundan sólo en adaptaciones y quedan sin explicar por el darwinismo las etapas principales. Prescinde por completo de las causas de la nueva formación. Por otra parte, las pequeñas variaciones generalmente no tienen ningún valor selectivo, es decir, no favorecen ni dañan al individuo. Tampoco es acertada la idea de una acumulación de disposiciones hereditarias por selección. Por lo tanto, no puede ser considerada esta teoría como una explicación de la evolución de las plantas. Su importancia está en que ayudó al triunfo de la teoría del transformismo.

La *teoría de la mutación* se funda en el hecho demostrable de que, por mutaciones, aparecen por saltos variaciones apropiadas e inapropiadas, que son hereditarias y de las cuales las no apropiadas naturalmente son eliminadas.

Por el contrario, el *lamarckismo* admite que las modificaciones producidas por factores externos (por ejemplo, las plantas de las altas montañas transportadas a llanuras, y viceversa), a la larga se vuelven hereditarias, opinión que dista mucho de estar demostrada. Todo ello se funda en la admisión de ser hereditarias las propiedades adquiridas. Tampoco puede explicar el lamarckismo la evolución de las plantas; sólo puede considerarse como una hipótesis especial para casos especiales.

División del reino vegetal. Sistemática

Afinidades de las plantas

Una planta aislada recibe el nombre de *individuo*, o sea un ser que puede vivir y vive independiente, sin ayuda de otro ser análogo. El conjunto de individuos semejantemente conformados que por su origen son afines, y pueden considerarse descendientes de un mismo padre o de una misma pareja primitivos, constituyen una *especie*. Para apreciar cuáles individuos son semejantes o análogamente conformados, observamos mediante nuestros sentidos sus caracteres, especialmente su forma y estructura. Cada especie posee caracteres particulares, que son hereditarios y casi invariables en la descendencia. Sin embargo, si por las condiciones de la estación en que se desarrolla una especie, por el clima, calidad del terreno, o por el cultivo, llegan a producirse cambios en ella, que aun siendo muy aparentes en algunos casos (sobre todo en el último) no alteran esencialmente el tipo, a esas modificaciones se las llama *variedades*. La col, el repollo, la coliflor, el bróculi, etc., por ejemplo, no son más que variedades de la especie *Brassica oleracea*. Mientras el número de variedades entre las plantas cultivadas es muy grande, el de las especies de todo el globo está comprendido entre dos y trescientos mil. En España la totalidad de las fanerógamas que viven sin cultivo oscila alrededor de los cinco millares.

Las especies, por otra parte, son más o menos parecidas entre sí. Algunas se diferencian de sus vecinas sólo por un carácter, otras por varios, la mayoría difieren por muchos caracteres. De este parecido mayor o menor de las especies se deduce el grado de su *afinidad*, y las especies más afines entre sí se reúnen en un *género*. El número total de géneros conocidos es de unos diez mil entre las fanerógamas.

Cada planta se designa con un nombre, en latín, compuesto de dos palabras, un substantivo para el género, por ejemplo, *Aconitum*, y

para la especie un adjetivo, como *ferox*, u otra palabra usada como tal, así, *napellus*. Este modo de designar las plantas constituye la llamada *nomenclatura binaria*, instituída por Linné. A continuación de las dos palabras dichas hay que añadir el nombre del botánico que de tal manera denominara la especie, porque muchas plantas han recibido nombres distintos según los autores que se han ocupado de ellas.

Veamos un ejemplo : *Caryophyllus aromaticus Linné* (familia mirtáceas). La planta que proporciona los clavos de especia fué descrita en 1753 (en el año en que principió la nomenclatura binaria) por Linné (que a menudo se escribe abreviadamente *L.*) con el nombre que se acaba de citar. De estudios más detenidos de la familia de las mirtáceas se dedujo que el género *Caryophyllus* no podía mantenerse, así es que dicha planta pertenece al gran género *Eugenia* o, sobre todo, al género *Jambosa* (que a veces es considerado sólo como una sección de *Eugenia*). Por esto Thunberg llamó a la citada planta *Eugenia caryophyllata Thbg.* Este nombre era impropio, porque, según las reglas generales de la nomenclatura, el nombre específico, una vez dado, debe conservarse si no hay obstáculos que se opongan a ello. Baillon dió al árbol que da los clavos de especia, en 1877, el nombre de *Eugenia aromatica (L.) Baill.* Pero tampoco podía conservarse este nombre, porque, ya en 1854, Berg había descrito otra planta con la denominación de *Eugenia aromatica*. En 1898 Niedenzu demostró que la planta de que tratamos correspondía al género *Jambosa* y, de acuerdo con las reglas de la nomenclatura, la llamó *Jambosa caryophyllus (Sprengel) Niedenzu ;* no había podido emplear el primer nombre específico *(aromaticus)* como quería K. Schumann en 1896, porque ya existía, en el género *Jambosa*, una especie *J. aromatica Miquel*, establecida en 1855. Encontró ya el nombre específico *caryophyllus*, porque Sprengel había llamado falsamente *Myrtus caryophyllus* al árbol de los clavos de especia. Esta planta debe, pues, llamarse *Jambosa caryophyllus (Sprengel) Niedenzu.*

Es condición la más esencial de la especie el conservar su valor y caracteres específicos en la reproducción. La reproducción en los vegetales tiene lugar de las más diversas formas y maneras, y ello es causa de una tal variedad que cada familia, cada género y aun la especie, poseen particularidades notables puestas de manifiesto sobre todo cuando se estudia el grupo de las criptógamas con el detalle que se analizan las fanerógamas. La sistemática se funda precisamente en esas variaciones morfológicas y funcionales de los órganos reproductores, y bien podría decirse que queda reducida, en realidad, a la descripción especial de los diversos tipos y órganos de reproducción.

Las múltiples maneras de reproducirse las plantas pueden reducirse a dos principales : la *reproducción asexual* o *vegetativa* (que mejor se llama *multiplicación*), y la *sexual*. La reproducción asexual o multiplicación consiste en la formación de células o conjuntos de células que después de separados de la planta madre y sin más que eso, bien inmediatamente o después de un período de reposo, se transfor-

man en nuevos individuos independientes y de la misma especie. En la reproducción sexual, por el contrario, existen dos clases de células reproductoras, cada una de las cuales lleva en sí los caracteres de su especie, pero no pueden aisladamente dar descendencia, antes bien necesitan fusionarse íntimamente para conseguirlo. De estas dos células, una es masculina y otra femenina, o, por el contrario, ambas aparecen como iguales tanto morfológica como funcionalmente consideradas. Las llamadas *mutaciones*, o las variedades y formas nuevas de las plantas, se originan casi exclusivamente mediante la reproducción sexual, mientras que la reproducción asexual o multiplicación conserva rigurosamente los caracteres de la planta madre. La simple multiplicación existe con frecuencia entre las fanerógamas junto con la reproducción sexual, y tiene lugar espontáneamente mediante yemas especiales, bulbillos o cebolletas, tubérculos, hijuelos o retoños, etc., y artificialmente, por estaca o esqueje, acodo, injerto, etc.

La Botánica sistemática se apoya, como ya se ha dicho, en los caracteres derivados de las distintas maneras de reproducirse las plantas y de la forma diversa de sus órganos reproductores. Agrupa los vegetales según sus afinidades, aproximándolos o distanciándolos después de apreciar el valor de sus semejanzas o diferencias. Un sistema de clasificación basado en esos principios se llama *sistema natural*, porque de hecho se apoya en las *afinidades naturales* de las plantas entre sí, idea ésta fundamentada en la llamada *teoría de la descendencia* o *de la selección*, propuesta por Lamarck y detallada por Darwin. Dado que esta teoría sostiene el principio de que los antepasados de un ser no son iguales a él, sino de una organización inferior, un sistema natural representa un árbol genealógico de todo el reino de las plantas. Un sistema natural completo sólo sería posible establecerlo si su autor conociera la evolución o filogénesis de todas las especies de plantas, incluso de aquellas que en el transcurso de los siglos han dejado de existir extinguiéndose por completo. Todos los actuales sistemas naturales son defectuosos, aceptándose en atención a la posibilidad de que sus lagunas actuales ocasionadas por la falta de conocimientos filogenéticos puedan ser llenados algún día. Y así se explica, además, que existan múltiples sistemas de otros tantos investigadores. Sin embargo, en líneas generales puede considerarse suficientemente aclarada la filogénesis del reino vegetal, y por este motivo aparecen concordantes las divisiones primarias de los sistemas naturales diversos, bien que sólo ésas.

Se reúnen las especies con caracteres comunes para formar géneros, con varios géneros se forman familias, con las familias subórdenes, con éstos órdenes, y con los órdenes, finalmente, clases. Se han dividido los caracteres en «esenciales» y «no esenciales», pero ha resultado que muchos caracteres en un grupo son esenciales y en otro no esenciales; por ejemplo, la soldadura de los pétalos en las liliáceas *(Convallaria)* debe considerarse como no esencial, mientras que el mismo carácter en las dicotiledóneas tiene especial importancia.

Sistemas arbitrarios

Cuando las primeras tentativas de clasificación de las plantas se creyó incondicionalmente poder ordenarlas según algunos caracteres arbitrarios fáciles de reconocer en todos los vegetales, y de este modo se establecieron sistemas artificiosos fundados en los caracteres de la raíz, de las hojas, de las flores o de los frutos. El fin primordial que se buscaba con la formación de estos sistemas era el de la determinación fácil de las plantas mediante la simple observación de los caracteres que sirvieron para clasificarlas. Entre todos ellos el sistema de Carlos Linné, propuesto en 1753, alcanzó una gran preponderancia, llegando a ser casi el único empleado durante muchos años. Se basa en los caracteres de los órganos reproductores y se llama por este motivo *Sistema sexual.*

El sistema de Linné divide las plantas en clases y órdenes. Los caracteres de las clases consisten principalmente en la naturaleza de los estambres, es decir, de los órganos masculinos de la fecundación, mientras que para la formación y la denominación de los órdenes se atiende al número de los estilos, a la estructura del fruto, al número y soldadura de los estambres o al sexo y fertilidad de cada flor.

Tratándose de cuál es el sistema natural de plantas que hemos de seguir a continuación, en el estado actual de la ciencia no cabe más que el sistema de Engler, que, en el mejor sentido de la palabra, debe considerarse como un *sistema filogenético*, el cual, teniendo en cuenta todos los resultados de las nuevas investigaciones, avanza, según reglas determinadas y sólidamente establecidas, desde las formas más sencillas hasta las más complicadas del reino vegetal.

Compendio de las principales familias, géneros y especies del reino vegetal, según el sistema de Engler

Hasta hace relativamente poco tiempo, se creía que la división del reino vegetal en dos grandes grupos de plantas, las criptógamas y las fanerógamas, era la única aceptable, como podemos constatarlo examinando el sistema de Eichler de 1883. Hoy, sin embargo, es del todo inadmisible esa división. *Criptógama*, en su sentido estricto (de *kryptos* = oculto, y *gamos* = boda), significa planta con órganos reproductores invisibles, y *fanerógama* (de *phaneros* = descubierto o visible), por el contrario, la que los tiene más o menos aparentes, y posibles de observar, formando las flores. Pero, después del perfeccionamiento del microscopio y de su uso general, estudiados los más delicados procesos de la fecundación, los referidos conceptos han perdido todo su valor. Y solamente cuando, modificando aquel signi-

ficado expresado, entendemos por criptógamas aquellas plantas que carecen de flores, en su sentido corriente, y cuyos órganos reproductores sólo son observables con el microscopio, y por fanerógamas las que poseen dichas flores con órganos reproductores, equivalentes a hojas modificadas, visibles a simple vista, nos es permitido usar aquellos antiguos vocablos.

Con los estudios modernos, cada vez más profundos, sobre las criptógamas, se han observado diferencias muy grandes entre las plantas consideradas como tales, hasta el punto que esas diferencias de criptógamas entre sí llegan a tener por lo menos la misma importancia que las que se indican para distinguir dichas criptógamas de las fanerógamas. En consecuencia, ha sido preciso proponer la división del reino vegetal no en dos tipos, sino en varios de la misma categoría. Estos tipos tienen el mismo valor desde el punto de vista taxonómico; pero, claro es, no son igualmente importantes desde el punto de vista utilitario o práctico, y en consecuencia, breves como hemos de ser, sólo trataremos de las plantas más importantes, caracterizando de manera compendiada algunos tipos o prescindiendo incluso de los menos interesantes.

En el índice de materias se encuentra un compendio de la clasificación de Engler que facilita la comprensión de la misma.

División I. Esquizofitas

Con el nombre de *Esquizofitas* se designa un conjunto de pequeños seres, solamente visibles con fuertes aumentos microscópicos, unicelulares, incoloros o coloreados diversamente, pero nunca con el color verde franco de la clorofila. Pueden vivir aislados, o agrupados flojamente en colonias constituídas de manera diversa, conservando en ellas su propia individualidad para su desarrollo y multiplicación. Falta en las Esquizofitas la reproducción sexual, y la multiplicación se realiza por biparticiones sucesivas o esquizogénesis; con frecuencia se forman, además, esporas, células con las membranas más o menos engrosadas, capaces de resistir sin daño condiciones desfavorables para la vida (sequedad extremada, temperaturas exageradas, etc.) y de volver a la actividad al establecerse de nuevo las condiciones normales de medio.

Carecen de núcleo propiamente dicho, y la división tiene lugar siempre transversalmente.

Clase I. ESQUIZOMICETOS O BACTERIAS

Modernamente han revelado tal importancia los Esquizomicetos o bacterias, desde el doble punto de vista de la vida del hombre y de su economía, que hay que tratar estos organismos con la atención que merecen.

La constitución de los Esquizomicetos es uniforme. En general se pueden clasificar en tres tipos por lo que se refiere a su forma: unos son esféricos; otros como bastoncitos, rectos, o más o menos curvos; usando la terminología de De Bary, diríamos que pueden tener el aspecto de bola de billar, de lapicero o de sacacorchos. Son extraordinariamente pequeños. El diámetro de los de forma esférica llega solamente a $^1/_{1000}$ mm. en la mayoría de los casos, y existen algunos cuyo diámetro no pasa de $^1/_{2000}$ mm. Las especies que llegan a tener $^1/_{500}$ mm. de diámetro son muy raras. En los Esquizomicetos de forma alargada, el diámetro de sus células apenas sobrepasa nunca el de los esféricos, mientras su longitud varía mucho, desde los que son casi globulosos hasta los que tienen una longitud muchas veces mayor que su grueso.

Como Esquizofitas que son, las bacterias sólo se multiplican por esquizogénesis. Los individuos así originados pueden separarse inmediatamente o quedar reunidos en colonias, que según sean densas o flojas, afectan formas regulares o más o menos imprecisas.

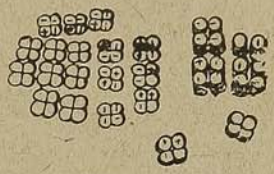


Fig. 195. Colonias de *Sarcina*. Por 1000

Cuando las células, después de repetidas divisiones, quedan muy juntas entre sí, si se trata de Esquizomicetos de forma globulosa que se dividen según una sola dirección, se forman cadenitas como rosarios, que dan lugar al género llamado *Streptococcus*. Si la división tiene lugar según dos direcciones, se forman como plaquitas o chapas de células, y si según tres, montoncitos de forma característica que recuerda la de los fardos o balas de algodón (*Sarcina*, fig. 195).

En la mayoría de los casos, sin embargo, las células se separan después de formadas, sin que se constituyan colonias de forma definida.

Las bacterias cilíndricas no se desarrollan de manera tan varia como las globulosas, porque las biparticiones tienen lugar exclusivamente según una sola dirección, que es siempre transversal a su eje mayor, de manera que cuando no se separan las células formadas por divisiones sucesivas originan filamentos más o menos largos. Es evidente que, si las células son rectas, también lo son los filamentos que forman, a menos que circunstancias especiales modifiquen su dirección, mientras las que son más o menos curvas dan lugar a filamentos retorcidos. También en las bacterias de forma alargada es lo más frecuente que sus individuos queden aislados después de formarse.

En el proceso esquizogenético, cada célula madre alcanza un tamaño máximo determinado, y entonces aparece hacia su mitad un delicado tabique que la divide en dos células hijas iguales o casi iguales.

En muchas especies, siendo favorable el medio de vida, las biparticiones celulares se suceden muy rápidamente. Se conocen numerosas bacterias que en presencia de substancias nutritivas adecuadas, y con temperatura y luz favorables, se desarrollan tan rápidamente que por

término medio se dividen una vez cada media hora, de modo que en seis horas una sola célula da lugar a la formación de 1096 individuos, y en 24 horas a 280 billones. En realidad, estos casos no se presentan más que raramente, pues las condiciones del medio cambian con facilidad, por disminuir o escasear las substancias nutritivas, o porque los productos del metabolismo celular, obrando como tóxicos, suspenden el desarrollo de los individuos. Los números apuntados muestran en todo caso de cuán intranquilizadora multiplicación son capaces las bacterias cuando pueden disfrutar de circunstancias favorables para su desarrollo, supliendo con la cantidad lo que les falta por su pequeñez.

Las bacterias más elevadas corresponden a las llamadas antiguamente *filamentosas*, y hoy, más exactamente, *bacterias vaginadas*, pues su carácter distintivo no es la forma filamentosa de las colonias que también se presenta en otras bacterias, sino la existencia alrededor de cada filamento de una cubierta o vaina gelatinosa, común a todos los elementos del mismo y segregada por ellos, tenue, pero ya claramente demostrable en las colonias jóvenes, y que aumenta en espesor y perceptibilidad con la edad de los filamentos.

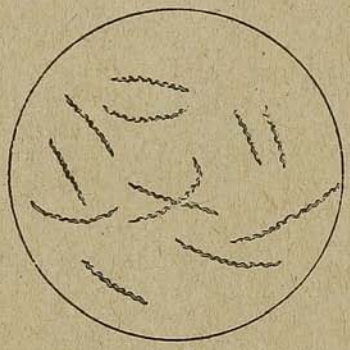


Fig. 196. *Spirochaete pallida*. Causante de la sífilis

Se conoce muy poco todavía acerca de la constitución de las células de los Esquizomicetos, como consecuencia de su extremada pequeñez. En algunos casos, la membrana celular de las bacterias, cuando se trata por reactivos adecuados, la vemos comportarse como la de las células de las plantas superiores; a menudo, contrariamente, descubrimos en ella los caracteres de la de los hongos propiamente dichos: en este último caso la membrana no es de celulosa, sino de una substancia análoga llamada metacelulosa o fungina. Por otra parte, se conocen algunas bacterias en las cuales la membrana celular está claramente coloreada. Unas veces, la mayoría, es rígida y resistente, y las células no pueden modificar su forma; en el género *Spirochaete*, por el contrario, son sinuosas y flexibles (fig. 196).

En cuanto al *protoplasto* de las bacterias es aún menos conocido, y sobre todo la estructura protoplasmática. Todavía no se ha observado claramente el núcleo celular.

Para investigar las diferentes formas, y además los flagelos, las esporas, etc., y para diagnosticar diferentes especies, se acude a coloraciones determinadas, empleándose colores de anilina, por ejemplo, azul de metileno, fucsina (generalmente carbolfucsina); a menudo se trata de procedimientos de coloración muy complicados. El método de coloración más sencillo «negativo» es el de «Burri». Si se mezclan

partes iguales de líquido que contiene bacterias y tinta china líquida, y se extiende esta mezcla, en capa delgada, sobre un portaobjetos, las bacterias aparecen blancas sobre un fondo pardo.

Es muy notable el hecho de presentar un gran número de Esquizomicetos *movimiento propio*. En las bacterias globulosas los movimientos aparecen sólo muy raramente ; por el contrario, son frecuentes en las alargadas, tanto en las rectas como en las sinuosas. Según la especie, la forma, edad y tamaño de las bacterias, los movimientos pueden ser lentos o rápidos, como de deslizamiento o en vibraciones irregulares o, finalmente, de culebreo.

Hasta hace poco no se podía explicar el movimiento de los Esquizomicetos, pues no eran visibles órganos especiales de locomoción. Hace relativamente pocos años que ha sido posible hacerlo, poniéndolos de manifiesto muy claramente mediante complicados procedimientos de coloración ; se trata de filamentos protoplasmáticos extremadamente finos y delicados, los llamados *flagelos* o *pestañas*, que nacen en muy diversos puntos de las células, y provocan su movimiento a través de medios flúidos con sacudidas parecidas a latigazos. Unas especies poseen flagelos solitarios en una o en ambas extremidades (fig. 197), otras poseen varios, y las hay que los tienen agrupados en manojos, fijos en un punto de la célula.



FIG. 197. Bacterias flageladas, teñidas. Por 1000. (Según Migula)

Las bacterias nunca poseen clorofila, y por lo tanto son incapaces de sintetizar los hidratos de carbono partiendo del agua y del anhídrido carbónico del aire como las plantas verdes ; no tienen la facultad de formar combinaciones orgánicas con elementos inorgánicos, y desde el punto de vista de su nutrición pertenecen a los seres que consumen substancias hidrocarbonadas en vez de producirlas. Consideradas fisiológicamente, las bacterias se comportan como los hongos propiamente dichos, aun cuando no tienen con ellos ninguna afinidad.

En muchas bacterias puede observarse la formación de esporas. Se forman generalmente en número de una por célula, y aparecen cuando el medio nutritivo se agota o se presentan condiciones desfavorables para la vida de las bacterias ; en estado de espora las células de estos vegetales resisten sin daño la falta de alimento y demás desfavorables condiciones que puedan presentarse.

La formación de las esporas, en general, es fácil de observar (fig. 198). Cuando las células se disponen a producirlas, cesan de dividirse, sin que por lo demás se diferencien de las otras células vegetativas. En el plasma homogéneo o finamente granuloso se forma entonces una mancha clara, que ordinariamente va creciendo poco a poco ; con menos frecuencia alcanza ya desde el principio (es decir, desde que empieza a ser visible) su tamaño definitivo. Esa mancha se hace

cada vez más brillante y más refringente y, por último, se recubre de una gruesa membrana. Mientras dura este proceso, el protoplasma no utilizado en la formación de la espora se desvanece, y la membrana de la célula primitiva se reabsorbe lentamente, hasta desaparecer por fin, quedando libre la espora.

Como se ha dicho ya, los Esquizomicetos no pueden producir por sí mismos las substancias nutritivas, orgánicas, que necesitan para vivir; por este motivo han de tomar, por lo menos, una parte de sus alimentos de otros organismos vivos o muertos. Se dice que las bacterias son *parásitas* cuando se nutren a expensas de plantas o animales vivos, y *saprofitas* si viven de seres muertos.

Los Esquizomicetos necesitan para su desarrollo precisamente los mismos elementos que son necesarios para las plantas superiores. No todas las bacterias poseen, sin embargo, por lo que se refiere a los compuestos orgánicos, la misma aptitud para descomponerlos. Una especie de bacterias puede aprovechar, por ejemplo, una substancia ya utilizada con anterioridad por otra, y abandonada después de agotar determinados compuestos. Así resulta que una determinada bacteria sustrae sólo ciertos grupos atómicos de una substancia, y las combinaciones restantes, más sencillas químicamente consideradas, son descompuestas más tarde por otras bacterias, y así sucesivamente hasta obtener como resultado final combinaciones inorgánicas: agua, anhídrido carbónico, amoníaco.

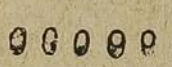


FIG. 198. Proceso de esporificación en el *Bacillus subtilis* o bacilo del heno; distintos estadios de una célula desde que empieza hasta que termina la formación de la espora. (Según Migula)

Es natural que las bacterias se conduzcan de maneras muy diversas según la composición variable de las substancias que pueden servirles de alimento. En general, suelen reducirse a tres grupos las descomposiciones provocadas por las bacterias, a saber: la *putrefacción*, que es una descomposición de substancias nitrogenadas; la *eremacausia*, combustión lenta de las substancias carbonadas, en general, y la *fermentación*, descomposición de determinadas combinaciones orgánicas de los hidratos de carbono. No obstante, la distinción que formula esta clasificación es poco precisa. En todos estos procesos de descomposición resultan siempre cuerpos químicamente más sencillos. Sin embargo, pueden formarse pequeñas cantidades de compuestos, por el contrario, de estructura más complicada, sin que se pueda precisar todavía a qué condiciones especiales obedece este fenómeno.

Es notable el hecho de que muchas bacterias son capaces de originar *fermentos* o *enzimas*, que realizan trabajos análogos a los de las células vivas. La composición química de estas substancias no es del todo conocida; en cambio, se sabe que son la causa de alteraciones notables en otros cuerpos. La importancia de los fermentos, como productos segregados por las bacterias, estriba en que transforman las substancias de manera que sean fácilmente asimilables por aquéllas. Así, el carbono del almidón o de la sacarosa no es útil como alimento

para las bacterias, en tanto que el de la glucosa puede ser absorbido rápidamente.

Otras bacterias producen fermentos capaces de transformar en peptona los albuminoides no asimilables directamente, o de convertir la celulosa en una substancia soluble y asimilable. Todos estos fermentos, sin embargo, no son exclusivos de las bacterias, sino que se encuentran, además, tanto en el reino animal como en otros grupos de vegetales. Juegan un importante papel durante la digestión, en la saliva y en los jugos gástrico y pancreático ; en las plantas superiores llamadas « insectívoras » existen también como productos digestivos ; y durante la germinación de las semillas provocan la solubilización de las féculas y otras substancias de reserva.

Son, por el contrario, característicos de numerosas bacterias los productos secundarios que se producen durante su actividad destructora o disolvente, ya conocidos hace tiempo, y hoy muy bien estudiados. Hay que mencionar las ptomaínas o alcaloides cadavéricos, entre los cuales se cuentan venenos de los más temibles, de naturaleza alcalina y de composición análoga a la de algunos alcaloides, o idéntica, como es el caso para la muscarina, del hongo *Amanita muscaria*. Las ptomaínas se desarrollan, como se ha dicho, durante la actividad vital de las bacterias, sobre todo en la carne putrefacta, y son muy difícilmente reconocibles en el cuerpo de los animales y del hombre, principalmente por el hecho indicado de diferenciarse apenas de varios alcaloides. Tal vez son menos conocidos aún y más difíciles de reconocer los albuminoides extraordinariamente venenosos que segregan igualmente las bacterias como productos de su metabolismo.

Las bacterias producen, finalmente, con su actividad buen número de otras importantes substancias, como alcohol, y muchos ácidos orgánicos, los ácidos láctico, butírico, acético, etc. Estos productos suelen formarse en tal cantidad que llegan a hacer impropio para la vida el medio en que se han desarrollado las bacterias, las cuales sucumben por la acción tóxica de las substancias por ellas segregadas, aun antes de haber consumido las materias nutritivas que el medio les ofrece.

Algunas bacterias tienen la propiedad de formar en sus células una substancia que luce en la oscuridad ; son *fotógenas*. Estas bacterias luminosas se encuentran sobre todo en los peces, pero también en la carne, especialmente cuando ésta se mantiene a baja temperatura. Se admite que esta « bioluminiscencia » es debida a la oxidación de un compuesto orgánico en presencia de una enzima.

La mayoría de las bacterias necesitan forzosamente para su desarrollo la presencia del oxígeno atmosférico: son las llamadas *aerobias ;* otras viven lo mismo con oxígeno que sin él, y se designan como *aerobias facultativas*. Existen otras, además, que sólo se desarrollan bien fuera del contacto del oxígeno atmosférico, y basta la presencia del mismo para que perezcan con más o menos rapidez: son las llamadas *anaerobias*. Desde este punto de vista las bacterias anaerobias

son únicas tanto entre las plantas como entre los animales; por lo mismo, su adaptación a la vida saprofítica y parasitaria no puede ser más completa. El oxígeno que necesitan imprescindiblemente para su vida y desarrollo lo toman de las mismas substancias que les sirven de alimento.

Según la manera de conducirse fisiológicamente los Esquizomicetos, se dividen en tres grupos. De uno de ellos, de las *bacterias cimógenas* o *fermentos*, hemos hablado ya. El segundo grupo comprende las *bacterias patógenas*, causa de las enfermedades llamadas infecciosas, hoy día de gran importancia en Medicina. Éstas son parásitas, es decir, poseen la facultad de nutrirse a expensas de otros seres vivos. El último grupo lo componen las llamadas *bacterias cromógenas*, que segregan substancias colorantes diversas, por lo cual las colonias que forman se tiñen de colores vivos: rojo, azul, verde, amarillo, pardo, violeta; esas substancias colorantes son muy parecidas a las anilinas, tanto consideradas química como ópticamente. Uno de los ejemplos más conocidos y característicos de esas especies es el del *Bacillus prodigiosus*, causa del fenómeno de las «hostias sangrientas».

Para el desarrollo normal de las bacterias, aparte de las substancias nutritivas necesarias, es de la mayor importancia una temperatura conveniente. Como para todos los demás seres vivientes, existe para las bacterias una llamada temperatura óptima, que favorece su desarrollo máximo, y sus temperaturas límites, superior e inferior, pasadas las cuales cesa toda actividad. Estas tres temperaturas son muy variables según las diferentes bacterias; mientras en algunas especies las dos temperaturas extremas sólo se diferencian en unos pocos grados, en otras esta diferencia puede llegar a 50°. Para el bacilo de la tuberculosis, causa de la tisis pulmonar, la temperatura óptima es la de 37°, e interrumpe su desarrollo cuando la temperatura es superior a 42° ó inferior a 28°; por el contrario, el *Bacillus subtilis* crece y se multiplica con el máximo de intensidad a 30°, y puede desarrollarse todavía entre 5° y 50°.

Muchas bacterias son tan resistentes al frío que no llegan a perecer aun sorprendidas por las más bajas temperaturas. Claro está que por debajo de 0° aun las más resistentes dejan de manifestar su vitalidad y no se multiplican; pero algunas de ellas, sometidas a temperaturas de 110° bajo cero, han llegado a helarse, volviendo, sin embargo, a la normalidad sin haber sufrido el menor daño pasada aquella circunstancia. Por otra parte, existen bacterias capaces de sobrellevar temperaturas muy altas, por ejemplo, aquellas que siguen multiplicándose aún a 74°, que encontramos en las aguas termales.

Ofrece especial interés el hecho de que las bacterias, por la acción de seres vivos ultramicroscópicos «bacteriófagos» (tal vez se trate de una enzima), enferman y son disueltas. Así, por ejemplo, si se añade a un caldo de cultivo de bacilos del tifus líquido filtrado procedente de las deyecciones de un convaleciente del tifus, al cabo de corto tiempo los bacilos del tifus han desaparecido por completo del cultivo.

Todo lo que acabamos de referir concierne a las células bacterianas simplemente vegetativas. De muy distinta manera se conducen las esporas. Éstas tienen una asombrosa capacidad de resistencia para todas las posibles condiciones desfavorables de vida, sobre todo para las temperaturas elevadas.

Los trabajos de los bacteriólogos antiguos se estrellaban a menudo ante un hecho al parecer inexplicable, el de que después de haber sometido a la temperatura de la ebullición, durante varias horas, un líquido nutritivo contenido en una botella herméticamente cerrada, sucedía a veces que se desarrollaban en él bacterias en gran cantidad. Este hecho se hizo valer como prueba en favor de la teoría de la «generación espontánea». Ahora sabemos que no tiene nada de extraordinario la aparición de colonias bacterianas en las condiciones antes expuestas, pues se conocen muchas especies de bacterias cuyas esporas pueden resistir horas enteras la temperatura de la ebullición sin daño alguno. No todas esas esporas son, sin embargo, igualmente resistentes, y por este motivo es posible en muchos casos aislar por la ebullición continuada una especie determinada en un líquido que contiene varias. Así, por ejemplo, para obtener un cultivo del *Bacillus subtilis* se hierve durante una hora un macerado de heno. De esta manera se destruyen todas o casi todas las bacterias y sus esporas contenidas en el macerado, excepto las del bacilo del heno, que después de la cocción, por el contrario, se desarrollan y multiplican rápidamente. Sin embargo, no se conoce ninguna bacteria cuyas esporas resistan sin perecer varias horas de ebullición en el agua pura. Los líquidos que las contienen actúan de diversa manera en estas condiciones; así, las esporas bacterianas mueren en líquidos ácidos a temperaturas mucho más bajas que en los de reacción alcalina o neutra, o no resisten tanto tiempo en aquéllos la temperatura de la ebullición; este hecho explica la falta de bacterias en las turberas.

También la mayoría de las esporas resisten mucho la sequedad; algunas conservan su vida y pueden multiplicarse después de varios años de resistirla.

Las bacterias en estado vegetativo, por el contrario, necesitan para su desarrollo una determinada cantidad de agua, y sólo resisten unos pocos días la sequedad excesiva; sin embargo, determinadas especies, sin poseer esporas, pueden conservar la vida varios meses a pesar de la falta de agua.

Es conocido de todos el poder bactericida de algunas substancias. La más importante es el sublimado corrosivo o cloruro mercúrico, que aun en diluciones de $^1/_{10\,000}$ mata las bacterias, y más concentrado, a $^1/_{5000}$, las esporas, si actúa varias horas, o en pocos minutos, si las soluciones contienen $^1/_{1000}$.

Siendo el sublimado muy venenoso, se puede sustituir por otras substancias, como el ácido fénico, por ejemplo, que también son bactericidas y no tan peligrosas para el hombre, aunque su poder destructor no es tan grande. Así, para destruir las bacterias precisan

soluciones al 3 % de ácido fénico, y las esporas conservan la vida aun después de permanecer varios días en las que contienen un 5 %. Estos métodos de destrucción de bacterias y sus esporas son útiles, como se sabe, para conservar productos alimenticios, o para evitar el contagio en las enfermedades infecciosas, etc. Lo mejor en todo caso es saber determinar las bacterias y conocer su biología, para así conocer el mejor medio de destruirlas.

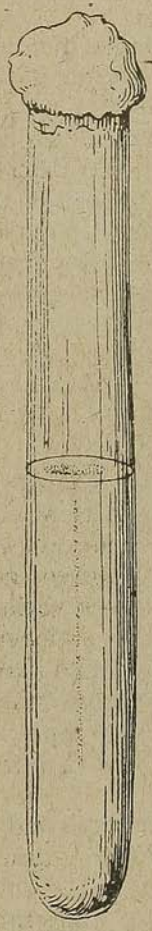


Fig. 199. Cultivo de la bacteria del tifus por picadura en gelatina. (Según Migula)

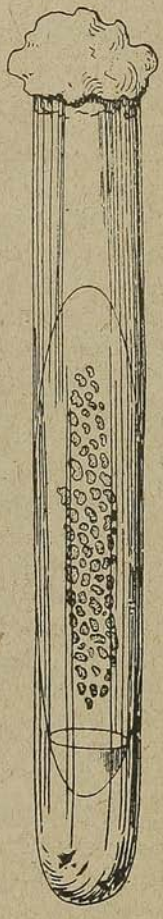


Fig. 200. Cultivo de la bacteria de la tuberculosis por estrías superficiales en suero solidificado. (Según Migula)

Falta ahora decir unas palabras referentes a los métodos de cultivo de las bacterias. Antes de que Roberto Koch diera a conocer sus fundamentales trabajos, no se sabía de ningún medio para obtener cultivos puros de bacterias. Este autor demostró que los medios de cultivo líquidos que se habían empleado hasta entonces eran defectuosos. Y vió que, añadiendo a los líquidos nutritivos gelatina o agar-agar, se obtenía un medio de cultivo que podía hacerse sólido o líquido a voluntad del bacteriólogo con sólo variar la temperatura, y que conserva en todo caso la transparencia. En estos medios pudo observarse cómo prosperaban las bacterias, desarrollándose cada una de ellas de manera característica (figuras 199 y 200). La mayor ventaja de este método fué la de poder separar, aislándolas unas de otras, las bacterias contenidas en un medio determinado, por medio del siguiente modo de proceder.

Se vierte el medio nutritivo en cápsulas planas (cápsulas de Petri) y se inocula el material que se investiga con una aguja de platino. También se puede añadir el material que se investiga al medio nutritivo, semienfriado, antes de verterlo, o exponer la capa vertida algún tiempo a la acción del aire (fig. 201).

Otro método para aislar microorganismos de una mezcla es el «cultivo a la *gota*» de Lindner. Por medio de una pluma de dibujar, calentada previamente al rojo, se ponen sobre un cubreobjetos esterilizado, unas al lado de otras y muy próximas entre sí, gotitas de una solución

nutritiva que contenga los correspondientes microorganismos; luego se pone el cubreobjetos con las gotitas debajo encima de un portaobjetos que tiene una cavidad alrededor de la cual se ha trazado una línea circular con vaselina. De este modo las gotitas quedan colgantes. Mediante el examen microscópico se averigua en qué gotas existen microorganismos y se puede observar su desarrollo. Este procedimiento ha encontrado mucha aceptación en la técnica por su sencillez.

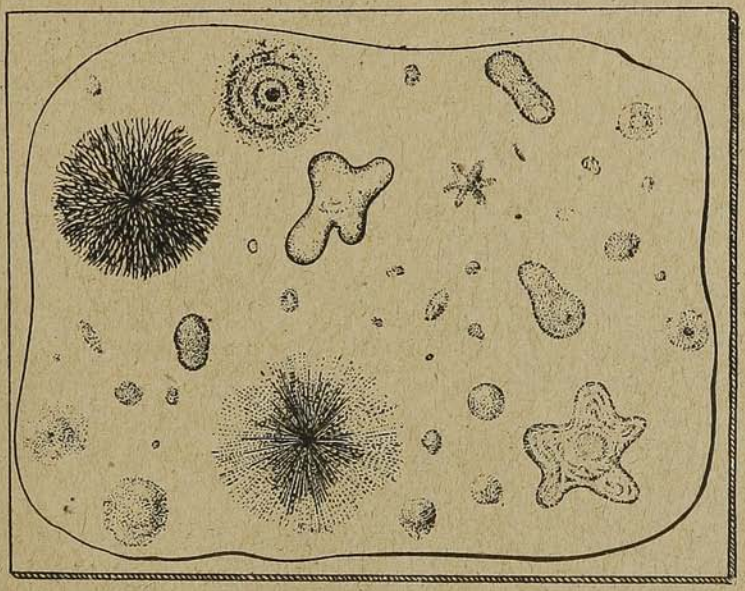


FIG. 201. Placa de cultivo con colonias bacterianas aerobias. (Según Migula)

La única clasificación de las bacterias, fundada sobre una base morfológica y rigurosamente científica, es la propuesta por Migula, cuyo extracto damos a continuación.

Orden 1.º **EUBACTERIAS**

Con células sin granitos de azufre y sin substancia colorante roja o violeta, la bacteriopurpurina.

Familia **Bacteriáceas**

Con células cilíndricas, cortas o largas, generalmente rectas, raramente un poco encorvadas, que doblan su longitud antes de dividirse. Forman con frecuencia colonias filamentosas o hinchan fuertemente su membrana.

Las especies del género **Bacterium** carecen de flagelos, y, en consecuencia, de movimiento.

Una de las principales especies de este género es el *Bacterium acidi lactici*, que se presenta en forma de bastoncitos muy pequeños y muy cortos, generalmente apareados. Sus esporas no pueden resistir sin peligro la temperatura de la ebullición. Por su influencia llega a agriarse la leche, por transformar la lactosa que contiene en ácido láctico y anhídrido carbónico.

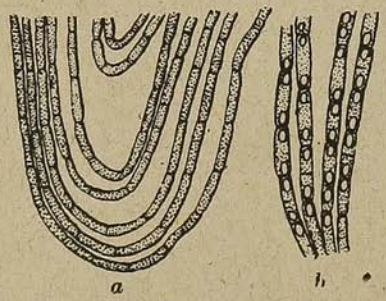


FIG. 202. *Bacterium anthracis*.
a, en cultivo desarrollado en el borde de una gota pendiente del cubreobjetos; *b*, filamentos esporíferos. Las esporas se originan en el centro de la célula, pero a causa de ser poco visibles los tabiques celulares últimamente formados, como aparece en la figura, dan la sensación de ser dos en cada célula, situadas una en cada extremo. Por 1000. (Según Migula)

En este fenómeno de agriarse la leche, que lleva aparejado principalmente en los días calurosos el de cuajarse, no interviene exclusivamente el *Bacterium acidi lactici*, como único organismo, pero es el principal de los que lo originan. La leche en estas condiciones no puede pasar, sin embargo, de 1 % de acidez, porque cuando el ácido llega a esta concentración influye ya sobre la vida del *Bacterium*, y aun a pesar de ser un producto de la actuación del mismo llega a impedir su ulterior desarrollo.

El *Bacterium aceticum* es el del vinagre; posee la facultad de medrar en aquellas substancias ya anteriormente utilizadas por otras bacterias y en las cuales éstas no han podido continuar viviendo, en el alcohol, por ejemplo, que obra como un veneno sobre la mayoría de los esquizomicetos, transformándolo en ácido acético. En la mayoría de los casos hay que atribuir a su actuación la acidez de los jugos de frutas, del vino y de la cerveza. Por fortuna, el *Bacterium aceticum* consume durante su desarrollo grandes cantidades de oxígeno, así que en frascos bien tapados no le es posible una rápida multiplicación.

El *Bacterium anthracis* es el bacilo del carbunco, que se cultiva fácilmente, y por lo general afecta la forma de filamentos alargados compuestos de células de tamaño y grueso bastante grandes (figs. 202 y 203). Son muy parecidas a las del bacilo del heno, pero se diferencian con facilidad, dado que dicho bacilo posee flagelos, por lo menos en alguno de sus estadios evolutivos, y por ende movimientos propios, mientras que el *Bacterium anthracis* no los posee nunca. El parecido de estas dos especies dió origen a la teoría de que una misma bacteria podía ser inofensiva o patológica, según los casos. Con

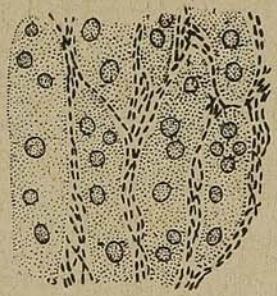


FIG. 203. *Bacterium anthracis*.
Corte a través de un tejido enfermo, en preparación teñida. Por 400. (Según Migula)

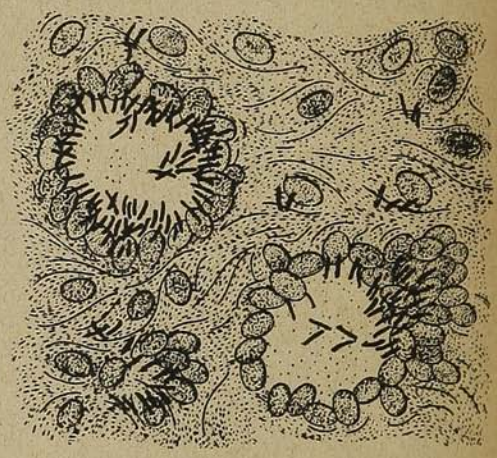


FIG. 204. Bacilo de la tuberculosis.
Corte a través de un tubérculo del pulmón, con dos células gigantes llenas de bacilos. Los bacilos, teñidos por el azul de metileno, aparecen en la preparación como bastoncitos oscuros. Por 1000. (Según Migula)

este *Bacterium* consiguió probar por vez primera Roberto Koch el carácter patógeno de un organismo.

El *Bacterium tuberculosis*, o bacilo de Koch, es la causa de la tisis.

En 1882 Roberto Koch demostró la existencia indudable del bacilo de la tuberculosis, después de haber conseguido mediante un procedimiento especial de coloración del mismo, hacerlo destacar claramente en los tejidos. El bacilo de Koch tiene la forma de un bastoncillo delgado, ligeramente arqueado, y generalmente se presenta aislado, raras veces de dos en dos (fig. 204). Nunca forma esporas; sin embargo, las células vegetativas son extraordinariamente resistentes a los agentes externos y pueden resistir largo tiempo elevadas temperaturas y sequedad sin sufrir daño.

Existen otras importantes especies del género *Bacterium*, como *B. pneumoniae*, causante de la pulmonía; *B. leprae*, de la lepra; *B. influenzae*, de la influenza; *B. diphtheriae*, de la difteria, sobre las cuales no podemos extendernos aquí.

El género **Bacillus** se distingue del género *Bacterium*, porque sus especies poseen flagelos dispersos por toda la superficie de las células.

Comprende numerosas especies, de las cuales describiremos brevemente algunas de las más notables.

El *Bacillus subtilis*, o bacilo del heno, se puede considerar como «indiferente», pues ni es patógeno, ni cromógeno, y sólo provoca fermentaciones muy débiles. Desde varios puntos de vista, en cambio, tiene su interés histórico. En esta especie se observó por vez primera la formación de esporas y su germinación. Luego, como ya hemos dicho, a causa de su semejanza con la bacteria del carbunco, contribuyó a sostener la teoría de la variabilidad de las especies bacterianas.

El bacilo del heno nos da un buen material para diversas investigaciones sobre bacterias. Tiene las ventajas de ser completamente inofensivo, muy poco exigente en cuanto a su nutrición, de modo que prospera en los medios más pobres, y produce esporas muy resistentes a las condiciones más adversas de vida. Para obtener un cultivo puro de este bacilo, se macera heno en agua, durante un día, colando luego el macerado. Este líquido se vierte entonces en un matraz que se tapa con algodón, y se hierve durante una hora. La mayoría de las bacterias, extraordinariamente numerosas, que contiene el macerado junto con sus esporas, perecen durante la cocción, pero las del bacilo del heno la resisten muy bien, y empiezan a germinar tan luego como se enfría de nuevo el líquido del matraz. Esta resistencia del bacilo del heno a las temperaturas altas se utiliza para ensayar el valor de los aparatos de desinfección.

El *Bacillus prodigiosus* ha llamado siempre la atención de las gentes, y en la Edad Media dió lugar a creencias supersticiosas. Las células de esta especie son pequeñas, ovales o estrechamente ovoideas, y no faltándoles alimento abundante se multiplican muy rápidamente, segregando una substancia de color carmín o rojo de sangre muy vivo. En cuanto a la elección de las substancias nutritivas, este hongo es muy poco exigente, desarrollándose sobre diversos medios, como huevos, leche, pan, patatas cocidas, etc. Cuando este bacilo lleva algún tiempo vegetando, produce trimetilamina, substancia que huele a salmuera, y a causa de ese olor repugnante hace del todo inaprovechables los alimentos que invade. Son muy convenientes para el desarrollo de este hongo los sitios húmedos y poco aireados; así se explica fácilmente que algunas veces haya invadido las hostias, causando con sus manchas el asombro y estupefacción del pueblo.

El *Bacillus amylobacter* es el que origina el ácido butírico. Se distingue de las demás bacterias zimógenas porque sólo se desarrolla bien fuera del contacto del aire. Da lugar a la fermentación butírica actuando sobre muy diversas substancias, como almidón, dextrina, azúcares varios, y muy probablemente, además, sobre otros hidratos de carbono. Esta fermentación se observa con mucha frecuencia en la leche, cuando la que da lugar a la formación del ácido láctico, provocada por el *Bacterium acidi lactici*, ha terminado. Esta última actúa primero sobre la leche, y sólo cuando ha consumido el oxígeno que tenía en disolución, encuentra terreno propicio para su desarrollo el *Bacillus amylobacter*. Así como el *Bacterium acidi lactici* sólo comunica a la leche una cierta acidez aceptable, la que ha fermentado por el *Bacillus amylobacter* posee un sabor sensiblemente amargo, que se hace muy claramente perceptible en la leche ácida abandonada algún tiempo.

El *Bacillus typhi* tiene las células en forma de bastoncitos bastante pequeños y cortos, sólo pocas veces más largos que anchos, y cultivado, forma con frecuencia cadenitas cortas, de pocas células (fig. 205). Las células, sobre todo cuando jóvenes, son muy claramente móviles; el movimiento lo origina un hacecillo de flagelos situado en un costado del bacilo.

Es notable en el bacilo del tifus que las células vegetativas son extremadamente resistentes, de modo que pueden resistir sin daño, por ejemplo, una desecación que dure algunas semanas. Esto tiene gran importancia para el bacilo, porque no forma esporas y por esto cuenta con menos medios de defensa en la lucha por la vida que otras bacterias.

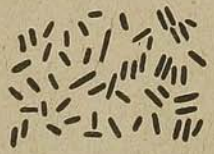


Fig. 205. Bacilo del tifus. Preparación obtenida con un cultivo de cuatro días. Por 1000. (Según Migula)

Indudablemente debe considerarse al *Bacillus typhi* como «parásito facultativo», porque puede multiplicarse muy bien, fuera del cuerpo humano, en la tierra húmeda, en el agua y en la leche, penetrando ocasionalmente en el organismo humano y continuando en él su peligroso desarrollo. La infección se efectúa sólo por la entrada del bacilo con los alimentos en el tubo digestivo, o naturalmente también al ponerse en contacto con los labios substancias que contengan la bacteria.

Además del verdadero bacilo del tifus, existe un grupo que recibe el nombre de *bacilos de paratifus*. Un bacilo correspondiente al grupo paratifus B es el bacilo del *tifus de los ratones*, que se cultiva para la destrucción de éstos.

El género **Pseudomonas** se diferencia de los *Bacterium* y *Bacillus* porque sus células poseen flagelos en un extremo. A este género pertenece la *Pseudomonas europaea*, que da lugar a la nitrificación en los terrenos.

Familia **Espiriláceas**

En esta familia se incluyen las bacterias que poseen células arqueadas o más o menos arrolladas en tirabuzón, sin flagelos o con flagelos situados en los extremos.

Las especies del género **Microspira** tienen células rígidas, nada flexibles, y generalmente con un solo flagelo. A este género pertenecen sólo unas pocas especies de cierta importancia. Hay que mencionar, en primer lugar, la *Microspira comma*, o bacilo del cólera, uno de los más temibles enemigos del hombre.



Fig. 206. Bacilo del cólera, aumentado unas mil veces. (Según Migula)

Este microbio no es propio de Europa; es endémico en la India, y allí existen varias regiones donde nunca se extingue. De la India llegan de vez en cuando las epidemias que se desarrollan aquí. Sólo desde el año 1884 se conoce el microbio del cólera, descubierto en aquella fecha por Roberto Koch durante un viaje de estudio realizado a Egipto y la India. Tiene la forma de un pequeño bastoncito levemente arqueado; estos microbios viven generalmente aislados, y sólo muy raramente quedan reunidos varios de ellos formando una especie de tirabuzón (fig. 206). Las células poseen una membrana rígida y un flagelo terminal o polar, raramente dos o tres, ondulados, mediante los cuales se mueven muy vivamente en la mejor época de su desarrollo.

El género **Spirillum** comprende formas celulares arrolladas en tirabuzón, diferenciándose de las *Microspira* principalmente por tener un mechoncito de flagelos en cada extremo.

Las especies del género **Spirochaete** se caracterizan por sus células flexibles y onduladas, que avanzan con movimientos de reptación.

Modernamente se ha descubierto la *Spirochaete pallida*, que produce la sífilis (fig. 196).

Familia **Ficobacteriáceas**

Plantas con células reunidas en colonias filamentosas envueltas por una capa de gelatina más o menos reconocible, y que se dividen sólo muy raramente según tres direcciones, formando entonces colonias de cierto grosor.

El género **Crenothrix** comprende sólo una especie, la *Cr. polyspora* (fig. 207, *b*), conocida por los daños que ocasiona a causa de su multiplicación extraordinariamente rápida. Forma filamentos sencillos cuyas células se dividen al principio según una sola dirección, y después en tres direcciones distintas. Después se redondean las células resultantes de la división y se convierten en células que se multiplican. Estos filamentos, que no tienen más que unos pocos milímetros de largo, se fijan formando manojos sobre la madera bañada por el agua en las paredes de las acequias y cañerías. En determinadas condiciones, todavía no bien conocidas, muy favorables para su desarrollo, se multiplica de modo tan extraordinario, que puede llegar a obstruir las cañerías del agua. Todavía se hace más enojosa la frecuencia de esta especie cuando pasadas aquellas condiciones favorables a su existencia comienza a morir y a descomponerse, pues despide un olor tan repugnante que el agua se hace del todo insoportable.

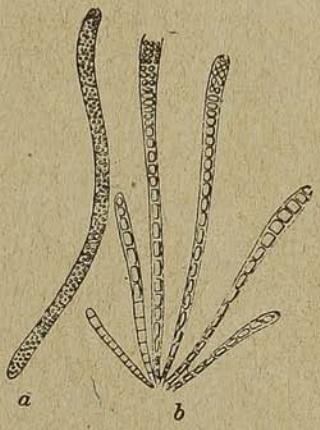


FIG. 207
a, *Beggiatoa alba* ; *b*, *Crenothrix polyspora*

El **Sphaerotilus** *dichotomus* (= *Cladothrix dichotoma*) forma filamentos pequeños y fijos durante los primeros tiempos de su desarrollo. Es especie frecuente en las aguas estancadas ; se multiplica en abundancia, reuniéndose en masas en la superficie, donde aparece formando una película.

Familia **Coccáceas**

Las Coccáceas comprenden especies con las células globulosas, que no se alargan ni aun antes de dividirse. Las biparticiones tienen lugar en una, dos o tres direcciones, y las células se separan o quedan reunidas en colonias de elementos sueltos. No poseen flagelos, ni, por lo tanto, movimiento.

El **Streptococcus** *pyogenes* provoca la formación del pus ; sus células se disponen en filamentos como los granos de un rosario.

El **Streptococcus** *mesenterioides* (fig. 208), llamado anteriormente *Leuconostoc mesenterioides*, se desarrolla muy rápidamente en los medios que le convienen : unas pocas células bastan para producir en poco tiempo grumos gelatinosos en el líquido en que se cultivan, que se llena luego completamente de una masa viscosa. Observado al microscopio, aparece constituído por células pequeñas y globulosas, alojadas en el interior de unas gruesas vainas gelatinosas. Es conocido de mucho tiempo, sobre todo en las azucareras, donde antes era muy temido, apareciendo, a veces, en las soluciones de azúcar, que destruye en muy poco tiempo, llenando

los depósitos que las contienen y aun obstruyendo los conductos y desagües de las mismas. Este hongo es causa de la fermentación viscosa de los azúcares.

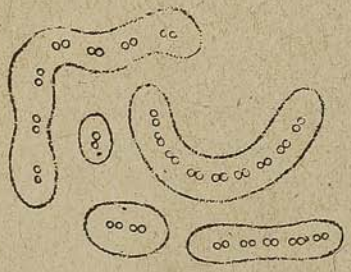


FIG. 208. *Streptococcus mesenterioides*. Por 1000. (Según Migula)

El género **Micrococcus** contiene numerosas especies zimógenas, cromógenas y patógenas. El *M. gonorrhoeae* produce la gonorrea.

La **Sarcina** *ventriculi* posee una forma característica (véase la fig. 195); sus células se dividen según las tres direcciones del espacio y dan lugar a colonias más o menos netamente cúbicas, semejantes a balas de algodón. Se halla muy frecuentemente en el estómago de los gastrálgicos, sin que se le pueda imputar, sin embargo, ser causa de esta enfermedad; parece que sólo se presenta cuando otras bacterias le han dejado preparado el terreno.

El **Azotobacter** *chroococcus* oxida los compuestos de carbono y desempeña un papel importante en la asimilación del nitrógeno por las plantas marinas.

Orden 2.º TIOBACTERIAS

Células con inclusiones de azufre, incoloras o teñidas de rojo o violeta por la bacteriopurpurina.

Familia **Begiatoáceas**

Con las células reunidas en colonias filamentosas, no recubiertas por ninguna vaina, con movimiento ondulante, y granitos de azufre en su interior.

Las especies del género **Beggiatoa** (fig. 207, *a*) se encuentran frecuentemente en las aguas sulfurosas; generalmente tampoco faltan en las aguas residuales de las fábricas. Descomponen los compuestos de azufre, dando lugar al fuerte olor a sulfhídrico que se nota en los manantiales sulfurosos. En el interior de sus células se encuentran siempre granitos de azufre, diminutos y muy refringentes.

Familia **Rodobacteriáceas**

Las especies de esta familia tienen sus células coloreadas de rosa, rojo o violeta por la bacteriopurpurina; poseen además granitos de azufre.

El **Lamprocystis** *roseopersicina* vive en las lagunas y pantanos, ocasionando con frecuencia en las aguas una coloración violeta rosada.

Clase II. ESQUIZOFÍCEAS O CIANOFÍCEAS

Las Esquizofíceas no difieren esencialmente de los Esquizomicetos desde los puntos de vista de su organización y multiplicación. Sus células, sin embargo, contienen *ficocianina*, que mezclada con *clorofila* formá el *ficocromo* y les comunica un color verde intenso, verde azulado, o más raramente, rojo o violeta.

Se multiplican por esquizogénesis, formando con frecuencia esporas. Las células están recubiertas a menudo de una capa de gelatina. Las Esquizofíceas tienen relativamente poca importancia, y por este motivo trataremos sólo brevemente de ellas.

Familia **Oscilatoriáceas**

Las especies de esta familia poseen células discoidales, siempre reunidas formando colonias filamentosas. Estos filamentos tienen el aspecto de columnas de monedas y están rodeados, de ordinario, por una vaina más o menos gruesa de gelatina. Una particularidad muy característica de las especies de esta familia es el movimiento de sus filamentos pluricelulares, de donde deriva el nombre con que se la conoce. Éstos se mueven siempre lentamente de uno y otro lado, al mismo tiempo que giran alrededor de su eje con movimiento de rotación, oscilando su extremidad más o menos encorvada a modo de péndulo. La multiplicación tiene lugar a veces por la rotura de un filamento en el interior de la vaina de gelatina, que abandona luego el trozo desprendido. Libre el filamento así separado, llamado *hormogonio*, sus células comienzan a dividirse de nuevo, constituyendo una nueva planta.

Las Esquizofíceas son muy resistentes a la sequedad y al frío intenso, que pueden soportar sin perecer. No son precisas, por tanto, células de especial resistencia.

A esta familia pertenece entre otros el género **Oscillatoria** (fig. 209, *b*), con muy numerosas especies, difundido por toda la tierra; se encuentran por todas partes, en charcas, tierra húmeda, sobre las piedras bañadas por el agua, etc. Viven también en las aguas termales. En muchos casos denuncia su presencia un cierto olor a cieno, bastante desagradable.

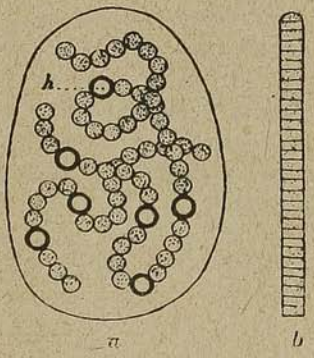


Fig. 209
a, una colonia de *Nostoc* rodeada de gelatina; *b*, trozo de un filamento *Oscillatoria*; *h*, heterocistos. Muy aumentados

Familia **Nostocáceas**

Comprenden las Nostocáceas especies con las células globulosas reunidas formando filamentos simples (fig. 209, *a*), parecidos a una sarta de perlas o a un rosario. En estos filamentos se reconocen fácilmente ciertas células de mayor diámetro y de color pálido, los llamados *heterocistos*, que carecen de la facultad de dividirse. Además existen las esporas, originadas por simples células vegetativas que aumentan de tamaño y engruesan al mismo tiempo su membrana. Estas esporas, así protegidas, resisten sin daño el frío del invierno y la sequedad del estío.

La mayoría de las especies de esta familia segregan una substancia gelatinosa en tal cantidad, que los filamentos aparecen envueltos por ella formando masas informes y sin estructura especial hasta del tamaño de una manzana. Estas masas se encuentran en las aguas, flotantes en su superficie, o sobre la tierra, encima de otras plantas.

Una de las especies más frecuentes de esta familia es el **Nostoc** *commune*, que se halla a menudo en parajes frescos y en tiempos húmedos, en las regiones de lluvias frecuentes sobre todo, fácil de advertir por el tamaño de las masas gelatinosas que forma, como el puño y más, diversamente lobuladas, cerebriformes. Con la sequedad ambiente esas masas se contraen mucho, hasta hacerse casi imperceptibles. Basta, sin embargo, la humedad de un chaparrón para que adquieran de nuevo su tamaño primitivo. Muchas Nostocáceas contribuyen a la formación de las llamadas « flores del agua » en otros países, que aparecen de vez en cuando en los lagos, formando vegetaciones densas de pequeños organismos. Los **Aphanizomenon** *flos aquae* y **Anabaena** *flos aquae*, por ejemplo, pertenecen a este grupo; aparecen en tan gran cantidad en los estanques y balsas, que las aguas toman una coloración verde intensa y se hacen espesas.

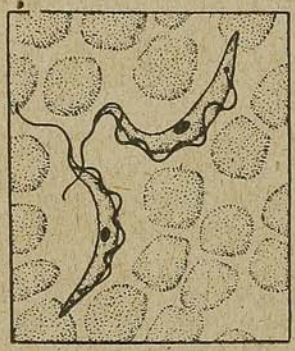


FIG. 210. *Tryparosoma gambiense*, causante de la enfermedad del sueño. Preparación de la sangre de un enfermo

Familia **Croococcáceas**

Las Croococcáceas tienen sus células globulosas o discoideas, ya sueltas o formando colonias gelatinosas de formas muy diversas, nunca, sin embargo, filamentosas.

Es muy interesante su modo de multiplicarse. En algunas especies, como las de los géneros **Gloeothece** y **Aphanothece**, las biparticiones tienen lugar sólo en una dirección, y los nuevos elementos así formados se separan pronto. En otros géneros, por el contrario, como en el **Merismopedia**, las divisiones se suceden en dos direcciones distintas, y las células de nueva formación quedan reunidas por la gelatina formando colonias tabulares. En otras, aún, las divisiones se realizan en las tres direcciones del espacio, y las colonias así formadas, con abundante gelatina también, son más o menos globulosas o casi exactamente cúbicas, como en los géneros **Gloeocapsa** y **Chroococcus**.

Las **Croococcáceas** se encuentran en la tierra, en los troncos de los árboles, etc., húmedos, o más frecuentemente en las aguas quietas.

División II. **Flagelados**

Pequeños seres, microscópicos, con flagelos, dotados de una o dos vacuolas palpitantes. Se multiplican asexualmente por división longitudinal. Se alimentan por asimilación vegetal o su alimentación es saprofita, parásita o animal. La *Euglena viridis* tiene cromatóforos verdes y mancha ocular roja.

Las especies del género *Trypanosoma* pertenecen a los gérmenes más peligrosos de enfermedades; por ejemplo, el *Tr. gambiense* es la causa de la enfermedad del sueño, que se transmite por la picadura de la mosca *Glossina palpalis* (fig. 210).

División III. **Peridíneas o Dinoflagelados**

Seres diminutos, unicelulares, con una membrana celulósica y con un surco ecuatorial, como un anillo todo alrededor, atravesado perpendicularmente por otro longitudinal. Este carácter falta sólo en muy pocas especies. En todas ellas existen, además, ciertos órganos locomotrices en íntima relación con los dos surcos mencionados, y de disposición tan singular que no se encuentra en ningún otro grupo de

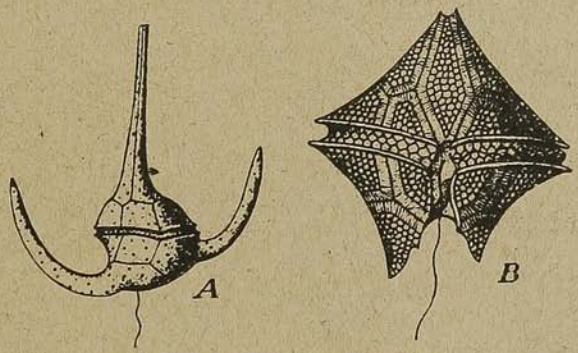


Fig. 211. Peridíneas planktónicas.
A. Ceratium tripos; B, Peridinium divergens. Muy aumentados. (Según Schütt)

vegetales. Son dos flagelos, situados, uno de ellos, en el surco meridiano, que ocasiona el movimiento de traslación de la célula, y el otro, alojado en el surco ecuatorial, produce un cierto movimiento ondulatorio (fig. 211).

La membrana de las Peridíneas, que no es silícea como la de las Diatomeas, engruesa de un modo especial, de manera centrífuga, cubriéndose de placas membranosas en forma de laminillas porosas. Sobre éstas se forman a menudo líneas o bandas salientes, en muchos casos de dimensiones muy notables, que dan a ciertas especies formas extravagantes.

La mayoría de las Peridíneas tienen cromatóforos amarillos en forma de plaquitas; poseen clorofila, y, por tanto, realizan la síntesis de los hidratos de carbono con auxilio de la luz, y en presencia del agua y del ácido carbónico, que no falta en las aguas marinas donde viven.

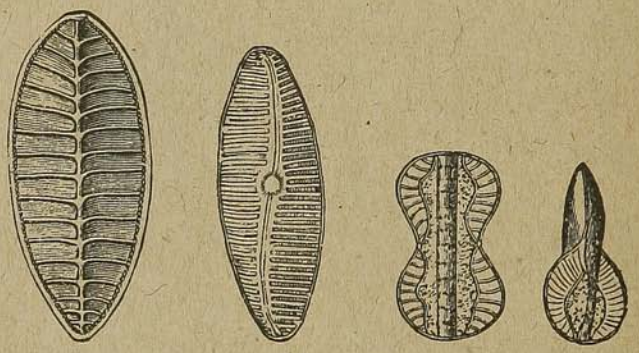
No está todavía bien aclarado lo relativo a la reproducción de estas plantas. La multiplicación asexual, por el contrario, se conoce

bien; tiene lugar por esquizogénesis, que se presenta de ordinario después de permanecer la Peridínea en un estado de reposo más o menos largo.

Las Peridíneas tienen una gran importancia porque constituyen una parte considerable del *plankton*, alimento de los animales marinos en alta mar. Algunas especies contribuyen también a la fosforescencia de las aguas marinas.

División IV. **Bacilariofitas o Diatomeas**

Las Diatomeas son plantas diminutas, microscópicas, unicelulares, con membrana. En esta membrana, fundamentalmente celulósica, se deposita la sílice en tal cantidad, que se vuelve rígida como una coraza. Con la incineración las Diatomeas no pierden su forma;



a *b* *c*

FIG. 212. Diatomeas.
a, Surirella gemma; b, Scoliopleura Jenneri; c, Amphiprora paludosa. Todas muy aumentadas

la celulosa se destruye, pero queda la cubierta silícea, con todos sus detalles estructurales, como finísimas estrías o líneas salientes, de otro modo menos claramente visibles (fig. 212). Las células con membrana incrustada de sílice existen en otras clases del reino vegetal, en las Equisetíneas, por ejemplo; pero en las Diatomeas existen, además, otras particularidades notables y características que las hacen inconfundibles. Ya hemos dicho que son unicelulares, y pueden vivir aisladas, o reunidas formando colonias filamentosas rodeadas de gelatina; frecuentemente las células están sostenidas por pedúnculos gelatinosos.

La membrana de las Diatomeas no forma un solo cuerpo todo alrededor del protoplasto, sino que está compuesta de dos partes, que encajan una en otra como una cajita y su tapadera. Los bordes de estas dos mitades no se sobreponen nunca; uno queda siempre en el

interior del otro, y así los movimientos de desliz de las mismas, en una dirección única, quedan asegurados. Esta forma especial de la membrana es causa de que una Diatomea vista al microscopio pueda ofrecernos dos imágenes muy diversas, según que la observemos de frente o de costado (fig. 213).

Las Diatomeas poseen clorofila en cromatóforos granulosos o laminares; pero el verde puro de aquélla se halla enmascarada por otra substancia colorante, la *diatomina*, que da a las células un tono amarillento o pardo amarillento. Por la clorofila que poseen las Diatomeas, como todas las plantas verdes, pueden asimilar directamente el anhídrido carbónico.

La multiplicación de las Diatomeas se realiza exclusivamente por esquizogénesis, en una sola dirección nada más, paralela a las caras laterales de sus células. Las dos partes de la membrana se separan una de otra, llevando consigo la respectiva mitad del protoplasto, previamente dividido por mitad. Inmediatamente después, el protoplasma forma la mitad que le falta de la membrana, de manera que encaja perfectamente en la antigua, constituyendo así otra célula semejante a aquella de que procede. En muchas especies de Diatomeas, las dos células así originadas están en condiciones de dividirse de nuevo, exactamente al mismo tiempo, y lo hacen simultáneamente. En otras especies, por el contrario, ocurre el fenómeno de una manera diversa y curiosa; la más pequeña de las dos células hijas, originadas por la división de la célula madre, no está en disposición de multiplicarse hasta que la mayor empieza a dividirse por segunda vez.

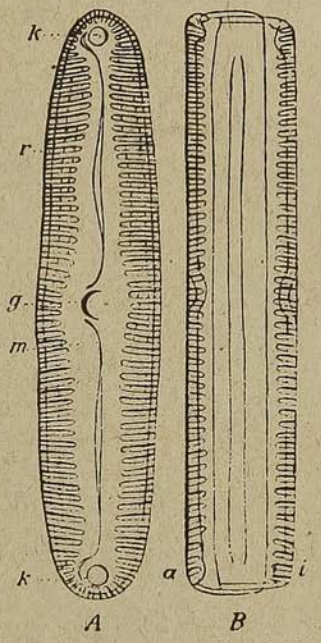


FIG. 213. *Pinnularia viridis*. *A*, la diatomea vista de frente: *r*, estrías; *m*, rafe; *k*, nódulos polares; *g*, nódulo central. *B*, la diatomea vista de lado: *a*, caparazón externo; *i*, caparazón interno. Por 800. (Según Pfitzer)

Las células de las Diatomeas, por la rigidez de su membrana, tiesa y dura como una cáscara, no pueden continuar creciendo después de formadas; por esta causa es de notar la disminución progresiva del diámetro celular en las sucesivas generaciones de las Diatomeas, ya que la mitad de la membrana que en cada caso se forma para completar la célula ha de ajustar con la antigua y ha de ser interior. Mientras no se llega a un cierto límite, el tamaño de las Diatomeas disminuye sin cesar. Se observa con frecuencia por este motivo que individuos de una misma especie varían tanto por su grosor, que los hay hasta diez veces mayores que otros. Este empequeñecimiento no es, sin embargo, indefinido. Alcanzando un mínimo determinado, las Diatomeas producen las llamadas *auxosporas*, que restituyen las

células de diámetro reducido al tamaño máximo. El proceso de formación de las auxosporas es muy variable, según las especies, aunque los resultados obtenidos sean poco más o menos iguales.

En algunas especies marinas se abre la cápsula celular, y parte del protoplasma con un núcleo salen fuera de ella, desarrollándose rápidamente para formar un nuevo individuo del tamaño máximo de su

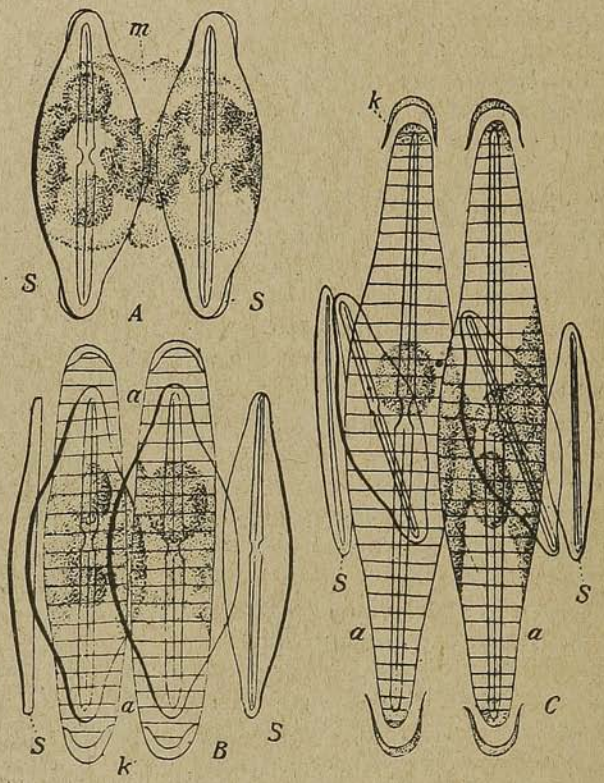


Fig. 214. Conjugación de la *Frustulina saxonica*.

A, las dos células madres de las auxosporas se ponen en contacto; *B*, auxosporas, con sus cofias, entre los cuatro caparazones vacíos de las dos células conjugadas; *C*, auxosporas recubiertas ya por su caparazón silíceo. *S*, caparazones de las células que se han conjugado; *m*, masa gelatinosa envolvente; *a*, auxosporas, y *k*, sus cofias. — En la figura *C* no se ha figurado el contenido de la auxospora de la izquierda para mayor claridad. Por 1200. (Según Pfitzer)

especie. Mientras tanto la célula madre se cierra de nuevo, para volver a dividirse luego. En otras especies es todo el protoplasto de una célula el que interviene en la formación de la auxospora. Las hay que siguen un proceso muy distinto de este que acabamos de indicar, que tiene alguna semejanza con la reproducción sexual de las algas superiores. En muchos casos dos células que han alcanzado la mínima dimensión se acercan unas a otras, sus protoplastos abandonan las cápsulas respectivas, y segregan una cubierta común de gelatina. Los dos protoplastos no se unen, sin embargo, y forman cada uno su

nueva membrana que alcanza el tamaño específico máximo. En otros el proceso es más complicado, fusionándose los protoplastos de dos células (fig. 214). Éstos salen de la cápsula silícea y se mezclan íntimamente para constituir una auxospora única, o bien cada uno de los protoplastos de dos células próximas se divide a poco de abandonar la cubierta de la célula madre en dos porciones iguales, fusionándose éstas por parejas de procedencia distinta, para formar dos auxosporas en vez de una.

La mayoría de las Diatomeas muestran un movimiento particular, sin que se conozca de manera clara el origen del mismo.

Desde el punto de vista de su estación, las Diatomeas se dividen en dos grupos: las *planktónicas* y las *fijas*. Estas últimas quedan en mayor o menor grado sujetas al fondo de las aguas, y viven de ordinario en las que son poco profundas; las planktónicas, por el contrario, están organizadas para vivir sueltas, en suspensión en las aguas profundas. Las Diatomeas fijas se encuentran de preferencia en los pantanos, balsas, arroyuelos, etc., o en el mar a lo largo de las costas, en cuyo fondo se fijan, o, con más frecuencia, sobre plantas acuáticas. Las planktónicas, por el contrario, se hallan sobre todo en alta mar; éstas y las Peridíneas forman casi exclusivamente la flora de los océanos, y por ser plantas con clorofila, capaces de asimilar directamente el anhídrido carbónico, hacen posible en aquéllos la vida animal. No en todos los mares son igualmente abundantes, ni se hallan repartidos uniformemente en un mismo lugar; la zona de las Diatomeas no suele pasar de unos centenares de metros, por debajo de la superficie del agua, disminuyendo rápidamente su número a medida que aumenta la profundidad. La asimilación del carbono sólo tiene lugar en presencia de la luz, y ésta llega apenas a la profundidad de unos pocos centenares de metros, donde no alcanza ya ningún rayo solar; si aumenta aquélla, han de perecer forzosamente los seres que necesitan de la luz para su vida.

Muertas las Diatomeas, sólo se descompone el contenido de sus células, quedando intactos los caparazones silíceos. La llamada *harina fósil*, que se encuentra en grandes masas en algunas localidades, empleada sobre todo en la fabricación de la dinamita, se compone de caparazones de Diatomeas.

La clase de las *Bacilariofitas* o *Diatomeas* no tiene sino una sola familia, con más de 2000 especies: la

Familia **Bacilariáceas**

Esta familia se divide en *céntricas*, que generalmente tienen la forma de cajas redondas, y *pennadas*, que tienen forma de barquillas o de bastoncillos.

Las céntricas no presentan costilla media y por lo general contienen numerosos cromatóforos. Las céntricas, del mismo modo que las pennadas, son diploides en sus formas vegetativas; se caracterizan por

la formación de numerosas zoosporas, provistas de dos flagelos, que se unen de dos en dos formando un zigote, que después por un proceso sencillo de crecimiento, la formación de auxosporas, adquiere el tamaño normal; las zoosporas indican afinidad con los flagelados pardos.

Las pennadas tienen costilla media (rafe) y generalmente dos cromatóforos en forma de placa. Tienen movimiento activo en la dirección del rafe. La formación de auxosporas representa en las pennadas un proceso sexual, pues inmediatamente antes de la copulación de dos células se efectúa en cada célula la división reductiva. Sin embargo, de los cuatro núcleos haploides formados en cada célula degeneran dos o tres y, en consecuencia, sólo se forman dos auxosporas o no más que una. Los núcleos de las pennadas son, pues, siempre diploides. En algunos casos el proceso sexual queda suprimido y la formación de auxosporas se realiza como proceso de simple crecimiento.

Ninguna de las especies de esta familia tiene gran importancia especial, de modo que no es necesario entrar en pormenores. Es bastante conocida la diatomea **Pleurosigma** *angulatum*, cuyo caparazón presenta una estructura especialmente delicada y por esto es muy usada para el ensayo del microscopio.

División V. **Conjugadas**

Las Conjugadas son algas verdes, unicelulares, con las células aisladas, o reunidas formando filamentos sencillos. En este último caso, cada una de las células del filamento tiene una individualidad bien acusada, dividiéndose y multiplicándose con independencia de las demás. Poseen un núcleo claramente perceptible. La reproducción sexual tiene lugar mediante la unión de los protoplastos de dos células que forman una espora después de la copulación.

Las Conjugadas tienen gran afinidad con las Diatomeas, pero se distinguen fácilmente de ellas por su color verde puro y por su membrana sin sílice.

Familia **Desmidiáceas**

Las Desmidiáceas son Conjugadas que viven aisladas, raramente se reúnen para formar filamentos de células poco apretadas. La membrana tiene como un estrangulamiento hacia su mitad que divide la célula en dos partes simétricas; en otros casos es el contenido protoplasmático el que se descompone simétricamente en dos partes. Esta constitución se hace más aparente a causa de los cromatóforos que poseen, de muy variada conformación. Esta familia comprende buen número de algas, muy bonitas y elegantes, frecuentes en los pantanos y lagunas.

La reproducción sexual es semejante a la de la siguiente familia.

Familia **Zignematáceas**

Las Zignematáceas tienen las células cilíndricas, y unidas por sus extremos en filamentos sencillos. Poseen cromatóforos de forma variada, una o varias bandas clorofilianas arrolladas en hélice, muy próximas a la membrana celular. La reproducción tiene lugar por conjugación, de la manera siguiente. Dos células próximas, pertenecientes a filamentos distintos, más raramente de un mismo filamento, emiten unas prolongaciones laterales que crecen en sentido opuesto, hasta tocarse. Llegado este momento, la membrana celular de ambos procesos desaparece en el punto de contacto, penetrando el protoplasto de una de las dos células en la otra (fig. 215). Una vez las dos masas protoplasmáticas se han unido en una, se recubre ésta de una fuerte membrana, y queda formada la llamada *zigospora*. Esta espora puede resistir sin daño condiciones de vida las más desfavorables, como el frío, calor, o sequedad excesivos; pasa a la vida activa, por el contrario, así que la temperatura y la humedad son adecuadas, originando directamente un nuevo filamento. En la germinación se efectúa primero una división reductiva que da cuatro núcleos, de los cuales tres degeneran; luego de la espora sale en seguida un nuevo filamento celular haploide.

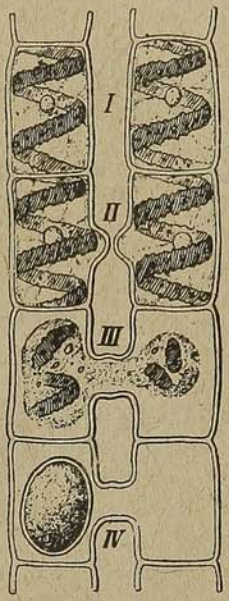


Fig. 215. Conjugación de una *Spirogyra*. *I*, células en estado de reposo; *II*, células que se disponen a la conjugación; *III*, células en conjugación. El contenido de la célula de la derecha pasa a la de la izquierda y se forma, *IV*, la zigospora

Este modo de reproducción no es exclusivo de las Conjugadas; de manera semejante se reproducen algunos hongos, los *zigomicetos*.

Comprende esta familia unas cien especies, propias de las aguas dulces o salobres. Por su frecuencia en nuestras aguas y por la forma y disposición características de sus cromatóforos, arrollados en tirabuzón, mencionaremos el género **Spirogyra**, mientras que el género **Zygnema** posee en cada célula dos cromatóforos de forma de estrella.

División VI. **Clorofíceas o Algas verdes**

Como indica su nombre, se trata de algas de color verde, unas unicelulares, otras pluricelulares, bien filamentosas, o laminares o macizas. También en este grupo existen colonias, a veces de gran número de células, y de forma característica en las cuales cada elemento conserva su individualidad. En las Clorofíceas se observa el

paso gradual de las formas unicelulares a las pluricelulares; la división del trabajo aparece poco a poco en la serie, de manera que ciertas colonias pueden considerarse ya como verdaderos individuos, cuyas células, puestas en condiciones de vida diversas, han tenido que realizar trabajos distintos. Cada célula puede tener uno o varios núcleos. Se reproducen asexual y sexualmente.

La multiplicación asexual tiene lugar generalmente mediante la formación de zoosporas, que se originan en el interior de células vegetativas; son simplemente pequeñas masas de protoplasma que carecen de membrana y tienen forma esférica, aovada o piriforme, con flagelos o pestañas vibrátiles que les comunican movimientos muy vivos. Tanto el número de flagelos como su situación son muy variables; la mayoría de las veces, sin embargo, son dos, situados en un extremo o polo de la célula, insertos por lo regular en el que es más agudo. Las zoosporas tienen núcleo y clorofila, y son sensibles a la influencia de la luz, calor y substancias químicas, pudiendo ser atraídas o rechazadas por estos agentes según las condiciones de cada caso. Se observa en ellas con frecuencia una pequeña *mancha ocular* de color rojo.

Las zoosporas, una vez libres, se mueven en todas direcciones muy vivamente, y durante un tiempo más o menos largo, después del cual poco a poco van entrando en reposo, y al fin se revisten de una tenue membrana. Al poco tiempo, si el medio es favorable, empieza la división celular y se origina una nueva alga.

La reproducción sexual es, por lo regular, mucho más complicada que la simple multiplicación asexual de que acabamos de hablar. Fundamentalmente consiste en la fusión en una de dos masas protoplasmáticas, que pueden ser iguales o distintas.

El caso más sencillo se refiere a la unión de dos elementos iguales, tanto por su forma como por su tamaño. Estos protoplastos o células sexuales se llaman *gametos*, y las células en cuyo interior se han engendrado, *gametangios*. Los gametos tienen el mismo aspecto que las zoosporas, y a menudo en nada se diferencian de éstas; se llaman también *isogametos*, y se mueven con viveza en el agua durante un tiempo más o menos largo, hasta que se encuentran dos de ellos. Entonces se precipitan uno sobre otro, y se unen por sus extremos incoloros, donde están los flagelos. Así permanecen enlazados lateralmente, reabsorbiendo poco a poco los flagelos, uniéndose los núcleos, y mezclándose íntimamente los gametos en un solo cuerpo protoplasmático que se recubre rápidamente de una membrana y se transforma en *gamospora* o *gametospora*.

En muchos casos, a pesar de la movilidad de todos los gametos, unos de ellos, claramente más voluminosos, se mueven con cierta lentitud, al paso que otros, más pequeños, lo hacen con gran viveza. La diferenciación ha empezado, y nos encontramos ante gametos distintos, los *heterogametos*: los más pequeños representan los masculinos; los mayores, los femeninos.

En un gran número de algas se observa una diferenciación de los gametos todavía más profunda; el masculino y el femenino son del todo diferentes. En este caso, los gametos masculinos son pequeños, parecidos a las zoosporas; se mueven mediante flagelos o pestañas vibrátiles, y a menudo son de color amarillo; se llaman *espermatozoides*, y las células en cuya cavidad se han originado, *anteridios*. Los gametos femeninos son mucho mayores, globulosos, sin pestañas ni flagelos, y por tanto inmóviles; reciben el nombre de *oosfera* u *ovocélula*. La oosfera permanece, por lo regular, en el interior de la célula que la ha producido, llamada *oogonio*, y los espermatozoides penetran en él por una abertura de la membrana, llegando así hasta aquélla y fecundándola. Una vez fecundada la oosfera, se convierte en *oospora* u *ovospora*.

Clase I. PROTOCOCCÍNEAS

Las Protococcíneas son Clorofíceas unicelulares, que viven aisladas o reunidas en colonias de forma y constitución muy variadas, a menudo trabadas por una masa gelatinosa. Las células de estas algas carecen de crecimiento apical, y por lo regular tienen sólo un núcleo, raramente varios.

Orden 1.º VOLVOCALES

Células vegetativas con flagelos y móviles.

Familia Volvocáceas

Hasta hace poco esta familia de las Volvocáceas se incluía en el reino animal, porque ya sueltos, ya reunidos en colonias, los seres que comprende se mueven libremente en las aguas durante casi toda su vida, merced a los flagelos de que están provistas sus células (fig. 216, 1). Cada célula posee un solo cromatóforo, verde, pero enmascarado a veces por una substancia colorante roja.

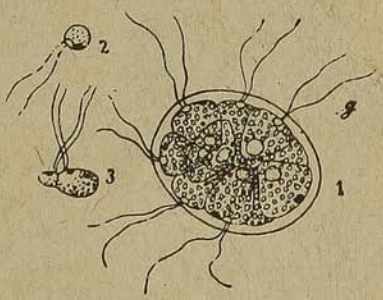


FIG. 216
1, *Pandorina morum*, colonia móvil; 2, zoospora de la misma; 3, copulación de dos gametos; *g*, gametos. (Según Pringsheim)

El género **Haematococcus** está caracterizado por sus células aisladas, teñidas de rojo por una substancia llamada *hematocroma*. El *Haematococcus pluvialis* se desarrolla en las charcas y pantanos, y a veces en tal cantidad que el agua se tiñe de rojo. El *Chlamydomonas nivalis* puede prosperar bien aun a muy baja temperatura; así, se le ve vegetar sobre el hielo mismo, o la nieve, en las altas cumbres o en las regiones polares, donde a veces mancha de rojo la nieve de manera muy visible.

El **Volvox** *globator* forma colonias muy complejas, y vive también en las aguas dulces y quietas. Estas colonias pueden tener más de 20 000 células, situadas en la periferia de una esfera hueca de gelatina. La reproducción sexual es heterógama, mediante espermatozoides y oosferas.

Orden 2.º **EUPROTOCOCCALES**

Células vegetativas sin movimientos propios.

Familia **Pleurococcáceas**

Esta familia comprende especies unicelulares, que viven aisladas y carecen de movimientos. Se multiplican por biparticiones sucesivas. Viven en las aguas o en la tierra húmeda.

Una de las especies más comunes es el **Pleurococcus** *vulgaris*, que se halla con frecuencia sobre la corteza de los árboles, formando capas de verdín, de cierto grosor; no se halla por igual todo alrededor del tronco, sino en la parte que mira al Norte, de manera que en los bosques no demasiado densos, y suficientemente húmedos, facilita con su presencia la orientación. Ello es debido a que las células que se forman en otro lado del tronco que no sea el que cae al Norte, mueren rápidamente así que les da el sol.

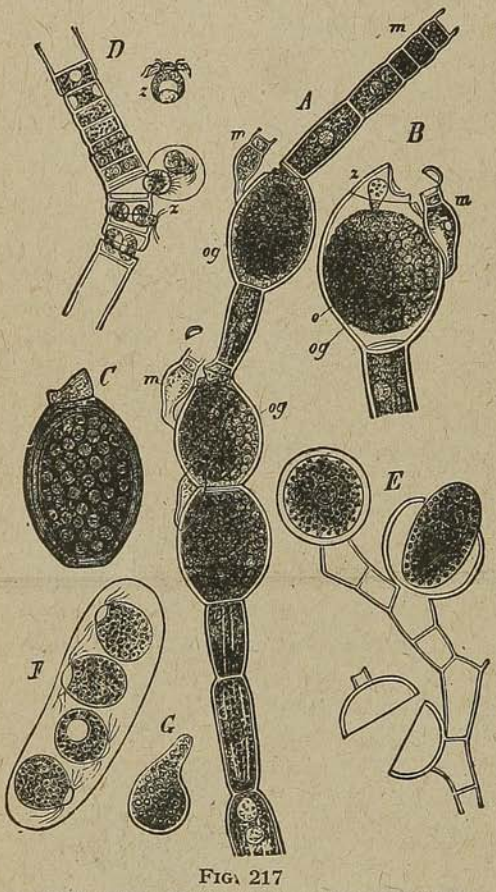


FIG. 217

A, *Oedogonium ciliatum*: *og*, oogonios fecundados; *m*, nanandros, cuyos espermatozoides han salido ya; en el extremo superior de la figura, *m*, zoosporangios, de cuyas zoosporas se originan los nanandros. *B*, un oogonio de la misma planta en el momento de ser fecundado: *og*, oogonio; *o*, oosfera; *m*, nanandro; *z*, espermatozoide. *C*, oospora madura de la misma planta. *D*, *Oedogonium gemelliparum*; las zoosporas, *z*, salen de sus células madres. *E*, fragmento de un *Bulbochaete*. *F*, cuatro zoosporas originadas por división de la oospora del *Bulbochaete*, que dan lugar a nuevos individuos (*G*). (Según Pringsheim)

Clase II
ULOTRICÍNEAS

Las Ulotricíneas son filamentosas, con los filamentos sencillos o ramificados, o laminares, de células densamente apretadas y con un solo núcleo en cada una, raras veces con más de uno. Cada célula de por sí ha perdido en esta clase su individualidad, constituyendo en conjunto las células así reunidas un verdadero individuo pluricelular, en el que cada una de ellas aporta su contribución determinada para la vida del organismo complejo.

Familia **Ulváceas**

A esta familia pertenece la llamada *lechuga de mar* o *marina*, la Ulva *latissima*, frecuente en muchas costas y a veces muy abundante. Se compone de un talo laminar, con una o dos capas de células, más o menos irregularmente lobulado.

Familia **Quetoforáceas**

Pertenece a esta familia, entre otros, el género **Trentepohlia**, alguna de cuyas especies, como la *T. iolithus*, exhala un pronunciado olor a violetas. Esta especie está constituída por filamentos ramificados, fijos al substrato, y más o menos coloreados de anaranjado por la hematocroma. Se multiplica asexualmente por zoosporas, y se reproduce por isogametos. Vive exclusivamente en las montañas elevadas, sobre las piedras y rocas no calizas, cuando la atmósfera es suficientemente húmeda.

Familia **Edogoniáceas**

Es muy interesante en esta familia el género **Oedogonium**, cuyas especies, en su mayoría, se reproducen de manera muy curiosa (fig. 217). Son algas filamentosas, de filamentos no ramificados.

La multiplicación asexual tiene lugar por zoosporas, relativamente grandes, que poseen una corona de pestañas en uno de sus polos. La reproducción sexual se verifica por medio de espermatozoides y ovocélulas; aquéllos se forman en anteridios, células discoidales y superpuestas en número vario, cada una de las cuales da uno o dos espermatozoides muy parecidos a las zoosporas, pero más pequeños. Los oogonios, a veces también varios de ellos aproximados en el filamento, son células muy hinchadas, casi esféricas, en cuyo interior no se forma más que una sola oosfera. Cuando anteridios y oogonios están en sazón, los espermatozoides salen de las células que los han originado y nadan libremente en el agua, hasta que penetran en el oogonio por una abertura lateral, fecundando la oosfera en su interior.

Sucede con frecuencia que las células que representan los anteridios no dan propiamente espermatozoides, sino elementos análogos por su forma, pero no aptos para fecundar el oogonio. Estas nuevas células se llaman *androsporas*, y luego de salir del androsporangio se fijan sobre la membrana del oogonio o de una célula próxima, desarrollándose después para formar un corto filamento compuesto de muy pocas células, a veces sólo de una. Estos pequeños filamentos reciben el nombre de *nanandros*, y las células superiores de los mismos o la única célula que los constituye si son unicelulares, se transforman en anteridios. Los espermatozoides originados en ellos, son los que fecundan la oosfera.

Clase III. **SIFONALES**

Las Sifonales se distinguen de las restantes Clorofíceas por sus células con crecimiento terminal. A pesar de su forma variada y nada sencilla, muchas veces no están constituídas durante la fase simplemente vegetativa sino por una sola célula, a menudo muy grande, y con núcleos numerosos.

Familia **Vauqueriáceas**

Comprende esta familia como especies importantes, desde el punto de vista morfológico: la **Vaucheria** *sessilis*, y su afín, la *Vaucheria dichotoma*, de las aguas dulces y salobres, y de la tierra húmeda de todo el Globo.

Mientras las *Vaucheria* no se reproducen, su talo es simplemente unicelular, filamentoso, ramificado irregularmente o en forma dicotómica. La multiplicación asexual tiene lugar aislándose el extremo de un filamento del resto del talo mediante un tabique transversal; en la célula así formada se producen gran número de zoosporas. Se reproduce sexualmente mediante la formación de ramitas laterales cortas y encorvadas, que se aíslan también con un tabique del filamento principal, transformándose unas en anteridios y otras en oogonios. Ambos órganos reproductores se suelen hallar próximos en un mismo filamento (figura 218, 3). En el anteridio se originan numerosos espermatozoides, con dos flagelos cada uno; en el oogonio sólo se produce una oosfera. Una vez maduros, se abre el anteridio en su extremo y suelta los espermatozoides, nadando enjambres de ellos todo alrededor del oogonio, hasta penetrar en su interior, abierta también su membrana, y fecundando uno de ellos la oosfera.

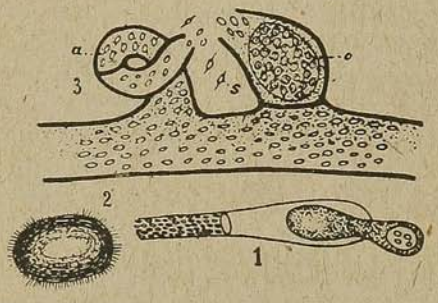


FIG. 218. Una sifonal, la *Vaucheria sessilis*. 1, salida de la zoospora de un esporangio terminal; 2, zoospora, ciliada todo alrededor; 3, fecundación de la oosfera de un oogonio (*o*), por los espermatozoides (*s*) salidos del anteridio (*a*). (Según Pringsheim)

Esta manera de reproducirse tiene cierta importancia, porque no es privativa de estas algas, sino que se encuentra muy parecida en ciertos grupos de hongos, los Oomicetos.

Familia **Caulerpáceas**

Las Caulerpáceas son algas de morfología compleja, pero unicelulares. Cada individuo se compone de una sola célula, pero tiene el

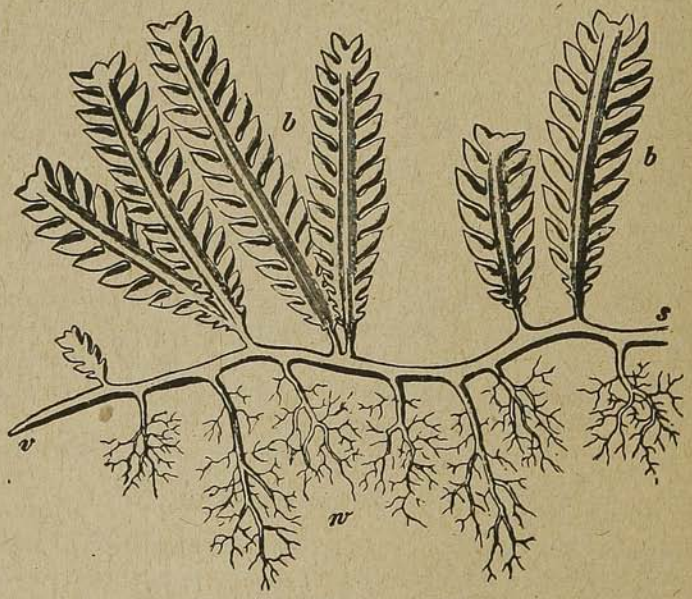


FIG. 219. *Caulerpa crassifolia*.
Planta unicelular, con el talo aparentemente diferenciado en tallo (*s*), hojas (*b*) y raíces (*w*), con el ápice en *v*. (Según Sachs)

aspecto en muchos casos de una planta superior, diferenciada en una especie de raíz en su base, el falso tallo y las expansiones foliáceas en alto (fig. 219). Se multiplican por fragmentación, separándose una porción de la planta para constituir un nuevo pie.

Las numerosas especies del género **Caulerpa** habitan en las costas de los mares tropicales y subtropicales.

División VII. **Carofitas**

Comprende la sola familia de las Caráceas.

Familia **Caráceas**

Las Caráceas son algas verdes, de agua dulce o salobre, difundidas por todo el Globo y frecuentes en España. Se hallan sobre todo en las balsas, charcas, lagos poco profundos, o en las corrientes de curso lento. Por su aspecto recuerdan los equisetos o colas de caballo (fig. 220).

Su talo principal está dividido en nudos y entrenudos; éstos hállanse constituídos por una célula cilíndrica y larga, a veces hasta de 20 cm. (2). De los nudos nacen ramitas cortas, verticiladas y de crecimiento limitado, que por lo general no se ramifican, y llevan los órganos reproductores, anteridios y oogonios (2). De algunas de las células que constituyen el nudo de las Caráceas, se originan otras, alargadas, que recubren los entrenudos, formando a su alrededor como una especie de corteza.

Los anteridios (2, *a*) tienen complicada estructura; son esféricos y su cubierta se compone de ocho placas o *escudos* rojizos o anaranjados, unicelulares, con los bordes sinuosos y con pliegues en su superficie. Del centro de cada escudo, y en su cara inter-

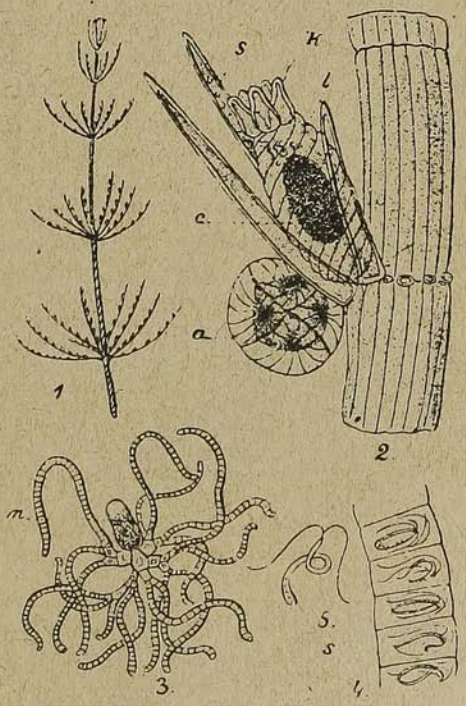


FIG. 220. *Chara fragilis.*

1, fragmento de la planta con los órganos sexuales (tamaño natural). 2, una ramita de la misma muy aumentada: *a*, anteridio; *s*, ramita lateral, con la ovoyema en su axila; *l*, células protectoras de la ovocélula; *k*, coronita; *c*, ovocélula. 3, manubrio, con los filamentos sexuales masculinos: *m*, filamentos del mango. 4, fragmento de un filamento con espermatozoides desarrollados: *s*, espermatozoides. 5, un espermatozoide muy aumentado

na, parte una célula alargada, que se dirige al centro del anteridio, y recibe el nombre de *mango*, en cuyo ápice lleva gran número de filamentos pluricelulares (3). En cada una de las células discoidales de estos filamentos se forma un espermatozoide. Una vez el anteridio ha llegado a su madurez, se separan los escudos de su cubierta, y suelta los espermatozoides contenidos en él que nadan libres en el agua (4, 5).

Los oogonios, una vez maduros, poseen una oosfera protegida por cinco células periféricas alargadas y contiguas, que nacen debajo de ella, retorcidas a su alrededor, y la sobrepasan en altura, formando en el ápice una coronita de cinco puntas (2, *k*). Cuando la oosfera está en condiciones de ser fecundada, las células alargadas de su cubierta se separan entre sí hacia su extremo, o cae la coronita por entero; en otros casos, penetran los espermatozoides por los intersticios y la fecundan. Después se recubre de una cubierta fuerte y se carga de almidón, convirtiéndose en oospora, muy resistente al frío y a la desecación. En primavera se efectúa, antes de la germinación, la división reductiva, de modo que las plantas son haploides.

Es muy interesante el hecho de que algunas especies de esta familia se caracterizan por un desarrollo partenogenésico *(partenogénesis somática)*. Ocurre que los anteridios y los oogonios se presentan siempre sólo en individuos distintos y, además, en algunos sitios sólo se hallan individuos femeninos. Y, sin embargo, las oosferas se desarrollan regularmente formando oosporas, de la misma manera que si hubiesen sido fecundadas normalmente. Esto es debido a que antes de la germinación de las oosporas deja de efectuarse la división reductiva; en consecuencia, los individuos *Chara* normales son haploides y la partenogenésica (apógama) *Chara crinita*, diploide.

Diversas especies del género **Chara** viven en gran abundancia en muchas de nuestras balsas y lagunas, formando céspedes densos en su fondo, y pueden utilizarse para abonar las tierras una vez desecadas. Pero el mayor beneficio que podrían reportar se refiere a la propiedad que tienen las aguas donde viven, puesta de manifiesto por el Profesor Caballero, del Jardín Botánico de Madrid, de matar las larvas de los mosquitos; fáciles como son de cultivar, bastaría introducirlas en las charcas y balsas de los terrenos palúdicos para sanearlos con poco dispendio y sin tener que prescindir del agua.

División VIII. **Feofíceas o Algas pardas**

Las Feoficeas son algas pluricelulares, de color pardo, por acompañar a la clorofila un pigmento de color oscuro, la *ficofeina*. En muchas especies de esta división, lo mismo que en las Clorofíceas, existen la multiplicación asexual por zoosporas y la reproducción sexual mediante gametos o con espermatozoides y oosferas. Tanto las zoosporas como los gametos se caracterizan por la situación lateral de sus dos flagelos.

Orden 1.º FEOSPORALES

Las Feosporales tienen los órganos reproductores en la superficie del talo y libres, generalmente isogamia.

Familia Ectocarpáceas

Las numerosas especies del género **Ectocarpus**, que da nombre a esta familia, son algas filamentosas, con filamentos sencillos o ramificados, fijos al substrato de manera variable. Estos filamentos no poseen crecimiento terminal; por el contrario, todas las células que los integran conservan durante algún tiempo la facultad de dividirse. Los órganos reproductores se forman en el extremo de un filamento, o en sus ramitas laterales; la célula terminal produce directamente los gametos, o se divide en primer término en numerosas células muy pequeñas, cada una de las cuales engendra uno de aquéllos. Los gametos son iguales, isogametos, sin diferenciación sexual.

Orden 2.º LAMINARIALES

Familia Laminariáceas

Las Laminariáceas comprenden especies notables por su aspecto y por su tamaño. Su talo se diferencia, como en las Caulerpáceas, en tres partes principales, que por su aspecto de raíces, tallos y hojas, se llaman *rizoide*, *cauloide* y *filoide*, respectivamente; las células de cada individuo, sin embargo, no alcanzan una diferenciación demasiado profunda y la división del trabajo no queda sino esbozada. Al principio la planta se desarrolla por la actividad de todas sus células; más tarde la zona de crecimiento queda limitada a una determinada porción del talo, insinuándose desde aquel momento la forma característica de cada especie. Se multiplican por zoosporas que se forman en esporangios uniloculares; son éstos numerosísimos en la superficie del filoide, cubriéndole a veces casi por completo. Las zoos-

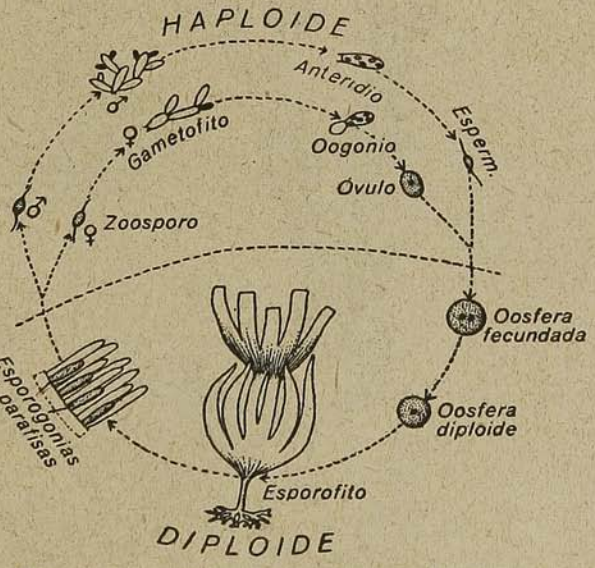


Fig. 221. Ciclo de desarrollo de la *Laminaria*

poras no reproducen directamente el alga, sino una plantita menuda que lleva los órganos sexuales. La oosfera, una vez fecundada, es la que origina entonces la nueva planta. La existencia de estos dos individuos, uno con multiplicación asexual y otro con los órganos del sexo que se suceden alternativamente, da lugar a lo que se conoce con el nombre de «generación alternante» (fig. 221).

Todas las Laminariáceas son algas marinas.

La **Laminaria** *digitata*, que vive en las costas del Mar del Norte y del Báltico, se caracteriza por su filoide palmeado-hendido, y asimismo la *L. Cloustoni*, que se encuentra también en nuestras aguas. Los cauloides de esta especie se emplearon antiguamente en cirugía con el nombre de *Stipites Laminariae*, como agentes dilatadores. Se utilizaban para ello trozos cilíndricos que, muy contraídos cuando secos, se hinchan considerablemente al humedecerse de nuevo, por la gran cantidad de mucilago que poseen.

Otras especies del mismo género, la *Laminaria saccharina*, por ejemplo, contienen manita, que aprovechan en algunas costas.

A esta familia pertenece también la **Macrocystis** *pyrifera*, sin duda la especie de mayor talla del reino vegetal. Se encuentra con frecuencia en el Océano Antártico, y en cantidades verdaderamente enormes. Un individuo de *Macrocystis* puede alcanzar hasta 300 m. de longitud.

Orden 3.º FUCALES

Las Fucales tienen los órganos reproductores en el interior de conceptáculos, y carecen de multiplicación asexual por zoosporas.

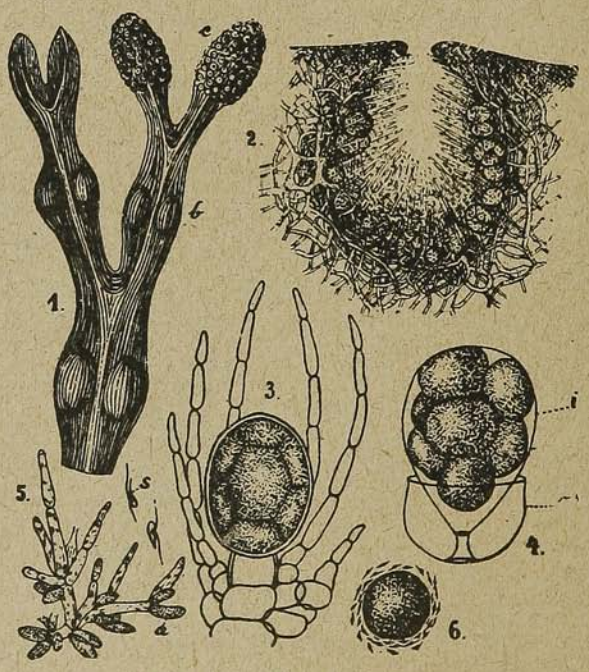


FIG. 222. *Fucus vesiculosus.*

1, fragmento de un tallo con flotadores (*b*) y conceptáculos fructíferos (*c*); 2, un conceptáculo de la extremidad engrosada del talo; 3, oogonio; 4, el mismo, a punto de soltar las oosferas; 5, anteridios (*a*) sentados sobre un pelo ramificado, y dos espermatozoides flagelados (*s*); 6, una oosfera rodeada de un enjambre de espermatozoides. 1, tamaño normal; 2-6, más o menos fuertemente aumentados. (Según Thuret)

Familia **Fucáceas**

Las Fucáceas son algas pardas, de talo consistente, casi coriáceo. En muchas especies existen vejigas o ampollas llenas de aire que sirven de flotadores, sosteniendo a las algas en posición vertical o más o menos erguidas. Los órganos sexuales se forman en el interior de ciertas cavidades o *conceptáculos*, muy numerosos, que presentan los talos hacia el extremo de los segmentos de su filoide (fig. 222). Estos conceptáculos se inician con el crecimiento considerable de las células superficiales del talo situadas alrededor del punto en que comienzan a esbozarse los órganos sexuales. Muy pronto aparecen éstos, como consecuencia del desarrollo de dichas células, rodeados de una especie de valla, que levantándose más cada vez, acaba por constituir un verdadero conceptáculo con una pequeña abertura en la parte superior, y con los órganos sexuales en su fondo. Los conceptáculos pueden contener a la vez los órganos masculinos y femeninos, o sólo una clase cada uno, y aun a menudo las plantas son dioicas. Los anteridios se forman en gran número en el extremo de filamentos muy ramificados, y contienen numerosos espermatozoides piriformes y amarillentos. Los oogonios, cortamente pedunculados, son de forma ovoide, pardo oscuros, y contienen dos, cuatro u ocho oosferas. En estado de madurez, las oosferas abandonan el oogonio y quedan inmóviles en los conceptáculos; pero pronto se ven rodeadas de innumerables espermatozoides que pululan a su alrededor, y les imprimen un movimiento giratorio, transportándolas lentamente hasta que salen del conceptáculo. Favorecen la salida de las oosferas los pelos que tapizan las paredes del conceptáculo, rígidos y dirigidos hacia su abertura, y de manera opuesta a lo que sucede en ciertos garlitos y ratoneras, con peces y ratones; aquí salen fácilmente del conceptáculo las oosferas, pero no pueden volver a entrar. Es durante esta fase en que la célula femenina se mueve mediante el esfuerzo de los espermatozoides que tiene lugar la fecundación, penetrando uno de aquéllos en su interior. Una vez fecundada, se reviste de una membrana, y se desarrolla luego en una nueva planta (fig. 223).

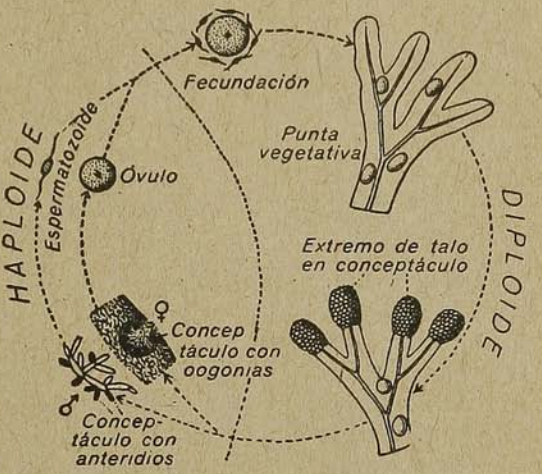


FIG. 223. Ciclo de desarrollo del *Fucus*

Son especies frecuentes los **Fucus** *vesiculosus* y *F. serratus*, que contienen yodo, como otras especies de Fucáceas y Laminariáceas, por cuyo motivo se em-

plearon en Farmacia antiguamente. Sus cenizas, más o menos ricas en carbonato sódico, se utilizan aún en algunos sitios en la fabricación del vidrio.

A esta misma familia pertenece el género **Sargassum**, algunas de cuyas especies han dado nombre al llamado *Mar de los sargazos*. Viven en las costas del golfo de Méjico, y desde allí son arrastradas por la corriente del golfo hasta el Atlántico, acumulándose en el mar que lleva su nombre.

Orden 4.º **DICTIOTALES**

Las Dictiotales se multiplican asexualmente mediante *aplanosporas* o esporas sin movimientos propios. Los oogonios no tienen más que una sola oosfera.

Familia **Dictiotáceas**

La **Dictyota** *dichotoma*, frecuente en nuestras costas, se caracteriza por su crecimiento dicotómico terminal.

División IX. **Rodofíceas o Algas rojas**

Las Rodofíceas (de *rhodos* = rojo) son casi todas marinas y de color rojo más o menos vivo, debido a un pigmento de este color, la *ficoeritrina*, insoluble en el agua de mar, pero de fácil disolución en frío en el agua dulce. Esta substancia se descompone con facilidad, lo mismo por los álcalis que por la luz, por cuyo motivo las drogas oficinales obtenidas de estas algas tienen color pálido.

Las Rodofíceas se multiplican asexualmente, y poseen además reproducción sexual. La multiplicación asexual tiene lugar mediante esporas sin flagelos ni pestañas, por tanto sin movimientos propios, que se forman en número de cuatro en el interior de esporangios unicelulares; por razón de ser cuatro las que se forman en cada célula esporífera, se llaman *tetrasporas*, y el esporangio, *tetrasporangio*. Faltan por completo las zoosporas. Sexualmente se reproducen por *anteridios* y *carpogonios*. Los anteridios originan las células sexuales masculinas, que carecen también, como las tetrasporas, de flagelos y pestañas; son de forma globulosa y poseen una membrana muy sutil; distintos como son de los espermatozoides, y sin movimiento, reciben el nombre especial de *espermacios*. Los carpogonios constan de una célula ventruda en la base y terminada en una prolongación piliforme llamada *tricogino* (fig. 224, *t*). Los espermacios que, llevados por las aguas, aciertan a tocar el tricogino, se pegan en él, que los retiene junto a sí; el contenido de uno de ellos pasa al interior del tricogino, previa la disolución de las membranas de ambos en el punto de contacto, y fecunda luego la oosfera. Como resultado de la fecundación se produce un conjunto de esporas más o menos amontonadas, que se llaman *carposporas*, a veces después de un proceso de formación muy complejo, en cuyos detalles no podemos entrar dada la índole de esta obra.

Son especies medicinales el **Chondrus** *crispus* (fig. 225) y la **Gigartina** *mamillosa* (fig. 226) de las costas rocosas de Europa y América del Norte, que constituyen la base del *Carragahen* o *Musgo de Irlanda*. Las **Eucheuma** *spinosum* y **Gracilaria** *lichenoides* dan el agar-agar.

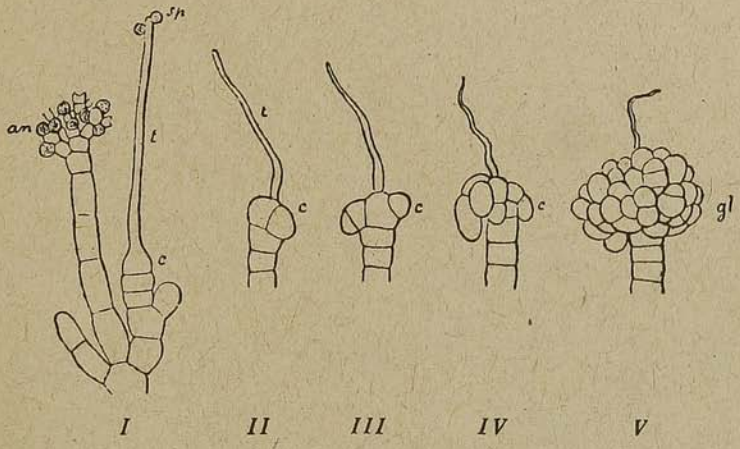


Fig. 224. Órganos sexuales de un alga roja.
I, una ramita con anteridios (*an*) y un carpogonio (*c*), éste con su tricogino (*t*) ; en el ápice del tricogino aparecen pegados dos espermacios (*sp*), en disposición de fecundar la célula femenina ; *II* a *V*, representan fases sucesivas de desarrollo del carpogonio



Fig. 225. *Chondrus crispus*

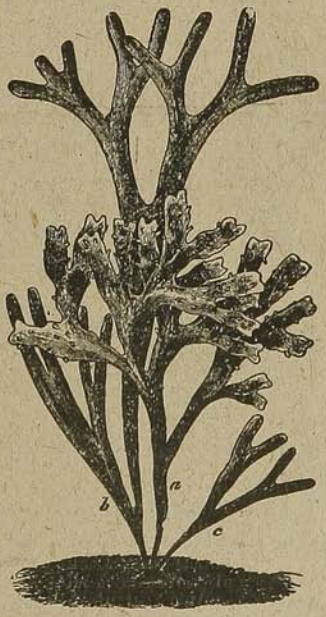


Fig. 226. *Gigartina mamillosa*

El **Asidium** *helminthochorton*, del Mediterráneo, se usó antiguamente como antihelmíntico, con los nombres de « Helminthochorton », o Musgo de Córcega, asociado a otras algas pequeñas.

Muchas especies de Rodofitas contienen abundante gelatina, y en algunas costas se recogen para aprovecharla grandes cantidades de ellas; en el Japón las utilizan como comestibles..

El **Batrachospermum** *moniliforme* y otras especies de este género viven en las corrientes de agua dulce.

División X. **Mixomicetos**

Los seres incluídos en este grupo ocupan una posición especial entre el reino animal y el vegetal, y aun algunos autores los estudian entre los animales. A pesar de su poca importancia en la Naturaleza, suelen ser tratados con alguna extensión, por el lugar que ocupan

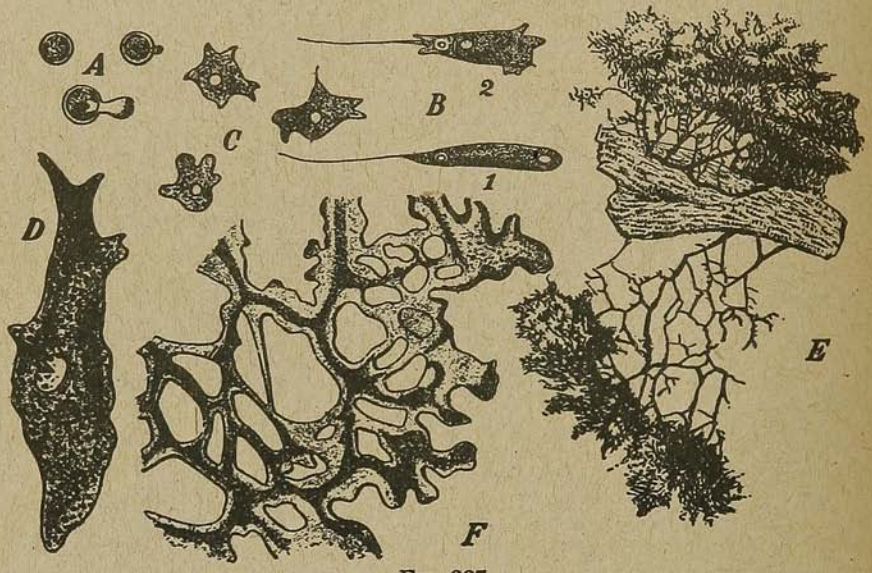


FIG. 227

A, esporas de *Comatricha nigra*, una de las cuales ha germinado; *B*, mixozoosporas de *Didymium serpula*; *C*, mixamibas de *Fuligo septica*; *D*, pequeño plasmodio de la misma; *E*, plasmodio desarrollado de *Didymium serpula*; *F*, parte de un plasmodio de *Didymium granulosum*. (Según Schröder, en Natürl. Pflanzenfam.)

frente a los demás vegetales y por su manera de vivir, de gran interés científico.

Los Mixomicetos carecen de clorofila, y pertenecen, por tanto, al grupo biológico de los hongos; durante la fase simplemente vegetativa de su vida las células de los Mixomicetos no tienen membrana y son móviles. Por lo regular, no presentan reproducción sexual; por el contrario, la multiplicación asexual está muy desarrollada. Tiene lugar mediante la formación de esporas, bien libres o encerradas en conceptáculos. Al germinar las esporas, el protoplasma sale al exterior y forma una zoospora o un cuerpo amiboide o mixamiba, o dando primero aquélla se transforma luego en esta última. Las mixamibas se multi-

plican por divisiones repetidas con mucha rapidez, y se unen entre sí más o menos íntimamente para formar masas protoplasmáticas mayores, los llamados *plasmodios*. Éstos son también móviles, como las mixamibas, arrastrándose sobre el substrato, hasta que llega la época de formar el saco esporífero y las esporas. Estas últimas pueden resistir sin daño períodos desfavorables para la vegetación.

Uno de los Mixomicetos más frecuentes es la **Fuligo *septica***, que describiremos con algún detalle para aclarar los conceptos expuestos anteriormente (véase fig. 227).

Las esporas de la *Fuligo septica* tienen una fuerte membrana, y pueden conservar la facultad reproductora aun durante varios años, mantenidas en un ambiente seco. Contrariamente, una temperatura adecuada y la humedad conveniente provocan su rápida germinación. En estas condiciones el protoplasma absorbe agua y se hincha mucho, llegando a desgarrar la membrana celular. El protoplasma abandona entonces la membrana, formando un pequeñísimo grumo sin protección de ninguna clase, y sólo visible con auxilio del microscopio, que cambia continuamente de forma. Al principio aparece más o menos alargado; uno de sus extremos, que llamaremos anterior, es puntiagudo y termina en un largo y delicado filamento, o flagelo; cerca de esta extremidad está situado el núcleo; el otro extremo es redondeado. En esta forma la masa protoplasmática recibe el nombre de *mixozoospora*. Observada al microscopio, la mixozoospora se la ve moverse en todas direcciones con gran viveza, la parte aguzada hacia delante, sacudiendo el flagelo con rapidez, y el cuerpo fuertemente encorvado. Cuando el agua escasea, la mixozoospora se mueve más bruscamente o llega a arrastrarse sobre el substrato. Se multiplica muy rápidamente por sucesivas biparticiones, nutriéndose a expensas de las substancias contenidas en el agua que la rodea (fig. 228).

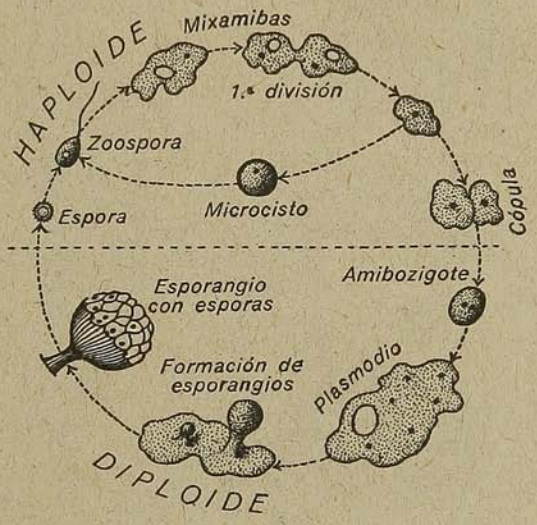


FIG. 228. Ciclo de desarrollo de un mixomiceto

Poco a poco los movimientos de las mixozoosporas van haciéndose más lentos, hasta llegar a un estado de completo reposo. El flagelo se retrae y el cuerpo protoplasmático se redondea, transformándose en la llamada *mixamiba*. También a ésta se la ve cambiar de lugar, con lentos movimientos, como si se arrastrara sobre el substrato, para lo cual emite en varios puntos de su cuerpo unas prolongaciones, llamadas *seudopodios*, hacia las cuales afluye el protoplasma, formándose luego otras nuevas, y así sucesivamente, encogiéndose por una parte y alargándose por otra avanza con lentitud. Durante este estado la mixamiba se multiplica activamente por repetidas biparticiones.

Cuando las mixamibas de la *Fuligo septica* cesan de multiplicarse, empieza una nueva fase. Las pequeñas masas protoplasmáticas se aproximan unas a otras, reuniéndose varias en una. Estos conjuntos de mixamibas no pierden la facultad locomotriz que poseen aquéllas, antes al contrario, también mediante seudopodios cambian continuamente de lugar. Si durante su lenta peregrinación encuentran otras porciones protoplasmáticas de su misma especie, se juntan de nuevo entre sí, haciéndose cada vez mayor el conjunto, hasta alcanzar un tamaño que permite distinguirla a simple vista; esta masa protoplasmática recibe el nombre de *plasmodio*, y es de forma laminar y de consistencia blanda, y se compone de una substancia fundamental incolora, en la cual se reconocen granulaciones protoplasmá-

ticas, gotitas de grasa, granitos de carbonato cálcico y con toda claridad los numerosos núcleos de las mixamibas que la han constituído.

El plasmodio constituye la fase principal de la vida vegetativa de un mixomiceto, por la duración relativa que suele alcanzar. La masa gelatinosa que lo constituye no cesa en sus movimientos de avance, formando largos cordones más o menos ramificados, que se arrastran sobre los montones de cortezas en las tenerías, donde suele hallarse esta especie, o penetran en el interior de aquéllos, ramificándose de continuo, y anastomosándose los cordones protoplasmáticos, a veces de muchos centímetros de largo, y de grueso muy variable. En estos cordones se encuentran siempre cantidades no despreciables de carbonato cálcico, y una substancia colorante amarilla, a la cual debe el plasmodio su aspecto llamativo, haciendo que se destaque claramente sobre las cortezas de color oscuro.

Después que la *Fuligo septica* ha pasado bastante tiempo en estado de plasmodio, alcanza la madurez adecuada, por decirlo así, y se dispone a formar el

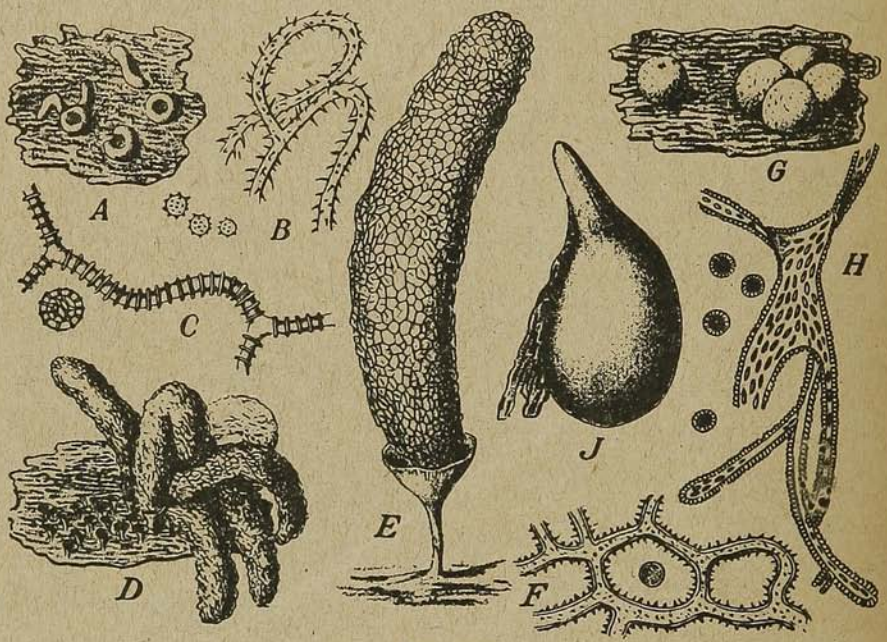


Fig. 229

Aparatos esporíferos de varios mixomicetos (*A*, *D*, *E*, *G*, *J*), con capilicio (*B*, *C*, *F*, *H*) y esporas (*B*, *F*, *H*). (Según Schröder, en Natürl. Pflanzenfam.)

aparato esporífero, tal vez influenciado principalmente por las condiciones del medio. El aparato esporífero progresa con gran rapidez una vez se ha iniciado su formación. Los plasmodios, al empezar esta fase, aparecen en la superficie de los montones de cortezas, y forman redes de cordones gruesos, ramificados como el coral, cuyo conjunto es a menudo mayor que el puño. Muy pronto se diferencia en esta masa la parte externa formándose una cubierta gruesa y dura, homogénea, que encierra en su interior el protoplasma de consistencia blanda. En éste se originan numerosas celdillas, aisladas por tenues membranas, que contienen múltiples núcleos ; constituyen los *esporangios*. Después que los núcleos de este protoplasma por división reductiva se han vuelto diploides y a la vez han aumentado extraordinariamente, el protoplasma, siguiendo el mismo proceso, se divide a su vez en menudísimas porciones, que se redondean y se recubren de una fuerte membrana, quedando muy densamente apretadas en el interior del esporangio : son las *esporas*. Parte del protoplasma del esporangio, el que está situado entre los núcleos no toma parte en el proceso anterior, y se convierte en un compuesto de filamentos ramificados formando redecillas, que recibe el nombre de *capilicio* (fig. 229).

Con la formación de las esporas termina el ciclo vital de la *Fuligo septica*. Aquéllas pueden permanecer en estado de vida latente durante largo tiempo, hasta

tanto que las condiciones favorables del medio determinan su germinación, provocando la salida del protoplasma y la formación de las mixozoosporas y mixamibas primero, y la fase adulta, el plasmodio, más tarde.

La especie que acabamos de describir detalladamente pertenece a la clase de las **Mixogasteres**, cuyas especies, en su mayoría, tienen análogo modo de vida. Son *saprofitas*, es decir, se nutren a expensas de restos vegetales podridos. Ninguna de ellas tiene realmente gran importancia práctica.

División XI. Hongos propiamente dichos o Eumicetos

La única diferencia importante entre algas y hongos se refiere a la clorofila : las algas la poseen en sus células; los hongos carecen de ella. Los hongos, por lo tanto, son incapaces de sintetizar los hidratos de carbono partiendo del anhídrido carbónico del aire, y desde este punto de vista son análogos a los animales. Por este motivo las substancias orgánicas que les son precisas para su desarrollo han de tomarlas, ya formadas, de otros organismos muertos o vivos que las posean.

Algunos grupos de hongos aparecen claramente afines de las Sifonales, tanto por lo que se refiere a su vida vegetativa como por su reproducción. Todos los hongos tienen, como las Sifonales, crecimiento terminal ; su talo o *micelio* consiste en un conjunto de filamentos unicelulares o compuestos de gran número de células, las *hifas*, unas veces agrupadas flojamente, otras muy apretadas, que penetran en el substrato y toman de él su alimento.

Se multiplican de manera muy variada: en un pequeño grupo de Ficomicetos, por medio de zoosporas ; en la mayoría, por el contrario, mediante esporas, formadas por estrechamiento o en el interior de células vegetativas, los *conidios*. Tienen especial importancia los diferentes tipos de reproducción sexual.

Clase I. FICOMICETOS

El talo de los Ficomicetos, durante el período simplemente vegetativo del hongo, es unicelular casi siempre, compuesto de una célula, sin embargo, muy ramificada, y a menudo de extraordinaria amplitud. Además de la reproducción asexual existe la sexual por medio de la copulación de espermatozoides y óvulo o de núcleo espermático con núcleo de óvulo. Así se forman oosporas o zigosporas (zigotes), en cuya germinación se presenta división reductiva.

Orden 1.º ARQUIMICETALES

Todas las formas pertenecientes a este orden — conociéndose hasta hoy muy pocas — son parásitos de células vegetales vivas.

En la germinación de las esporas aparece una zoospora, que luego se convierte en amiba y últimamente, junto con otras, forma un verdadero plasmodio, que se parece al del *Fuligo septica*. Sin embargo, en la formación de las esporas se desdobla todo el plasmodio, por continuada bipartición, en numerosas porciones, que después se recubren de una membrana y así se transforman en esporas. Éstas se encuentran libres en la célula nutritiva y la llenan casi por completo o se reúnen en grupos.

De las especies de este grupo es particularmente interesante la especie **Plasmodiophora** *Brassicae*, difundida por toda Europa y América del Norte, que produce la enfermedad llamada « hernia de las coles ». Se reconoce esta enfermedad en que las raíces laterales de las plantas infectadas engruesan mucho y presentan ensanchamientos irregulares en forma de chorizos o de tubérculos. También es atacada la raíz principal, pero no tanto como las laterales.

Orden 2.º ZIGOMICETALES

Son hongos saprofitos o parásitos con micelio muy ramificado. Las esporas asexuales se forman en el interior de células vegetativas, o son exógenas, producidas por filamentos micelianos que se tabican separándose luego las células así formadas. La reproducción sexual es muy parecida a la del género *Spyrogira*, de las Conjugadas.

Familia **Mucoráceas**

Una de las especies más frecuentes de esta familia de las Mucoráceas es el *Moho común*, **Mucor** *mucedo* (fig. 230), que describiremos sucintamente.

Se le ve frecuentemente sobre diversas substancias orgánicas. Cuando sobre una de estas substancias cae una espora de *Mucor mucedo*, y la temperatura y humedad son adecuadas, germina pronto desarrollando un filamento dotado de crecimiento terminal, que se alarga considerablemente y se ramifica en todas direcciones, pero sin formar tabiques transversales, permaneciendo, por lo tanto, unicelular. Una vez ha alcanzado el desarrollo debido, se forma el aparato reproductor. Comienza por concentrarse el protoplasma en uno o varios puntos de la célula miceliana, naciendo luego en cada uno de ellos una gruesa ramita erguida, de contenido denso. Después de breve tiempo, se hinchan los extremos de esas ramitas, formando pequeñas esferas, que se aíslan del resto de la célula mediante un tabique transversal abovedado, el cual, penetrando en la cavidad, constituye la llamada *columnilla*. Estas células terminales, esféricas, así formadas, son los esporangios ; su protoplasma se descompone en numerosas porciones que se recubren pronto con una membrana transformándose en esporas. No todo el protoplasma del esporangio se invierte en la formación de esporas, sino que parte de él queda entre aquéllas, como residuo, y tiene la propiedad de hincharse extraordinariamente con la humedad. Cuando ésta es suficiente, los esporangios maduros se abren por desgarro de su membrana, que no resiste la presión de la substancia intersticial muy hinchada, diseminándose fácilmente las esporas. Éstas pueden germinar en seguida si la humedad es adecuada, formando rápidamente un nuevo micelio. Así se comprende, dado que un micelio de *Mucor* lleva muchos esporangios,

y que cada uno de éstos contiene numerosas esporas, la extraordinaria facilidad con que se propaga mediante su multiplicación asexual.

Si el substrato en que se desarrolla el *Mucor* contiene abundantes reservas nutritivas y la humedad es conveniente, se multiplica y propaga como llevamos dicho. Si, por el contrario, el alimento escasea, o las condiciones de medio no son favorables, tiene lugar la reproducción sexual. En este caso, también se forman ramitas micelianas gruesas a expensas del protoplasma concentrado en diversos puntos de la célula del *Mucor;* estas ramitas no se levantan erguidas del substrato como las esporangíferas, sino que quedan a su mismo nivel. Dos ramitas que crecen en la misma dirección y opuesto sentido engruesan hacia su extremidad, formando unas a modo de porras que llegan a tocarse, aislándose del resto del micelio cada una de ellas mediante un tabique transversal. La membrana de las dos células

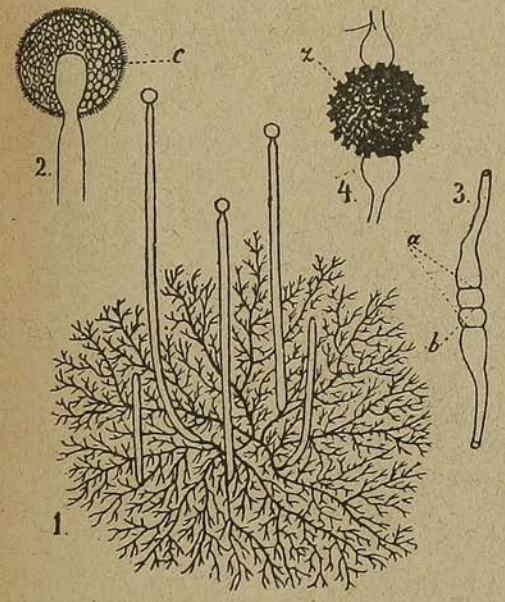


Fig. 230

1, *Phycomyces nitens*, con tres esporangios maduros y dos más en formación ; 2, corte longitudinal de un esporangio de *Mucor mucedo ; c*, esporas ; 3, dos ramitas micelianas conjugadas ; 4, la zigospora (z) desarrollada como resultado de la conjugación anterior. (Según Sachs y Brefeld)

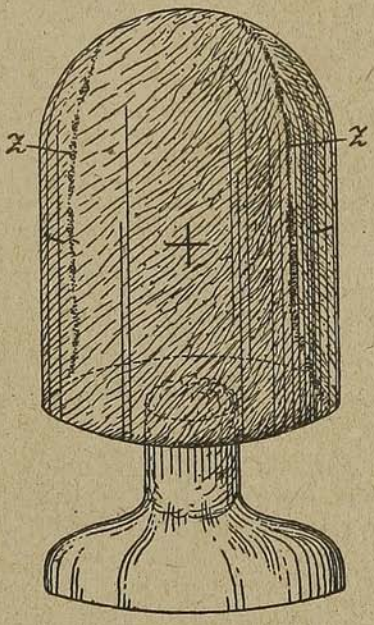


Fig. 231. *Phycomyces nitens.*

En un recipiente de cultivo según Lindner se efectuaron siembras de esporas + (y esporas —) en los puntos + y — ; se desarrollaron luego micelios que en z tropezaron entre sí, formando zigosporas

claviformes, así formadas, se licúa en la zona de contacto, y el contenido de ambas se mezcla en una sola célula, grande y esférica, que se recubre de una gruesa membrana verrugosa de color oscuro, la llamada *zigospora*. Las zigosporas quedan libres porque se descomponen las ramitas micelianas que las han originado, los *suspensores*. Al contrario de lo que sucede con las esporas asexuales, las zigosporas no pueden desarrollarse sino después de algún tiempo de reposo ; protegidas por la gruesa membrana envolvente, pueden resistir sin daño largos períodos de sequedad y de frío.

Hasta hace poco tiempo no se conocían bien las condiciones de formación de las zigosporas, que aparecían en los cultivos de manera fortuita. El micólogo americano Harper descubrió hace pocos años la existencia de Mucoráceas *homotálicas*, capaces de formar zigosporas por conjugación de dos ramitas de un mismo talo ; en otras especies, por el contrario, vió que no era posible formarlas en estas condiciones y que sólo se producían por la unión de dos ramitas procedentes de talos distintos, no diversos por su morfología, pero sí fisiológicamente ; estas últimas reciben el nombre de Mucoráceas *heterotálicas*. Los dos talos de las Mucoráceas

heterotálicas, que no se distinguen morfológicamente, no se pueden designar como masculino y femenino; así se llaman talo + y talo —. Las zigosporas se obtienen hoy fácilmente sembrando las esporas correspondientes de las Mucoráceas heterotálicas (fig. 231).

Otras especies del género *Mucor* producen regularmente las ramitas sexuales, pero sin que éstas lleguen a tocarse, o por lo menos sin que se mezclen sus protoplasmas, se forman esporas que en nada se diferencian de las zigosporas producidas por conjugación. A éstas se las llama *azigosporas*, como resultado que son de un proceso sexual en plena regresión, y tienen gran importancia teórica en la explicación de ciertos fenómenos sexuales de los hongos superiores.

Familia **Entomoftoráceas**

Las especies incluídas en esta familia son en su mayoría parásitas. Una de las más conocidas es la **Empusa** *muscae*, que ataca a las moscas domésticas con carácter epidémico.

Ya en verano, y con más frecuencia en otoño, se observan los cadáveres de aquéllas pegados a las paredes o a los cristales de las ventanas y rodeados de una aureola blanca. Esta aureola se compone de numerosas esporas, que son muy pegajosas, y por este motivo, si una mosca acierta a pasar por encima de ellas, fácilmente se adhieren algunas en su abdomen. En este caso germinan pronto, originando un filamento que perfora las partes más blandas de aquél, y se introduce en el cuerpo de la mosca. Allí se desarrolla tan rápidamente que muy pronto el micelio la atraviesa en todas direcciones rellenándola con sus hifas, y matándola al fin. Entonces se producen unos filamentos micelianos, los llamados *conidióforos*, que salen al exterior por entre los anillos abdominales del insecto, y forman innumerables esporas exógenas, o *conidios*, que son arrojados hasta cierta distancia, a menudo hasta un centímetro o más, y constituyen así, depositados alrededor del insecto, la aureola de que se ha hecho mención.

En esta familia las esporas son exógenas, y no como en las Mucoráceas, encerradas en esporangios. En cuanto a la reproducción sexual se realiza de análoga manera que en las Mucoráceas.

Orden 3.º **OOMICETALES**

Son saprofitos o parásitos. Se multiplican de manera muy varia. La reproducción sexual es parecida a la de la *Vaucheria*, de las Sifonales, por la formación de oosporas.

Familia **Peronosporáceas**

De esta importante familia es preciso describir con cierto detalle una especie del género **Phytophtora**, la *Phyt. infestans*, parásito de la patata, y causa de una de sus más temibles enfermedades. En la planta atacada las hojas aparecen desde el principio con manchas parduscas. Éstas se hacen cada vez mayores, y acaba muriendo la hoja. Los tubérculos se infectan también, o cuando todavía están unidos a la planta o después de arrancados. Los tubérculos enfermos, con el micelio de la *Phytophtora* alojado en su interior, producen plantas nuevamente infectadas si se llegan a plantar, y como la infección existe desde el principio, toma gran incremento y cesa la producción de nuevos tubérculos.

La multiplicación tiene lugar mediante esporangios piriformes, que nacen en los extremos de las ramitas de un filamento muy ramificado: cada uno de estos filamentos, o más comúnmente varios de ellos formando un hacecillo, salen por los estomas de la planta nutricia, mientras en su interior se desarrolla la parte simplemente vegetativa del hongo agotando las reservas nutritivas (fig. 232, 1). Una vez maduros los esporangios, se desprenden del soporte y son diseminados por el viento. Si los esporangios hallan humedad suficiente, se desarrollan numerosas

zoosporas en su interior, que pululan en el agua durante un cierto tiempo, se paran luego, y emiten un filamento que penetra en el substrato. La reproducción sexual tiene lugar como en el género *Pythium* (véase más adelante).

Otra especie debemos mencionar de esta familia, la **Plasmopara** *viticola*, causa del *mildiu* de la vid, que puede producir en los viñedos verdaderos estragos. Las hojas enfermas se reconocen a simple vista por ciertas manchas blanquecinas que aparecen en su cara inferior; estas manchas están integradas por los filamentos esporangíferos (véase fig. 232), que se producen en gran número y salen por los estomas de las hojas. Se forman zoosporas como en la especie descrita anteriormente, producidas en tan gran número que la enfermedad se propaga rápidamente a las vides vecinas. El micelio vive en el interior de las hojas que invade en todos sentidos, agotando sus reservas, marchitándolas y ocasionando su caída prematura. La multiplicación asexual se efectúa como en *Pythium*.

La *Plasmopara viticola*, de origen americano, fué introducida en Europa a fines del siglo pasado. Felizmente, las sales cúpricas tienen un poder zoosporicida muy grande, pues bastan cantidades pequeñísimas de sulfato de cobre en solución acuosa para destruir rápidamente las zoosporas de la *Plasmopara*. De ahí el uso del llamado caldo bordelés, una lechada de cal adicionada de sulfato de cobre para preservar los viñedos de esta enfermedad.

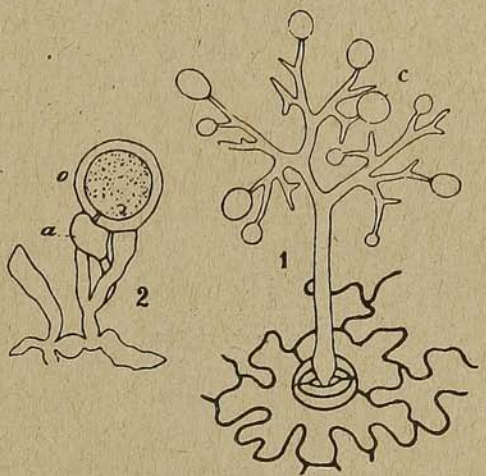


FIG. 232. *Peronospora calotheca*: 1, una ramita esporangífera saliendo por un estoma de la planta nutricia; *c*, esporangios. 2, reproducción sexual del mismo hongo; *a*, anteridio; *o*, oogonio. (Según Kny)

Familia **Saprolegniáceas**

Las Saprolegniáceas están integradas por hongos de vida acuática, la mayoría saprofitos sobre restos de plantas o animales, otros parásitos de los animales (fig. 233). La multiplicación asexual tiene lugar, como en muchas algas, mediante zoosporas, que se forman en zoosporangios de forma alargada. Se reproducen sexualmente por anteridios y oogonios, parecidamente a las Piciáceas. En las Saprolegniáceas, sin embargo, es frecuente la pérdida de la función sexual, dejando de formarse los anteridios; las oosferas, a menudo numerosas en cada oogonio, se convierten en oosporas apogámicamente.

Familia **Piciáceas**

De esta familia describiremos una especie: **Pythium** *De Baryanum*. Es un hongo diminuto, microscópico, filamentoso, que ataca sobre todo las plantitas recién nacidas, entre las cuales produce a menudo grandes estragos. Se multiplica mediante zoosporas biflageladas que se forman en esporangios más o menos globulosos (parecidos a los de la figura 233, *B*, *C*). La reproducción sexual tiene lugar del siguiente modo: Una porción del talo, generalmente el extremo de una ramita, se aísla del resto del micelio, unicelular, por medio de un tabique transversal, y se hincha. Dentro de la cavidad así formada el protoplasma se diferencia en dos partes: la parte central, esférica y granulosa, es la ovocélula, rodeada de una capa protoplasmática transparente que recibe el nombre de *periplasma*. Así se constituye un oogonio. En la proximidad de un oogonio y en el extremo de otras ramitas micelianas se forman cortas células, aislándose del resto del micelio como

las anteriores, los anteridios, que se aproximan al oogonio y se aplican sobre su membrana envolvente. En el punto de contacto se forma un corto proceso, el llamado *tubo fecundante*, que atraviesa la membrana del oogonio, y el periplasma, hasta llegar a la ovocélula. Allí vierten su contenido, que se mezcla con el de aquélla, y realizan de esta manera la fecundación. Una vez fecundada la ovocélula, se recubre de una fuerte membrana y se transforma en oospora, que sólo después de un cierto tiempo está en condiciones de germinar.

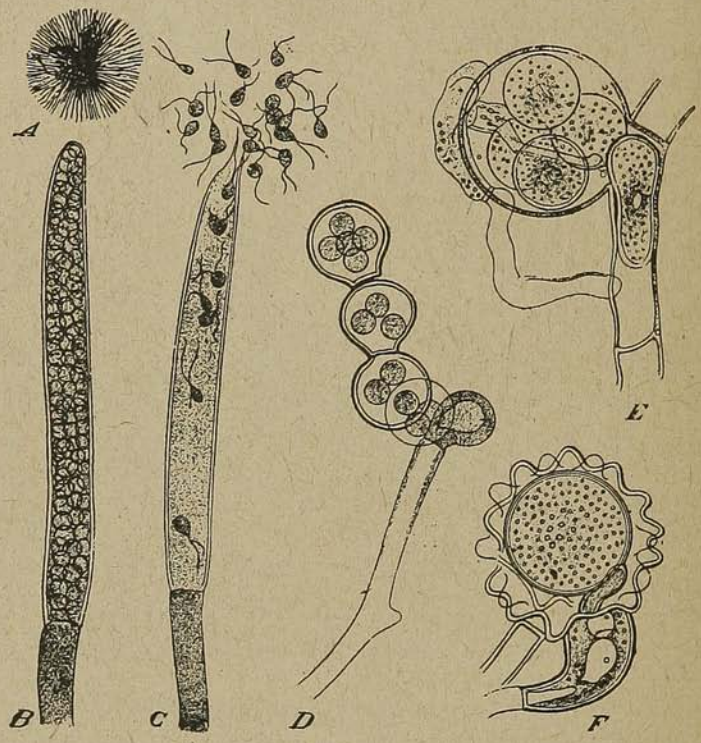


FIG. 233

A-C, Saprolegnia Thuretii. A, mosca invadida por el hongo. Zoosporangio, antes (*B*) y después (*C*) de soltar las zoosporas. *D, Saprolegnia monilifera*, con los oogonios. *E, Saprolegnia Thuretii*, con un oogonio y un anteridio. *F*, oogonio y anteridio de la *S. asterophora*. *A*, tamaño natural; *B-D*, aumentados unos 200 diámetros; *E*, por 400; *F*, por 600. (*A-C*, según Thuret; *D-F*, según De Bary)

Clase II. **ASCOMICETOS**

El micelio está formado por hebras extremadamente delgadas divididas por paredes transversales. Los Ascomicetos tienen un proceso de fecundación definida. La marcha del desarrollo es la siguiente (fig. 234): A partir de la ascospora diploide se forma un micelio que se estrecha dando conidiosporas, que a su vez germinan produciendo un micelio, o bien forman los *ascos*. Las células terminales de los tubos se hinchan y forman en parte oogonios (ascogones) y en parte anteridios. Los dos órganos son multinucleares; los ascogones tienen encima una célula tubular larga, arqueada y con muchos núcleos, el tricogino.

Éste se junta al anteridio, la pared celular del tricogino que separa el anteridio del ascogono se disuelve y los núcleos del tricogino degeneran. Luego los núcleos masculinos van del anteridio, por el tubo del tricogino, al ascogón. Aquí se ponen en contacto los núcleos masculinos y los femeninos, sin llegar a fusionarse. Del ascogón fecundado nacen numerosos tubos, las hifas ascogónicas, en las cuales los pares de núcleos siempre se dividen a la vez. Después sigue una división de la pared celular, de manera que cada célula contiene un par de núcleos. En el aparato fructífero de los *ascos* existen numerosos tubos unos al lado de otros y forman una capa en empalizada, el *himenio ;*

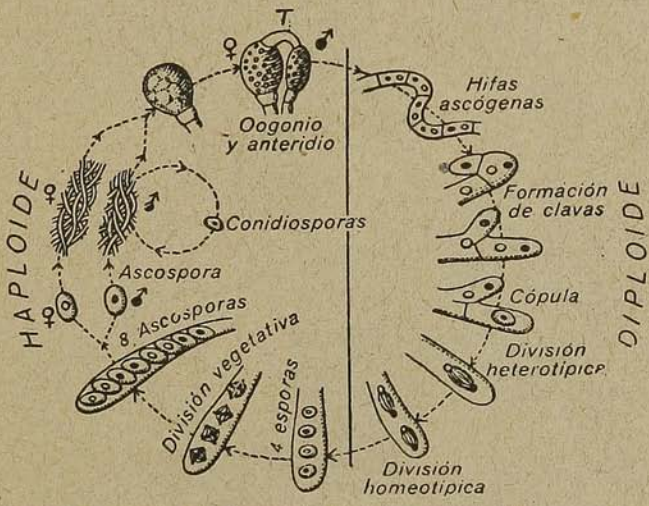


Fig. 234. Ciclo de desarrollo de un ascomiceto heterotálico

generalmente los *ascos* están separados unos de otros por tubos estériles *(parafisas)*. Cuando las hifas ascogónicas se convierten en *ascos*, se forman a partir de las células terminales de las hifas, por ramificación especial (formación de clavas), los elementos de los *ascos*, en los cuales se fusionan los dos núcleos. En este *asco* efectúa ahora el núcleo diploide las dos particiones alotípicas, con lo cual se forman cuatro núcleos haploides. Después sigue todavía una división ordinaria de cada núcleo de las esporas, de modo que generalmente en el *asco* están contenidas ocho esporas ; sin embargo, el número varía entre ciertos límites. Se conocen casos en que el número de esporas del *asco* es de 4, 8, 16, 32, 64 ó 128. La explicación de esta serie de números determinados estriba en que el pequeño núcleo único primitivo del *asco*, que se ha vuelto diploide por copulación, efectúa la división reductiva, con lo cual se forman cuatro nucleos haploides, ocurriendo después generalmente varias particiones en los núcleos hijos, y de ellas nacen luego esporas.

En la formación de las esporas no se consume todo el protoplasma del *asco*, sino que queda siempre una parte del mismo, el *periplasma*,

en el cual quedan incluídas las esporas, y que después contribuye a la diseminación de éstas. En la maduración de las esporas, el periplasma absorbe con avidez la humedad y así se hincha mucho. De esta manera el *asco* se hincha cada vez más y su membrana se pone cada vez más tensa, hasta que por último no puede resistir más a la presión, se rasga en su ápice y es expulsado con gran fuerza todo su contenido, esporas y periplasma. Este último es viscoso y las esporas se adhieren fácilmente a otros objetos y a seres vivos, por los cuales son transpor-

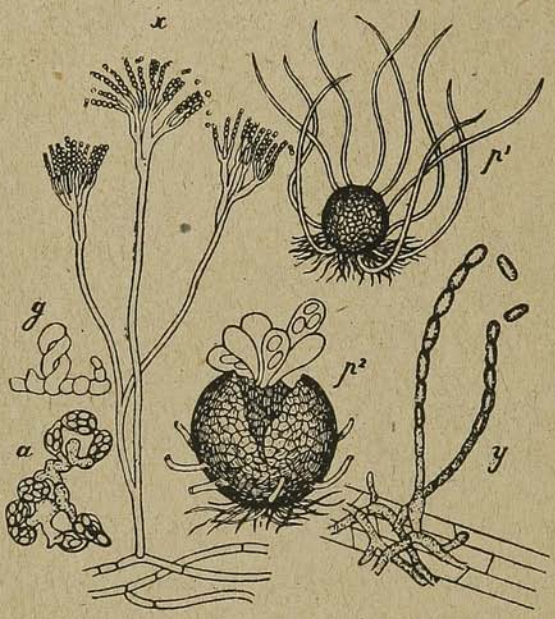


FIG. 235. Mohos diversos.

a, *g*, *x*, *Penicillium crustaceum*; *x*, conidióforo; *g*, hifas fértiles; *a*, ascos con esporas; *p*, *y*, *Erysiphe communis*: p^1, aparato esporífero; p^2, el mismo, soltando los ascos; *y*, formación de conidios sobre filamentos vegetativos. Todos muy aumentados. (Según Brefeld y Frank)

tados a otros sitios. En algunas familias en el proceso de la fecundación ocurre una intensa reducción, perdiéndose total o parcialmente la sexualidad, de modo que los *ascos* se desarrollan sin previa fecundación.

Familia **Aspergiláceas**

Comprende esta familia diversos géneros de hongos con algunas especies muy conocidas de mohos.

El **Aspergillus** *herbariorum* se desarrolla sobre la mayoría de las substancias vegetales y tiene una capacidad reproductora realmente extraordinaria. Así que una espora de este *Aspergillus* cae en un medio abonado, germina y produce un micelio muy ramificado, sobre el cual aparecen pronto los conidios. Éstos se forman en el extremo más o menos globuloso de ciertas ramitas gruesas, erguidas, que sostiene muy numerosas el micelio, llamadas *conidióforos* (fig. 236). En los extremos globulosos de los conidióforos existen unas células cortas, cilíndricas, los

esterigmas, que producen gran número de conidios dispuestos en cadenitas. Los conidios son dispersados por el aire, y si caen sobre un substrato adecuado germinan inmediatamente. Esta producción de conidios dura algún tiempo con la misma intensidad; así se comprende cuán grande es el poder reproductor de esta especie. Sólo cuando se agotan las substancias nutritivas del substrato, procede el hongo a la formación de sus ascosporas.

A esta familia pertenecen también los **Penicillium**; una de las especies más frecuentes de este grupo de hongos es el *P. crustaceum* (fig. 235, *a*, *y*, *x*), que se distingue fácilmente del anterior por sus conidióforos repetidamente bifurcados en la parte superior (fig. 235, *x*). Las ascosporas se forman muy raramente y sólo sobre determinadas substancias, como el pan y soluciones muy concentradas de azúcar.

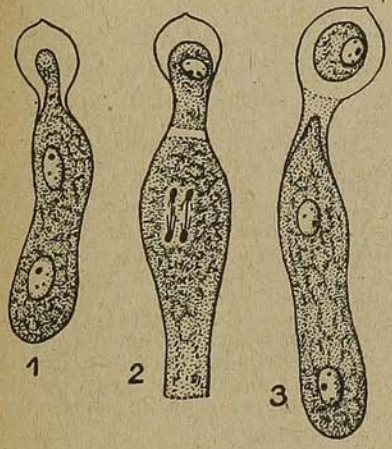
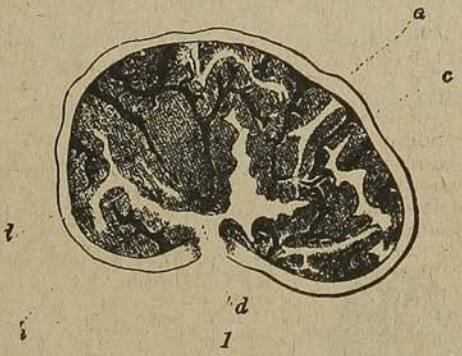


Fig. 236. Estrechamiento de las conidiosporas en los esterigmas del *Penicillium crustaceum*.

1, esterigma con dos núcleos; principia la formación de la espora; 2, división del núcleo en el esterigma; el núcleo superior se ha convertido en la base de la espora y el protoplasto de la nueva espora se ha delimitado ya; 3, espora casi terminada; el esterigma tiene de nuevo dos núcleos. (Según Schürhoff)



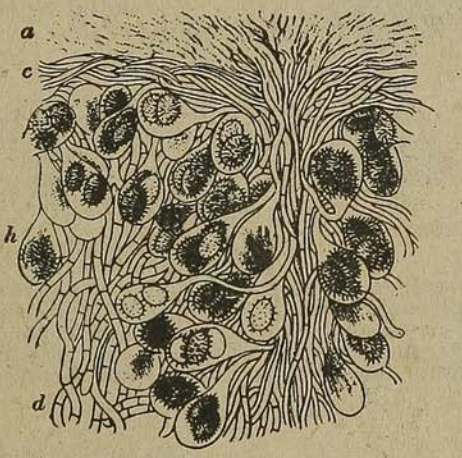


Fig. 237. *Tuber rufum*.

1, aparato esporífero en sección longitudinal, aumentada cinco veces: *a*, peridio; *d*, tejido aerífero; *c*, venas oscuras de tejido compacto; *h*, tejido ascógeno. 2, un fragmento de la región himenial, aumentado 450 veces. (Según Tulasne)

El *Penicillium brevicaule* produce, en su medio nutritivo, cuando éste contiene siquiera una pequeñísima cantidad de arsénico, un pronunciado olor a ajos, sirviendo por este motivo para el reconocimiento de los compuestos de arsénico. El **Citromyces** produce ácido cítrico con las soluciones de azúcar.

Familia **Eutuberáceas**

Las Eutuberáceas poseen un micelio muy ramificado, subterráneo, que se desarrolla en las raíces de algunas plantas leñosas. Las ascosporas se forman en el interior de aparatos esporíferos, también subte-

ráneos, más o menos globosos, carnosos, recorridos en su interior por galerías irregulares y sinuosas, cuyas paredes están tapizadas por el himenio (fig. 237). Los *ascos* suelen tener cuatro esporas cada uno; a veces, sin embargo, sólo dos, u ocho, bastante gruesas, y por lo regular con la membrana espinosita, que sólo se dispersan por descomposición del aparato esporífero. La parte interna de éste es de consistencia carnosa; la cubierta es más dura.

Los aparatos esporíferos del género **Tuber** son las *trufas*. El **Tuber** *melanosporum* da las llamadas «trufas de Perigord», que en el Sur de Francia son objeto de un cultivo muy importante, y viven además en Cataluña, en el Norte de Italia y hasta en el Sur de Alemania. El tamaño de la trufa de Perigord está comprendido entre el de una nuez y el del puño, de color oscuro rojizo, de consistencia de patata. Es muy apreciada por su sabor exquisito y por su aroma penetrante



Fig. 238. *Morchella esculenta*

Familia **Helveláceas**

Los hongos pertenecientes a esta familia tienen el himenio libre, revistiendo la superficie de aparatos reproductores carnosos y de forma variada.

La especie conocida con los nombres de *colmenilla*, *murúgula* y *cagarria* es la **Morchella** *esculenta* (fig. 238), perteneciente a esta familia, y muy apreciada como comestible, así como otras del mismo género. Las *Morchella* se caracterizan por su aparato esporífero hueco, compuesto de un pie grueso que sostiene una a modo de cabezuela cónico-ovoidea, con la superficie alveolada. Viven estas especies en terrenos arenosos, principalmente silíceos, en los prados, etc. También es especie comestible, muy delicada, la **Gyromitra** *esculenta* (o *Helvella esculenta*), diseminada por toda Europa y América del Norte, de cierto parecido con la *Morchella* del mismo nombre. Posee, sin embargo, cuando fresca, y aun desecada, una substancia fuertemente venenosa, pero fácilmente soluble en el agua caliente, de modo que resulta inofensivo este hongo una vez hervido y decantada el agua de cocción.

Familia **Hipocreáceas**

A esta familia pertenece un hongo muy interesante que vamos a describir con cierto detalle, la **Claviceps** *purpurea* o *Cornezuelo de centeno*, especie medicinal de primer orden.

Varias gramíneas, y principalmente el centeno, son atacadas durante el período de floración por un cierto hongo. Las esporas de éste se depositan en la inflorescencia y allí germinan, desarrollando un filamento que perfora la epidermis del ovario joven y penetra en su interior. A éste afluyen abundantes jugos nutricios para la formación de la semilla, y por esta causa, aprovechándose de ellos el hongo, crece con tanta facilidad que bien pronto su micelio llena completamente la cavidad ovárica, alterando, incluso, su forma normal. Resulta de ello que el ovario queda reemplazado por un cuerpo cilíndrico, de consistencia carnosa y de color blanco sucio, con la superficie profundamente asurcada y con hifas que la atraviesan procedentes del interior; es el *estroma* del hongo. En los surcos del estroma dichas hifas forman numerosos conidios (fig. 239, 2), y al mismo tiempo segrega el hongo un jugo azucarado en el que flotan las esporas, muy estimado de varios insectos que lo buscan con avidez, los cuales, cargados de conidios, infectan con ellos otras flores. De este modo la enfermedad se propaga rápidamente, con carácter epidémico, a las gramíneas vecinas, ocasionando a menudo daños considerables a los sembrados.

La duración de esta primera fase, conidiana, del hongo, no acaba mientras afluyen substancias nutritivas al ovario. Pero, así que la gramínea llega al fin de su período vegetativo, el hongo entra en una nueva fase. Cesa entonces la formación de esporas conidianas, y el micelio se desarrolla vigorosamente. Las hifas se ramifican con rapidez, entrelazándose densamente, de manera que el estroma, de consistencia más o menos blanda, se transforma en un cuerpo alargado y duro, algo encorvado, el llamado *esclerocio*. En éste, las células del hongo, cuando han terminado su rápido desarrollo, adquieren abundantes substancias de reserva, aceites grasos sobre todo, y el esclerocio se recubre, finalmente, de una capa dura, de consistencia casi córnea, y color negro o violeta muy oscuro, que se diferencia

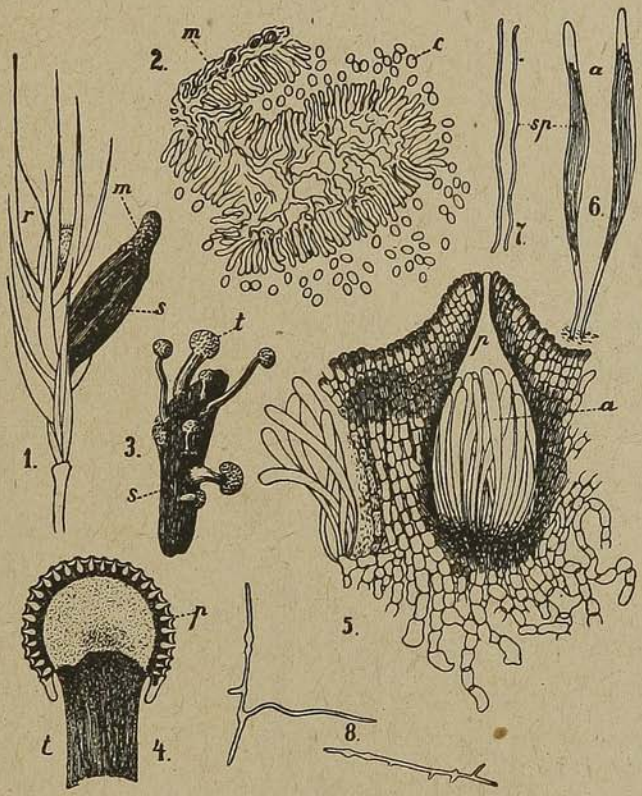


FIG. 239. *Claviceps purpurea.*

1, espiga con un esclerocio (*s*) y el resto del ovario que se ha secado (*m*), de tamaño natural. 2, formación de conidios: *m*, micelio; *c*, conidios que se han soltado de sus conidióforos (muy aumentados). 3, esclerocio (*s*), en estado de desarrollar los aparatos esporíferos (*t*), de tamaño natural. 4, corte longitudinal de una cabezuela fructífera, con los peritecios (*p*). 5, sección longitudinal de un peritecio (*p*), con los *ascos* (*a*). 6, dos *ascos* (*a*), con las esporas (*sp*). 7, estas últimas más aumentadas. 8, dos esporas empezando a germinar (4-8, muy aumentadas). (Según Tulasne)

claramente de las capas interiores más blandas. El esclerocio sobresale entonces por fuera de las glumas florales de la gramínea, constituyendo el *Cornezuelo de centeno* (figs. 239, 1, y 241), muy empleado en Medicina.

Por medio del esclerocio que acabamos de describir, que pronto se desprende de la inflorescencia de la gramínea y cae al suelo, el hongo puede resistir las condiciones de vida desfavorables del invierno. Así que pasado éste, la humedad y la temperatura primaverales son adecuadas, empieza a desarrollarse aquél (figura 239, 3). Las hifas, aprovechando las abundantes reservas almacenadas, continúan el crecimiento interrumpido durante el invierno. A través de la corteza resquebrajada del esclerocio sobresalen formando varios hacecillos o cordoncitos, cuyo ápice se hincha hasta formar una cabezuela de color rojo claro o rojo púrpura.

En la periferia de ésta existen empotrados en la misma numerosos conceptáculos en forma de botella, llamados *peritecios* (fig. 239, 4, 5). Es en el interior de los peritecios donde existen los *ascos*, en forma de odrecillos muy alargados, cada uno de los cuales lleva ocho esporas filiformes y hialinas (fig. 239, 6, 7), que pronto los abandonan diseminándose por el aire. Si alguna de ellas acierta a caer sobre una inflorescencia del centeno o de otra gramínea adecuada, germina allí y empieza de nuevo el ciclo evolutivo descrito (fig. 240).

El interesante género **Cordyceps** tiene cierta afinidad con el *Claviceps*, muy rico en especies en los países tropicales, más pobremente representado en Europa. Así como las especies de *Claviceps* viven parásitas sobre vegetales, las del género *Cordyceps* atacan a los insectos y sus larvas. Cuando una espora llega a ponerse en contacto con uno de éstos, germina, desarrollando un filamento que penetra en el interior del animal. El micelio se desarrolla allí vigorosamente y mata pronto al insecto, sin deformación alguna exterior. El cuerpo del animal, repleto del micelio del hongo, queda así convertido en esclerocio, y éste emite después el estroma ascóforo, columniforme, con su pedicelo estéril y la punta, cilindrácea o más o menos globulosa, fértil.

Familia **Sacaromicetáceas**

Comprende el género **Saccharomyces**, cuyas especies son microscópicas, unicelulares, con

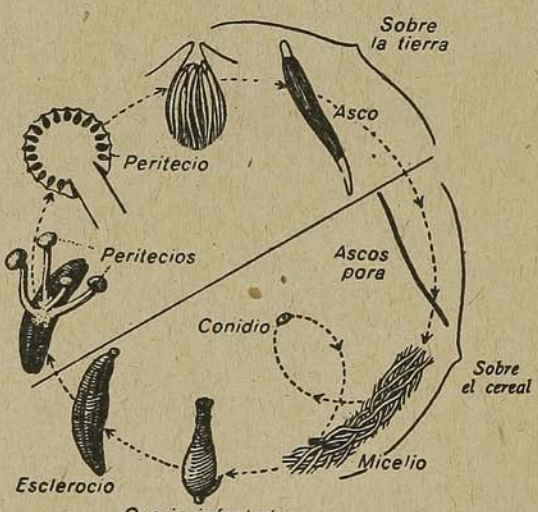


FIG. 240. Ciclo de desarrollo del *Claviceps purpurea*



FIG. 241. Una espiga de centeno con varios cornezuelos (3/4)

las células globulosas o elipsoideas, que se multiplican con gran rapidez por gemmación. En el extremo de una de ellas aparecen una o varias verrugas, que crecen rápidamente y se convierten en otras tantas células (fig. 242). La formación de ascosporas tiene lugar en el interior de células vegetativas convertidas en *ascos*, comúnmente con dos o cuatro esporas cada uno.

Las Sacaromicetáceas ocasionan fermentaciones en líquidos azucarados, con producción de alcohol. Modernamente se ha concedido gran importancia a su estudio, sobre todo desde que se sabe que las fermentaciones producidas por las diversas especies, razas y variedades, son distintas y muy variadas. Por esta razón hoy se trabaja en la obtención de cultivos puros, en los cuales no se desarrolla sino una sola y única forma de Sacaromicetáceas, para asegurar de este modo fermentaciones con caracteres constantes y conocidos. Sólo de esta manera, utilizando fermentos procedentes de cultivos puros, se puede asegurar, por ejemplo, la obtención constante de una determinada suerte de cerveza, o influir eficazmente en la obtención de una buena calidad de vino.

En muchas levaduras los *ascos* contienen sólo cuatro esporas, que en la mayoría de las especies (por ejemplo, en las levaduras de la cerveza y del vino) se forman sin previa copulación, es decir, que son apógamas, de modo que el ciclo vital de estas levaduras sólo comprende una fase.

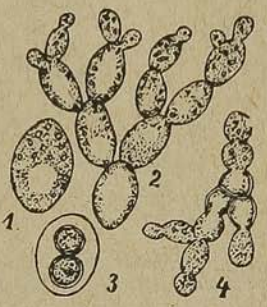


FIG. 242. *Saccharomyces cerevisiae.* 1, individuo aislado; 2, una colonia originada por gemmación; 3, un individuo con dos esporas; 4, tres esporas germinando. Todos muy aumentados. (Según Rees)

Las levaduras se caracterizan sobre todo por la presencia de numerosas enzimas. La más importante es la *zimasa*, por medio de la cual el azúcar de uva se transforma en alcohol y ácido carbónico, y, además, la *invertasa*, que convierte el azúcar de caña en glucosa; la *emulsina*, que desdobla los glucósidos; la *lipasa*, que desdobla las grasas; una *polipeptidasa*, que desdobla los polipéptidos; una *oxidasa*, etc. Además, la levadura contiene la vitamina *B* y, finalmente, núcleoproteidos, ricos en fósforo, que son considerados como valiosos en terapéutica.

Nuevas investigaciones han demostrado también que las levaduras, lo mismo que las bacterias, según ya hemos visto, a menudo viven en simbiosis con otros seres vivos. Intervienen aquí especialmente insectos que poseen «órganos de cultivo de levadura» especiales *(micetomos)*, que antes se consideraban como «yema alimenticia». Los insectos (se trata generalmente de los chupadores de azúcar, como pulgones, cigarras, etc.) utilizan la levadura para desdoblar el azúcar. En la cigarra del maná se han encontrado hasta dos pares de estos órganos de cultivo de levadura y en cada par una especie de levadura particular.

También se encuentran a veces las levaduras asociadas con bacterias, por ejemplo, con el *Bacterium xylinum* en la formación de *kwas* de té, bebida obtenida por fermentación, en la cual la levadura descompone el azúcar en alcohol y ácido carbónico, mientras que la bacteria oxida el alcohol formando ácido glicurónico.

Clase III. **BASIDIOMICETOS**

Los Basidiomicetos, como los Ascomicetos, poseen un micelio muy desarrollado y pluricelular.

Como en los Ascomicetos, encontramos aquí también formación asexual y sexual de esporas. Los Basidiomicetos pueden presentar

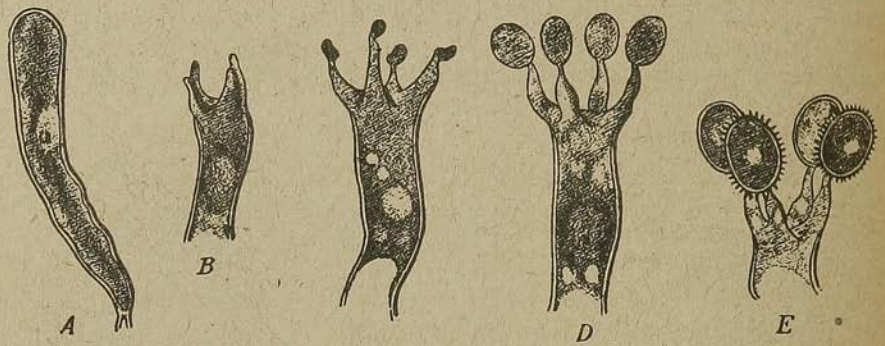


FIG. 243. Fases sucesivas del desarrollo de un basidio de *Corticium amorphum*, al principio sin esterigmas ni esporas (*A*), en último lugar con esporas maduras (*E*). (Según De Bary)

formas muy diferentes y a menudo no se distinguen en nada de las que hemos visto en la clase anterior. La multiplicación sexual se caracteriza por la formación de basidiosporas en basidios de forma especial.



FIG. 244. Ciclo de desarrollo de los Basidiomicetos

En la mayoría de los Basidiomicetos se forman las basidiosporas en pies portadores *(basidios)*, de forma y desarrollo determinados (figura 243).

Como tipo del desarrollo de los Basidiomicetos puede servir el siguiente esquema (fig. 244): Se distinguen basidiosporas masculinas y femeninas. Cada basidiospora germina formando un micelio. Al encontrarse hebras de micelio de sexo distinto, pueden fusionarse; se forma así una célula con dos núcleos de sexo diferente. De esta célula se desarrolla luego un micelio de análoga manera a la formación de clavas de las hifas ascógenas de los Ascomicetos. Los dos núcleos se dividen siempre a la vez y mientras los dos núcleos hijos superiores quedan limitados en la nueva célula apical formada de nuevo, debajo

de esta célula se forma una clava lateral, en la cual entra uno de los dos núcleos inferiores; esta clava (o gancho) se une luego lateralmente de nuevo con la hifa, y de este modo se obtiene también la segunda célula apical con los núcleos hijos restantes. Este proceso recibe el nombre de «formación de hebillas» y puede repetirse durante largo tiempo, de modo que se forme así un «micelio de hebillas». Finalmente, se forma con hifas paralelas un himenio, los extremos de las hifas se hinchan, sus dos núcleos copulan, y luego sigue la división reductiva, con lo cual se forman cuatro núcleos, dos masculinos y dos femeninos. Las hifas forman ahora cuatro esterigmas, en cada uno de los cuales entra un núcleo y forma una basidiospora del mismo modo que en los conidios.

Ponemos los Basidiomicetos detrás de los Ascomicetos porque, prescindiendo de las formas múltiples de sus aparatos de fructificación, pueden ser considerados como Ascomicetos reducidos. Mientras que en los Ascomicetos, después de la división reductiva, todavía encontramos una o más particiones vegetativas antes de la formación de esporas, tenemos solamente en los Basidiomicetos los cuatro núcleos resultantes de la división reductiva. La formación de esterigmas y el estrangulamiento de las esporas en los Basidiomicetos nos enseñan que morfológicamente se trata de formación de conidios, es decir, de un proceso de multiplicación asexual, y podemos explicar esto bien admitiendo que de las tetrasporas de la división reductiva se ha formado primero un micelio que luego ha producido nuevamente conidiosporas. Este micelio más tarde ha desaparecido; las divisiones vegetativas de los núcleos de las tetrasporas de los Ascomicetos podrían también explicarse como formación de micelio reducido con conidiosporas.

Subclase I **Hemibasidiomicetos**

Se caracteriza porque los basidios siempre se originan de teleutosporas, al principio de dos núcleos y al madurar de uno.

A los Hemibasidiomicetos pertenecen gran número de especies de hongos parásitos de vegetales, que producen a menudo considerables daños en los cultivos y tienen por este motivo gran importancia práctica.

Familia **Ustilagináceas**

Constituyen las Ustilagináceas los hongos conocidos vulgarmente con el nombre de *carbón* o *tizón* de los cereales y de otras plantas. Una especie de las más conocidas es la que parasita la avena, la Ustilago *Avenae*, que describiremos sucintamente.

En los sembrados de avena se nota con frecuencia que algunos pies no llegan a fructificar; los granos de sus espigas son reemplazados por un polvo de color oscuro (fig. 245, 1). Examinada esta masa pulverulenta al microscopio, aparece formada por gran número de pequeñas esporas de membrana recia y de color

pardo. Se ha comprobado que estas esporas pueden resistir sin menoscabo de su poder germinativo y por largo tiempo condiciones de vida desfavorables. Por el contrario, si éstas son adecuadas, y para ello les basta el agua y una temperatura conveniente, producen rápidamente un filamento germinativo corto, compuesto de tres o cuatro células. En los costados de estas células se forman luego pequeñísimas prominencias, que crecen con rapidez y se separan finalmente en forma de células independientes, convertidas en conidios (fig. 245, 3).

Las basidiosporas copulan, en general, inmediatamente después de la gemmación y forman entonces un micelio constituído por células de dos núcleos, comúnmente con formación de hebillas. En los ovarios de los cereales se forman entonces cadenas en forma de rosarios, que se deshacen en esporas aisladas de paredes recias (esporas del *carbón*). Estas esporas tienen al principio dos núcleos, pero pronto se fusionan éstos formando un núcleo diploide que, en la formación de basidios, suministra cuatro núcleos haploides por división reductiva.

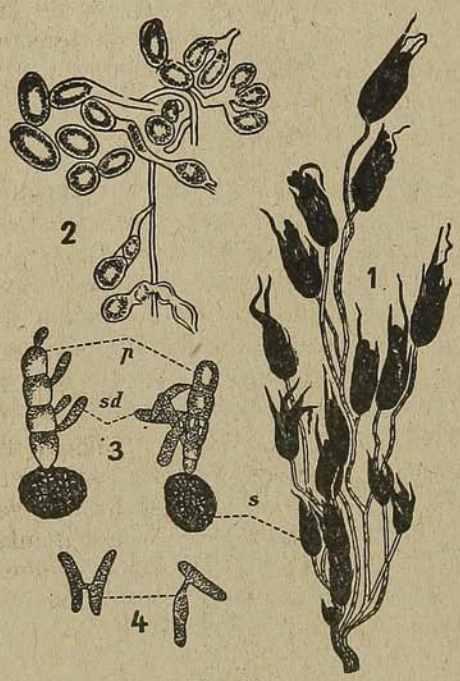


FIG. 245

1, *Ustilago Avenae*, en una inflorescencia de avena, de tamaño natural; 2, fragmento miceliano formando esporas del *carbón*; 3, las esporas diploides del *carbón* han formado cada una cuatro basidios haploides, que producen lateralmente basidiosporas; 4, copulación de las basidiosporas en gemmación. (Según Frank y De Bary)

Se ha demostrado modernamente que cada cereal es atacado por una determinada especie de hongo del género *Ustilago:* así, la avena tiene el *U. Avenae;* la cebada, el *U. Hordei;* el trigo, el *U. Tritici.* Antes todas estas especies se confundieron en una sola, llamada *Ustilago segetum.*

El desarrollo del *Ustilago Zeae* o *carbón del maíz*, difiere un tanto del tipo que acabamos de reseñar. Si, por ejemplo, las plantitas recién germinadas de maíz son atacadas por esta especie, no resisten la infección y mueren rápidamente. El *U. Zeae* puede introducirse, sin embargo, en los tejidos de plantas más desarrolladas. En este caso, invade principalmente los tallos, cuyos tejidos atacados se desarrollan de manera anormal, provocando la formación de tumores, a menudo de gran tamaño, y de color lívido, las llamadas *bolsas del maíz.* El interior de estas bolsas está repleto de un polvo pardo oscuro constituído por las esporas del *carbón* en cantidad enorme, que quedan libres cuando alcanzan la madurez por desgarro de las paredes de aquéllas. Las partes no atacadas de la planta nada anormal manifiestan, y aun ésta llega a fructificar, muy debilitada, sin embargo, por los jugos sustraídos por el hongo y empleados en la formación de esporas.

Familia **Tileciáceas**

Las especies de esta familia se parecen mucho por su biología a las de la anterior, principalmente al tipo descrito, *Ustilago Avenae.* Invaden por lo regular las plantitas recién germinadas, siguiendo en su desarrollo el ápice vegetativo de los pies infectados, sin que se noten en ellos los efectos del hongo, hasta la formación de las esporas del *carbón*, que tiene lugar en los ovarios. Por su morfología, por el contrario, las Tileciáceas son bastante diferentes de las Ustilaginá-

ceas. Distinguiéndose de éstas, sus basidios presentan pequeñas paredes transversales; las basidiosporas están verticiladas en el extremo de los basidios.

La especie más importante es la **Tilletia** *Tritici*, que ocasiona en el trigo la enfermedad conocida con el nombre de *tizoncillo*. Las plantas parasitadas tienen los ovarios repletos de un polvo oscuro, pegajoso, con fuerte olor a salmuera, constituído por las esporas del *carbón*. Estos granos esporíferos echan a perder la harina por completo si existen en alguna cantidad entre los granos normales.

Familia **Pucciniáceas**

Constituyen estos hongos las llamadas *royas* de las plantas. Son todos ellos parásitos, y su micelio, tabicado transversalmente, vive en el interior de los vegetales, bien solamente en determinadas regiones de los mismos, o en mayor o menor proporción en todos sus órganos. Como consecuencia de ello la enfermedad se manifiesta de diversas maneras, según la localización y desarrollo del hongo. En algunos casos la planta no sufre en apariencia ningún daño; en otros, por el contrario, la infección acaba con ella, o, por lo menos, la extenúa de tal modo que no llega siquiera a fructificar. En ocasiones, la presencia del hongo deforma los tejidos de modo tal, bien hipertrofiándolos o, por el contrario, impidiendo su crecimiento, que la planta atacada aparece con deformaciones muy ostensibles.

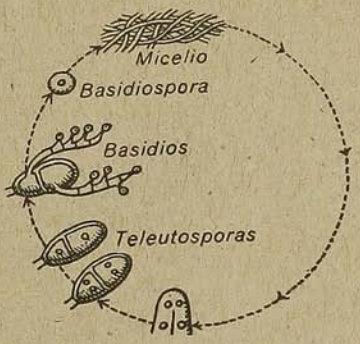


FIG. 246. Ciclo de desarrollo reducido de la *Puccinia Malvacearum*

Tanto por su biología como por su riqueza morfológica, estos hongos ofrecen un superior interés, y por este motivo vamos a tratar con algún detalle de las especies más notables.

También su comportamiento morfológico es extremadamente distinto y ofrece interés general, de modo que está indicado hablar brevemente de varios representantes característicos del grupo.

La **Puccinia** *Malvacearum* (fig. 246) presenta un proceso de desarrollo bastante sencillo, es decir, reducido. Procede de regiones tropicales, pero hace algunos decenios invadió súbitamente los países de clima templado y produjo una seria epidemia. Tiene la facultad de poder atacar a todas o a casi todas las malváceas y, a menudo, las daña de tal manera que llega a causar su muerte. Y así ocurrió que en diversas comarcas pocos años después de la aparición del hongo apenas se encontraba malvácea alguna: todas habían sido víctimas de la epidemia. Desde entonces ha quedado el hongo connaturalizado en Europa. Sin embargo, ya no se presenta en forma tan peligrosa, cosa que se ha observado análogamente en epidemias bacterianas. Cuando una hoja de malva es atacada por una espora de *Puccinia Malvacearum*, la espora germina pronto y un tubo germinativo penetra en la planta hospitalaria, ramificándose muy pronto y desarrollando en poco tiempo un fuerte micelio. Debajo de la epidermis de la hoja se forman entonces pequeñas capas a modo de almohadillas, en las cuales el micelio se ramifica mucho, extendiéndose hacia fuera. Pronto se rompe el tejido de la epidermis superior en pequeños puntos y las capas de hifas quedan al descubierto; por copulación de cada dos células de las hifas se forman hifas de dos núcleos. En el extremo de cada una de estas hifas estiradas se forma una espora fusiforme, de dos células,

que está rodeada por una membrana resistente, una *teleutospora*. Cada una de las células tiene, sin embargo, en la pared gruesa, un punto delgado, el *poro germinativo* (fig. 247, II, III). Tan pronto como los dos núcleos de cada teleutospora se han fusionado formando un núcleo diploide y se presenta un tiempo algo húmedo, se efectúa la germinación de las esporas generalmente caídas, de modo que del poro germinativo sale un tubo germinativo de cuatro células (división reductiva). Este tubo germinativo representa los basidios (fig. 247). Cada una de las cuatro

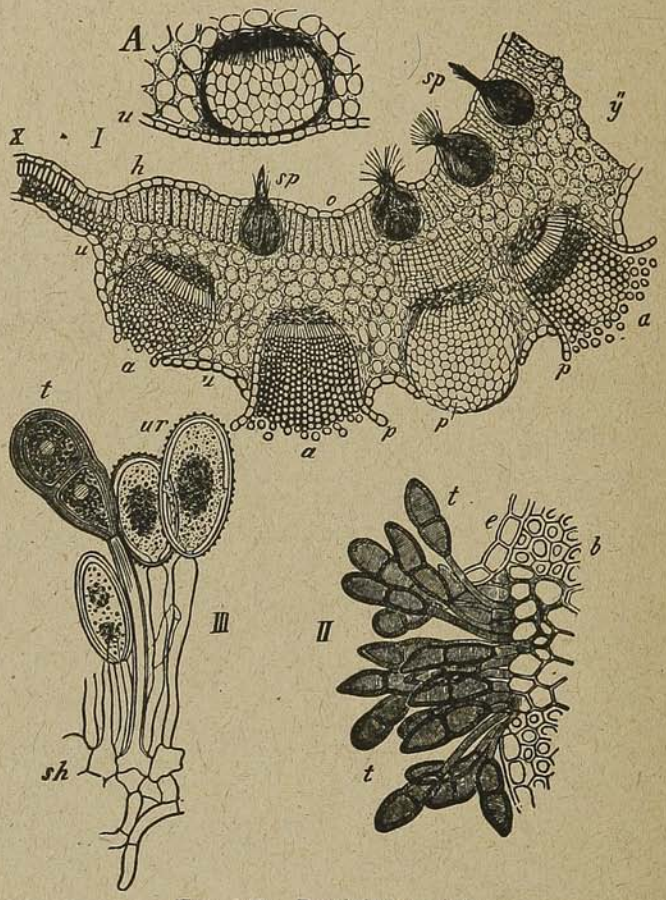


FIG. 247. *Puccinia graminis.*

I, corte de una hoja de *Berberis* con ecidios (*a*); *p*, peridio de los mismos; *u*, envés; *o*, haz de la hoja, engrosada a causa del hongo en la porción *xy*; *sp*, espermogonios de la cara superior de la hoja. *A*, un ecidio joven, no abierto todavía. II, soro, con teleutosporas (*t*), sobre una hoja de *Triticum repens*; *e*, epidermis de la misma. III, uredosporas, sobre la misma planta (*ur*), con una teleutospora (*t*). (Según Sachs y De Bary)

células del mismo produce un corto apéndice (esterigma), en el cual se forma una basidiospora unicelular. También estas esporas germinan en seguida cuando las condiciones de vegetación son favorables, son arrastradas por el viento, penetran mediante un tubo germinativo en una planta nutritiva y en su micelio forman de nuevo teleutosporas del modo antes descrito. Es evidente que con una multiplicación de esta clase, no interrumpida, y dado el número enorme de las esporas formadas, la propagación del hongo de una planta a otra ha de efectuarse muy rápidamente.

En muchas otras especies de esta familia este proceso evolutivo se complica ya algo más. En vez de una sola clase de esporas se forman varias. Unas son unicelulares, con membrana delgada (fig. 247, III, *ur*), capaces de germinar así que

alcanzan la madurez, emitiendo un tubo o filamento que realiza directamente la infección penetrando en la planta. Sólo en época más adelantada, generalmente a fin de verano o en otoño, o cuando circunstancias desfavorables de vida provocan su formación, se producen entremezcladas con las esporas que acabamos de mencionar, otras segundas esporas de forma muy diversa, que acaban por constituir ellas solas el conjunto del grupito o soro (fig. 247, II, III, *t*). Éstas son generalmente bicelulares, con membrana gruesa ; resisten el invierno sin menoscabo de su facultad germinativa y se desarrollan en la primavera próxima, formando un basidio, con sus esterigmas y sus diminutas esporas. Las esporas unicelulares, nacidas en verano, se llaman *uredosporas ;* las que se forman más tarde, reciben el nombre de *teleutosporas*.

La mayor parte de las especies de Pucciniáceas posee todavía una tercera suerte de esporas, resultando con ello aún más complicado su ciclo evolutivo. Una planta atacada por una basidiospora haploide, mononuclear, de cualquiera

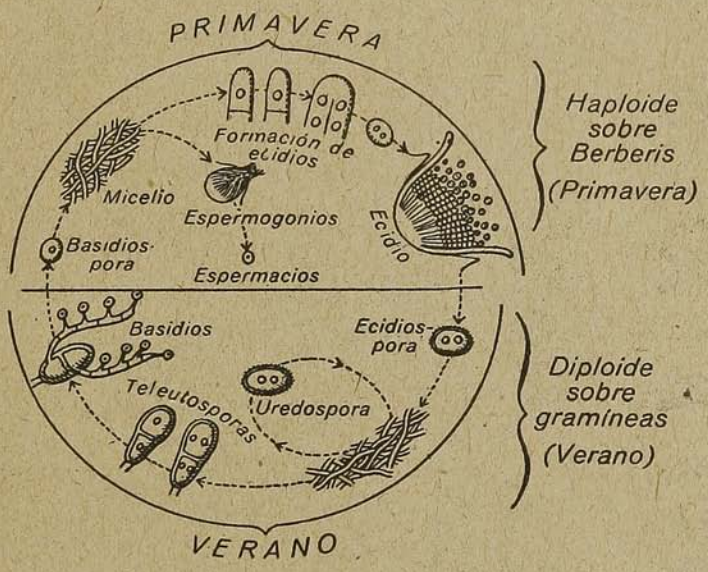


FIG. 248

Ciclo de desarrollo de la *Puccinia graminis* (respectivamente *Aecidium Berberidis*)

de estas especies presenta durante la primavera, en la superficie de la región invadida, unas a modo de diminutas tacitas, de color anaranjado o rojo claro, los llamados *ecidios* (fig. 247, I, *a*). Los ecidios se forman debajo de la epidermis de la planta parasitada, son en un principio globulosos y constituyen otro modo de multiplicación de estas especies. En la base de los mismos existe una capa de hifas gruesas y cortas, en empalizada, que producen en su extremo series de células dispuestas en cadenitas. Así formados estos aparatos reproductores, muy pronto se desgarra la epidermis debajo de la cual se han originado, y también la cubierta de una sola capa de células que los rodea, llamada *peridio*, dando lugar a la formación de las tacitas de que hemos hecho mención ; las cadenitas de esporas, las *ecidiosporas*, nacidas en su interior, quedan libres entonces, y son diseminadas luego por el viento. Así que una ecidiospora cae sobre una planta adecuada, germina, y el filamento vegetativo que se forma, penetra en el interior de aquélla, donde desarrolla un micelio. Hasta aquí su desarrollo es análogo al de las uredosporas. Las Pucciniáceas que poseen ecidiosporas suelen presentar todavía otro tipo de aparato reproductor. Así como los ecidios nacen casi exclusivamente en el envés de las hojas, en el haz se forman pequeños aparatos esporíferos llamados *picnidios* o *espermogonios* (fig. 247, I, *sp*). Los picnidios son cavidades, que segregan néctar, en forma de botella, abiertas hacia el exterior de la hoja, cuyas paredes están revestidas de hifas radiales, que engendran, dirigidas hacia el eje del conceptáculo, cadenitas de esporas muy diminutas y de membrana tenue, tal vez *espermacios*.

Su significación respecto del desarrollo del hongo es todavía desconocida. Según modernos datos, los ecidios representan la generación femenina, que envía hebras micelianas (es decir, tricoginas ramificadas) a las aberturas de los estomas, en los cuales penetran los núcleos de los espermacios y efectúan la formación de núcleos aparejados en el interior de la hoja.

Las ecidiosporas binucleares germinan y producen un micelio dicariótico, del cual durante el verano ordinariamente se forman tan sólo uredosporas de dos núcleos. Solamente hacia el otoño se presentan las teleutosporas, en las cuales la fusión de los dos núcleos se efectúa y de ellos en la siguiente primavera, por división reductiva simultánea, se desarrollan los basidios con sus cuatro basidiosporas haploides cada uno.



FIG. 249. *Euphorbia cyparissias.*
A, planta atacada por *Uromyces pisi*; *B*, planta normal

El fenómeno más sorprendente, que se presenta en las Pucciniáceas y tal vez en el reino vegetal, sin embargo, consiste en que los aparatos de fructificación de una misma especie — a lo menos en parte — se realizan sobre diferentes plantas. Se efectúa esto apareciendo el hongo sobre una planta hospitalaria con ecidiosporas y espermogonios, y sobre otra uredosporas y teleutosporas, mientras que las basidiosporas se forman en el suelo.

Expondremos, como ejemplo, la evolución del hongo que, a causa de los grandes daños que ha producido en la agricultura, es conocido desde hace siglos (fig. 248).

La **Puccinia** *graminis* necesita para su desarrollo dos plantas donde hospedarse, gramínea y agracejo. En las hojas del último aparecen al principiar la primavera pústulas de color amarillo claro, que representan las formas ecídicas de la *Puccinia graminis*. Las ecidiosporas se marchitan luego y para poder germinar necesitan ir a parar a una determinada gramínea. Todas las demás esporas perecen. En las gramíneas, es decir, en nuestro caso, los cereales, las ecidiosporas germinan, penetran en ellas con el tubo germinativo y forman un robusto micelio, hasta que, al cabo de corto tiempo, proceden a la formación de uredosporas (fig. 247, III) y por último a la de teleutosporas (fig. 247, II), constituyendo estas dos formas de fructificación la temida *roya de los cereales*. Las últimas esporas resisten el invierno y forman en primavera (fig. 247) basidiosporas, que mueren si no llegan a las hojas del agracejo. En éste principia nuevamente el hongo su ciclo evolutivo con la formación de ecidios. Con esta marcha del desarrollo del hongo es claro que éste necesariamente debe desaparecer cuando le falta una u otra de las plantas que la hospedan, es decir, si durante algún tiempo dejan de cultivarse cereales, o mejor, si se destruyen totalmente los agracejos.

Las Pucciniáceas que, como la *Puccinia graminis*, tienen necesidad de dos plantas distintas para su desarrollo completo, se llaman *heteroicas*. Algunas de ellas, si bien de ordinario realizan su evolución normal parasitando dos especies vegetales distintas, no perecen aun en caso de faltarles una de las dos, pudiendo prescindir

de la formación de ecidios. En este caso las basidiosporas nacidas de las teleutosporas en la primavera, pueden atacar de nuevo, directamente, la misma especie que produjo aquéllas, donde continuará el hongo su proceso, formando otra vez uredosporas en verano y más tarde las teleutosporas. Si la planta portadora de ecidios se presenta en los años sucesivos, será atacada por las basidiosporas, que darán lugar a una nueva producción de aquéllos. Estas Pucciniáceas, que pueden prescindir en caso de necesidad de una de las dos plantas nutricias que parasitan normalmente, se llaman *heteroicas facultativas*.

De lo dicho se deduce que a cada forma ecídica deben corresponder, y corresponden en la mayoría de los casos, las otras fases reproductoras, uredosporas y teleutosporas, y recíprocamente. No obstante, es a menudo muy difícil relacionar entre sí las distintas fases de un hongo, y para muchos de ellos no se ha podido conseguir todavía.

Vamos a reseñar sucintamente las royas más importantes. El **Uromyces** *pisi* (fig. 249) es un hongo heteroico cuyas uredo y teleutosporas se forman en las hojas del guisante, constituyendo en ellas unas pequeñas pústulas de color oscuro. Los ecidios se producen sobre la *Euphorbia Cyparissias*, especie muy difundida en Europa. En este caso, el micelio invade toda la euforbia, invernando en sus rizomas, de donde se propaga a los retoños en la próxima primavera, hipertrofiados de tal manera que fácilmente se distinguen de los procedentes de rizomas sanos. En los tallos y hojas de la euforbia así infectada se desarrollan los ecidios cuyas esporas propagan la enfermedad a los guisantes.

Del género **Puccinia** hemos descrito ya la *P. graminis* de los cereales. Otras especies de *Puccinia* pueden también causarles daños de importancia. Una de ellas, la *P. rubigo vera*, ocasiona grandes perjuicios a los sembrados; los ecidios de esta especie se hallan sobre las buglosas, la *Anchusa arvensis* y otras. Cuando este hongo se presenta sobre los cereales, lo mejor es limpiar de hierbas los alrededores de los sembrados, en la seguridad de que, destruyendo las *Anchusa*, el hongo acabará por desaparecer. Otra especie dañina es la *P. coronata*, cuyos ecidios aparecen en las hojas del espino cerval, arraclán, etc.

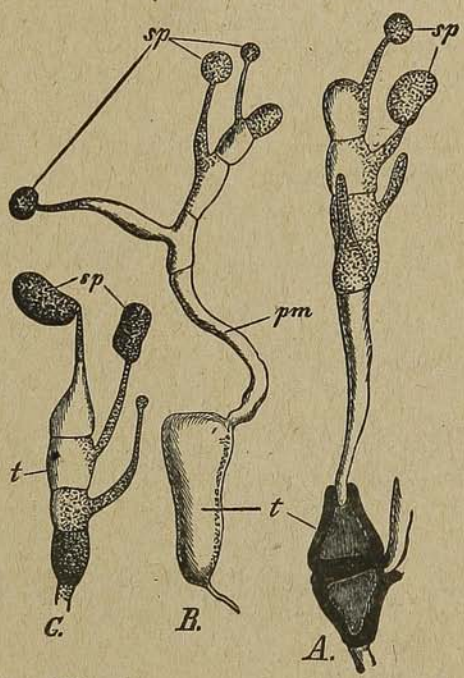


FIG. 250. Germinación de teleutosporas de varias uredíneas.

A, de *Puccinia* (por 400); *B*, de *Melampsora* (por 300); *C*, de *Coleosporium* (por 230); *t*, teleutosporas; *pm*, basidio; *sp*, basidiosporas

El género **Melampsora** se caracteriza por sus teleutosporas muy densamente reunidas en soros crustáceos de forma indeterminada, por lo regular unicelulares y sentadas. Atacan principalmente las salicáceas, fagáceas, euforbiáceas, etc. La *M. pinitorqua* infecta el álamo temblón *(Papulus tremula)*, en cuyas hojas forma uredosporas y teleutosporas poco aparentes, sin apenas producirle daño. En cambio, la fase ecídica que se desarrolla sobre los pinos jóvenes produce verdaderos estragos en ellos, sobre todo en años de condiciones climáticas favorables. También las uredosporas y teleutosporas de la *M. tremula* se desarrollan sobre el álamo temblón, pero su fase ecídica se da en los alerces *(Larix decidua)*, cuyas hojas en los pies enfermos amarillean y se caen, acabando por perecer el árbol.

El género **Gymnosporangium** se caracteriza por sus teleutosporas reunidas en soros gelatinosos, alargados o columniformes. El *G. Sabinae* vive durante su fase ecídica en el peral, en cuyas hojas se abren los esporangios, muy grandes, hasta de 2 mm., de color anaranjado o rojo. Estos ecidios no forman tacita, una vez abiertos, como en las Puccinias, sino que permanecen cerrados en el ápice, abriéndose lateralmente mediante grietas alargadas. Las uredosporas y teleutosporas se forman en gran cantidad, constituyendo masas gelatinosas, amarillentas, sobre la corteza de la sabina *(Juniperus Sabina)* y otras especies afines. El alejamiento de las sabinas de las plantaciones de perales evita la enfermedad.

Subclase II. **Eubasidios**

Los basidios se forman aquí como continuación de las hifas ordinarias.

Orden 1.º **PROTOBASIDIOMICETOS**

Los basidios están divididos en este orden transversal o longitudinalmente.

Familia **Auriculariáceas**

Las Auriculariáceas, como las Pucciniáceas, tienen sus basidios divididos por tabiques transversales en cuatro células; cada célula del basidio origina una basidiospora sostenida por un largo esterigma. Así como en las Pucciniáceas el basidio nace de la teleutospora, en éstas lo produce directamente el micelio.

La especie más conocida es la **Auricularia** *Auricula Judae*, cosmopolita, que se halla sobre los troncos viejos del saúco. Su aparato esporífero está formado por hifas muy densamente entretejidas, y cuando húmedo, de consistencia gelatinosa, semeja por su tamaño y por su forma a una oreja, de donde el nombre con que se conoce. Se usó antiguamente como medicinal, y aun hoy se la emplea como remedio popular en algunas regiones.

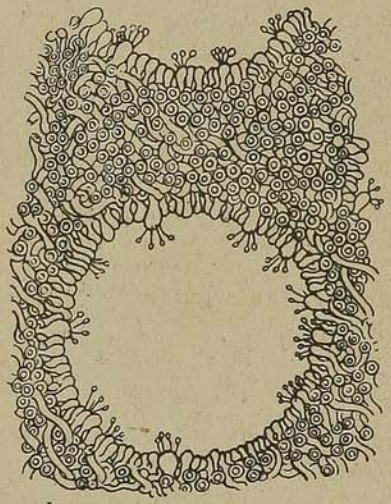


Fig. 251. *Fomes igniarius.* Sección transversal de los tubos himeniales. Aparecen los tubos recubiertos completamente en su interior por el himenio, formado de basidios y parafisas

Orden 2.º **AUTOBASIDIOMICETOS**

Los Autobasidiomicetos tienen sus basidios unicelulares, con cuatro esterigmas apicales, raramente dos, seis u ocho (fig. 251). Los aparatos esporíferos sólo raramente tienen consistencia fofa o gelatinosa, por lo general son carnosos, más o menos duros, coriáceos o hasta leñosos. Están integrados por hifas recias muy densamente entrelazadas y concrescentes. En general tienen forma característica para cada especie, y en su superficie o en su interior es donde se forman los basidios y las basidiosporas. Sólo raramente presentan formas esporíferas secundarias.

Familia **Clavariáceas**

Los hongos de esta familia presentan sus aparatos esporíferos a menudo de gran tamaño, simples, cilíndricos o en forma de clava, o

más o menos ramificados, coraliformes, con las ramitas cilíndricas o foliáceas. Estos aparatos esporíferos tienen claramente diferenciadas una zona medular y otra cortical. Esta última está recubierta en todas sus partes por una capa de basidios, formando un *basidiohimenio*.

La **Clavaria** *botrylis* es una especie de área muy dilatada, que habita los bosques sombríos con humus abundante, comestible, como otras muchas de esta familia. Tiene sus aparatos reproductores carnosos, ramificados en forma de coral, que llegan a alcanzar el tamaño de una cabeza humana, de color amarillo de limón, o más o menos rojo anaranjado.

Familia **Hidnáceas**

Las Hidnáceas, al contrario de lo que sucede en las Clavariáceas, tienen su himenio localizado en determinados puntos del aparato reproductor. La forma de éste es muy varia. En una misma especie de hongo, según el substrato y la mayor o menor cantidad de substancias nutricias de que ha podido disponer para su desarrollo, puede variar mucho, desde la forma crustácea, por ejemplo, hasta la de sombrerito con su pie, más característica de las especies de otras familias. Los basidios, sin embargo, tapizan siempre eminencias del aparato esporífero en forma de puntas o agujas, que en los ejemplares con pie y sombrerillo ocupan la cara inferior de éste.

Todas las especies del género **Hydnum**, de tamaño suficiente y de consistencia carnosa, pueden utilizarse como comestibles. Viven en los bosques, con frecuencia en colonias.

Familia **Poliporáceas**

Los hongos de esta familia tienen sus aparatos esporíferos de forma constante, muy característica para cada género y especie, y sus basidios se forman en regiones muy bien definidas de los mismos (fig. 252). Todos ellos tienen en alguna parte del aparato reproductor, generalmente en la cara inferior del sombrerito, cavidades más o menos profundas y de forma diversa, a menudo parecidas a los tubos prismáticos de los panales; en otros casos, menos regulares, cavernosas, formando canales, etc., con sus paredes recubiertas por el himenio, donde se forman las basidiosporas (fig. 251).

El **Merulius** *lacrymans* es un hongo cuyo aparato esporífero carece todavía de forma determinada y precisa cual la tienen en general los de esta familia. Se le halla en los bosques, principalmente de coníferas, donde es relativamente raro, y causa poco daño. Si, por el contrario, un árbol parasitado por el *Merulius*, que es perenne, se utiliza en la construcción, en forma de viga, por ejemplo, o una de éstas o una tabla se infectan directamente con las esporas del hongo, a poco que la habitación sea húmeda, el micelio se desarrolla con gran rapidez en todas direcciones, y los daños que causa pueden ser de gran consideración. Son particularmente favorables para el desarrollo de esta especie las habitaciones poco ventiladas y de atmósfera húmeda. En estos casos el micelio se corre a las maderas vecinas, propagándose de unas a otras, y acabando por invadir todas las de la casa en pocos meses si ha encontrado condiciones de vida adecuadas. En su desarrollo segrega zimasas que actúan sobre la madera y la vuelven blanda y quebradiza, de modo tal que se desmenuza entre los dedos a la más ligera presión. En este estado la madera absorbe y difunde el agua a su través con gran facilidad a modo de una esponja. El micelio del *Merulius* actúa asimismo de conductor de agua

cediéndola constantemente a la madera invadida, por donde resulta que, tomándola de las partes bajas de la casa o de los sitios húmedos, alimenta con ella las partes menos favorecidas por la humedad. Esto se hace patente bien pronto en las casas invadidas por el *Merulius*. Las paredes, si son de madera, o los techos, aparecen constantemente húmedos y huelen mal, haciendo insanas las habitaciones. Una vez el micelio se ha desarrollado extensamente y ha podido almacenar abundantes reservas, si llega a penetrar en un aposento de aire confinado y escasa luz, por ejemplo en una habitación desocupada y poco aireada, desarrolla en estas condiciones su aparato reproductor. Los aparatos esporíferos del *Merulius* son muy variables, crustáceos y aplicados sobre el substrato, de consistencia carnosa, completamente blancos al principio, pardos más tarde, y con arrugas superficiales o irregularmente asurcados. En su cara superior es donde se forma el himenio, con los basidios y las esporas en gran cantidad. Las esporas del *Merulius*, que se esparcen fácilmente en el aire, son también nocivas a la salud, provocando irritaciones en las vías respiratorias.

En los géneros **Polyporus** y **Fomes**, la parte fértil del aparato reproductor está compuesta de innumerables tubos, por lo regular

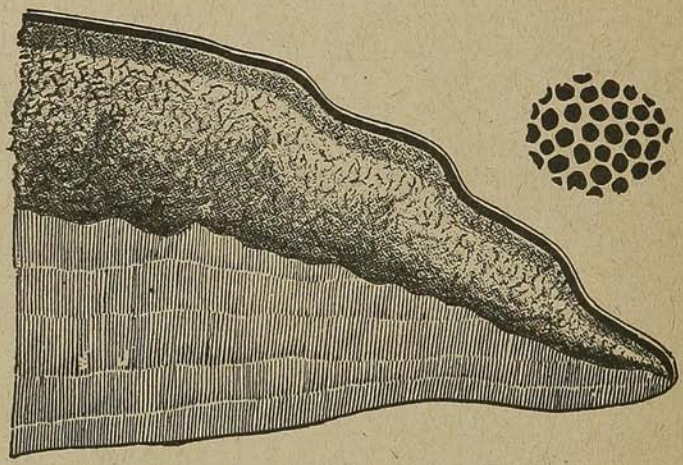


FIG. 252. *Fomes fomentarius.*
Sección vertical de un aparato esporífero, con las capas tubulíferas en la parte inferior, y el estrato de yesca en la superior. En la parte superior derecha la sección transversal de un pequeño fragmento de la región himenial tubulosa, muy aumentado

densamente apretados, que se abren al exterior a la manera de un panal de poros muy diminutos, pero visibles a simple vista. En las paredes de estos tubos se forman los basidios y las basidiosporas.

El **Polyporus** *destructor* puede desarrollarse en la madera de construcción, lo mismo que el *Merulius*, y aun algunas veces se ha confundido con éste. Se distingue fácilmente, sin embargo, porque no provoca como aquél la absorción del agua, ni la humedad característica en las maderas atacadas. Hay que procurar su extinción dondequiera que se presente, pues ha llegado a causar grandes daños.

El **Polyporus** *officinalis* es el agárico blanco, que se usó mucho antiguamente, y aun hoy, como purgante drástico; contiene un principio activo resinoso. Se cría sólo en los alerces (*Fungus laricis* o *Agaricus albus*).

El **Fomes** (*Polyporus* y *Ochroporus*) *fomentarius* (fig. 252) es el agárico yesquero, que tuvo mucha importancia antiguamente. Habita en Europa y América, sobre los troncos de hayas, abedules, etc., abundando en determinadas regiones; los árboles atacados sufren daños de mayor o menor importancia, en muchos casos llegan incluso a perecer. Los aparatos esporíferos alcanzan gran talla y son muy duros; la cara inferior de los mismos, constituída por los tubos recubiertos por el himenio, tiene gran consistencia; la superior, por el contrario, más floja, está formada

de hifas finas, y es la que se utiliza para obtener la yesca, tratándola por una solución de nitro, después de contundirla fuertemente, y desecando luego el producto. La yesca se usó mucho para encender fuego y para restañar la sangre ; es el *Fungus chirurgorum*.

El **Fomes** *igniarius* es muy parecido al anterior, pero la parte superior del aparato esporífero, más dura, da una yesca de mala calidad ; vive en la mayor parte del globo, sobre árboles muy variados.

El género **Boletus** comprende especies cuyo aparato esporífero está constituído por un sombrerillo con pie central ; en la cara inferior del mismo están los tubos himeniales. Comprende este género gran número de especies, muchas de ellas comestibles. El **Boletus** *bulbosus* (= *B. edulis*) es uno de los más apreciados.

Familia **Agaricáceas**

Las Agaricáceas comprenden gran número de especies caracterizadas por sus aparatos esporíferos de consistencia carnosa, compuestos de un sombrerillo con pie central o más o menos excéntrico, en cuya

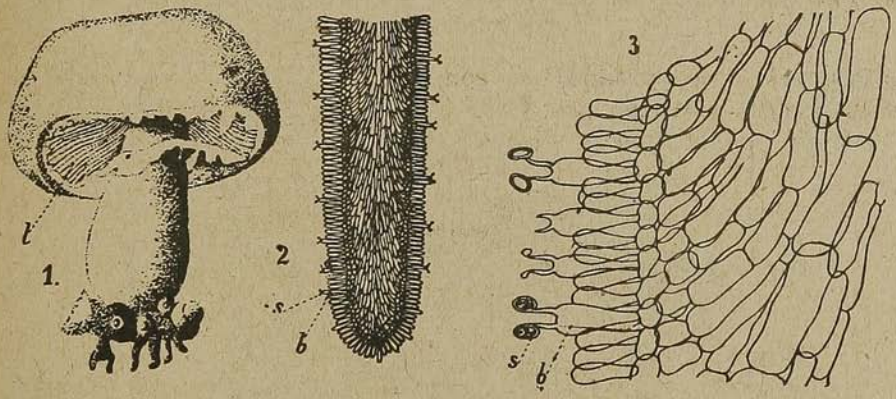


Fig. 253. Un basidiomiceto, el *Agaricus (Psalliota) campestris*.
1, aparato esporífero, con restos micelianos en su base ; *l*, láminas himeniales ; 2, una lámina recubierta por el himenio, vista en sección y bastante aumentada ; 3, el borde de la misma muy aumentado, con basidios (*b*) y esporas (*s*). (Según Sachs)

cara inferior existen láminas o pliegues radiantes que parten del punto de inserción de dicho pie y se dirigen a los bordes del sombrerillo. Esas láminas o pliegues están recubiertos por el himenio (fig. 253).

Es digno de mención el hecho de poseer varios hongos de esta familia tubos laticíferos. Se encuentran éstos en el aparato reproductor, constituídos por hifas especiales, gruesas, muy ramificadas, repletas de un jugo lechoso blanco, amarillento o rojizo, que se puede fácilmente poner de manifiesto con sólo pinchar el hongo apretándolo con alguna fuerza.

En las Agaricáceas es muy frecuente que el micelio sufra determinados cambios para sustraerse a condiciones poco favorables para su vida, dando lugar a la formación de los *esclerocios* y *rizomorfos*.

Los *esclerocios* se forman por apelotonamiento en masas compactas de las hifas micelianas muy ramificadas, y con abundantes reservas nutricias. Las capas exteriores del esclerocio, constituidas por hifas

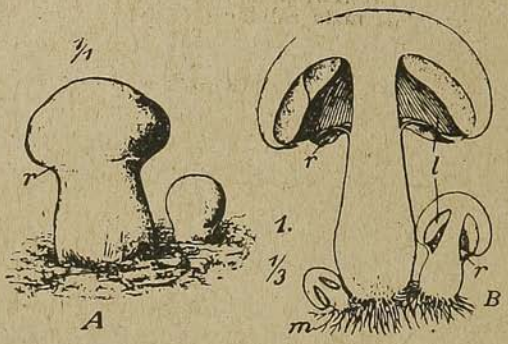


FIG. 254. *Agaricus (Psalliota) campestris.*
A, aparato esporífero joven, con el anillo todavía adherido a los bordes del sombrerillo; *B*, ejemplar adulto con otros dos jóvenes, vistos en sección longitudinal; *r*, anillo; *l*, láminas; *m*, micelio

reunidas en falso parénquima, son muy consistentes, casi leñosas. Los esclerocios alcanzan proporciones notables, y no es raro hallarlos de tamaño mayor que la cabeza humana. Pueden resistir durante

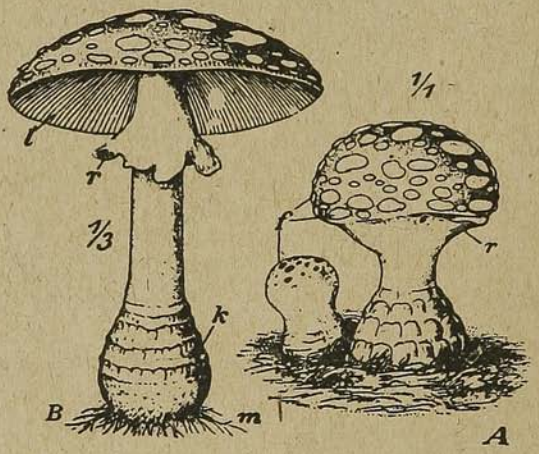


FIG. 255. *Amanita muscaria.*
A, aparatos esporíferos jóvenes, el de la izquierda con su cubierta externa (*f*) que empieza a desgarrarse, reducida a porciones sueltas en el de la derecha; en éste el anillo (*r*) se separa ya del borde del sombrerillo. *B*, ejemplar adulto con el pie bulboso (*k*), y el anillo (*r*) y las láminas (*l*) claramente visibles; *m*, micelio

largo tiempo condiciones desfavorables de temperatura y humedad, en estado de vida latente, pasadas las cuales producen nuevamente aparatos reproductores. A causa de las reservas nutricias que contienen, muchos de ellos son comestibles.

Los *rizomorfos* se originan a menudo en los esclerocios y se asemejan por su aspecto exterior a las raíces de las plantas superiores. Examinado al microscopio, sin embargo, un corte transversal de un rizomorfo, se le ve constituído exclusivamente por hifas, dispuestas más flojamente hacia el eje y más blancas, y por el contrario, densamente apretadas, formando un seudoparénquima y de color pardo o negro, en la periferia. Son particularmente notables los rizomorfos de una Agaricácea muy conocida, la **Armillaria** *mellea*, que vive parásita en los troncos de árboles diversos ; alcanzan con frecuencia muchos metros de longitud y algunos milímetros de grueso, y poseen crecimiento terminal. Se desarrollan con gran rapidez entre la corteza y el leño de las coníferas, abriéndose paso a través del cámbium, y sustrayendo de los tejidos de la planta parasitada las substancias nutricias que necesitan para su vida. Los rizomorfos emiten en todas direcciones finos cordones de hifas que penetran en el leño provocando su desorganización. Son también los rizomorfos agentes de difusión del hongo, corriéndose desde un árbol atacado, por bajo tierra, hasta alcanzar las raíces de otro, penetrando en ellas y subiendo a lo largo del tronco después.

De esta numerosa familia de hongos sólo mencionaremos las especies más notables.

El género **Lactaria** se caracteriza por sus tubos lacticíferos. La **Lactaria** *deliciosa*, conocida con los nombres de *Mízcalo*, *Níscalo*, *Rovellón*, etc., es una de las especies de hongo más estimada, a pesar de su aspecto sospechoso. Si su aparato esporífero se hiere, fluye de la herida un jugo anaranjado, que pronto se espesa y concreta tomando una coloración verde.

La **Psalliota** o **Agaricus** *campestris* es, sin duda, la más conocida de las Agaricáceas: el *Hongo* o *Champignon*, por excelencia (figs. 253 y 254); vive en las praderas y claros de los bosques, jardines, etc., de gran parte del Globo. Se cultiva, además, en gran escala.

La **Amanita** *muscaria* (fig. 255) de los bosques de Europa, África y América boreal, se distingue por su sombrerito rojo con placas blancas, y es muy llamativo. Es de los hongos más venenosos. En el Sur de Europa vive la **Amanita** *caesarea*, llamada *Oronja*, que ofrece cierta semejanza con la anterior y es muy estimada por lo delicado de su carne. Se distingue de la *A. muscaria* por las láminas del sombrerito, que son amarillas, y no blancas como las de aquélla. Otra especie de este género, la más venenosa de todas, es la **Amanita** *phalloides*.

El **Cantharellus** *cibarius*, de los bosques de Europa y América, se reconoce fácilmente por los pliegues de su sombrerito, decurrentes a lo largo del pie ; tiene color amarillo de huevo y es comestible, muy estimado.

Familia. **Faláceas**

Estos hongos son muy interesantes por las formas a menudo vistosas y llamativas de sus aparatos reproductores. La mayoría despiden fuerte olor, por lo general muy desagradable, que atrae a los insectos. Éstos actúan como agentes diseminadores de las esporas.

Los aparatos esporíferos de las Faláceas son esféricos u ovoideos antes de madurar, envueltos por una túnica carnosa o gelatinosa completamente cerrada, la llamada *volva*. En su interior se encuentra una masa de hifas, la *gleba*, con numerosas cámaras, cuyas paredes están tapizadas por una capa de basidios.

Llegada la madurez del aparato reproductor, la gleba es levantada hacia lo alto por un *soporte* o *receptáculo*, que por su considerable desarrollo desgarra la volva en su ápice, quedando luego ésta como una piltrafa gelatinosa en la base de aquél. Una vez desarrollado el receptáculo, se licúa el contenido de la gleba, que fluye gota a gota por el ápice del mismo, llevando consigo gran número de basidiosporas.

Del género **Phallus** es especie muy conocida, propia del hemisferio boreal, el *Phallus impudicus*, de forma llamativa. Vive principalmente en los bosques más espesos y sombríos, y despide un olor muy repugnante de carne putrefacta, que descubre su presencia aun antes de ser visto.

Familia **Licoperdáceas**

Esta familia es afín de la anterior. Se diferencia de ella por la cubierta del aparato reproductor, el *peridio*, no desgarrado en la madurez por el receptáculo, sino dehiscente, regular o irregularmente.

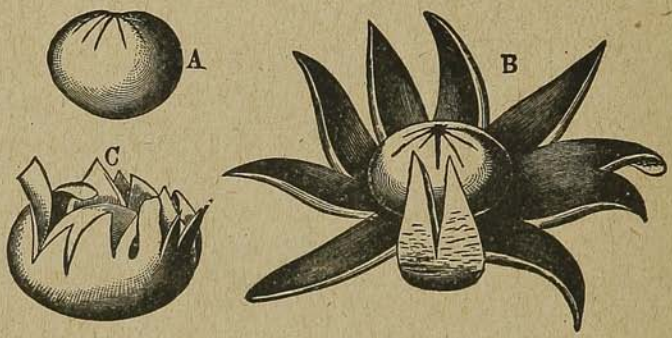


FIG. 256. *Geaster hygrometricus.*
A, aparato esporífero joven; *B*, el mismo, ya desarrollado, con el peridio externo separado de la capa interna del mismo, y en la posición que adopta cuando el aire es húmedo; *C*, el peridio externo extendido, en aire seco. (Según Corda)

El interior del aparato esporífero lo ocupa por completo la gleba, dividida en multitud de pequeños compartimientos, con las paredes tapizadas por el himenio.

Son comestibles cuando jóvenes las especies del género **Lycoperdon**, conocidas vulgarmente como *Pedos de lobo*. Sus aparatos esporíferos, más o menos globulosos, tienen un corto pedúnculo. Antes de la madurez están compuestos de hifas completamente blancas, y tienen consistencia carnosa. Más adelante, aparece negro su interior por la gran cantidad de esporas formadas y, una vez maduras, se abre irregularmente el peridio en el ápice y el viento disemina las esporas.

Parecida a las anteriores es la **Globaria** *bovista*, que alcanza hasta 40 cm. de diámetro, de las praderas del hemisferio boreal. Es comestible cuando joven, antes de madurar las esporas.

Las especies del género **Geaster** se distinguen fácilmente de las anteriores. El peridio es doble; el externo, generalmente de cierto grueso, y coriáceo o suberoso, se rompe en lacinias agudas que, unidas en la base, se abren en forma de estrella, de donde el nombre genérico de *estrellas de tierra* con que se conocen estos hongos. El peridio interno, papiráceo, queda envolviendo la gleba, y se abre en el ápice por un pequeño poro (fig. 256).

Familia Esclerodermatáceas

A esta familia pertenece la **Scleroderma** *vulgare*, con aparatos esporíferos duros, atenuados en la base en un corto pie poco aparente. Una sección transversal de los mismos recuerda la de las trufas. Se distingue, no obstante, por las celdillas claramente perceptibles de la gleba, que está atravesada por vetas claras y oscuras. Las pequeñas cámaras o celdillas de la gleba están repletas de diminutas basidiosporas negruzcas. A pesar de que esta escleroderma es venenosa, se emplea a veces para falsificar la verdadera trufa de Perigord. Es fácil descubrir el engaño con auxilio del microscopio: la escleroderma tiene esporas libres, muy diminutas, sobre los basidios, mientras las de las trufas son muy grandes, verrugosas o espinositas encerradas en *ascos* globulosos.

Apéndice a las Clases II y III

Hongos imperfectos *(Fungi imperfecti)*. Se incluyen en este Apéndice los hongos que no poseen *ascos* ni basidios, y tienen micelio pluricelular. En parte se pueden considerar como formas conidianas de los Ascomicetos, otros como formas micelianas de posición sistemática completamente desconocida.

Entre aquéllos se incluyen las *Mycorrhiza*, de filamentos muy delicados, que viven simbióticamente en las raíces de las plantas superiores.

APÉNDICE A LOS HONGOS

Líquenes

Hace cincuenta años nada más, los Líquenes se consideraban como una clase del reino vegetal bien caracterizada e independiente, de igual categoría que las que comprendían las Algas y los Hongos. Se había observado ya, realmente, con auxilio del microscopio, que el talo de los líquenes está constituido por dos clases de elementos, unos de ellos muy semejantes a ciertas algas ya conocidas, otros de gran parecido con determinados hongos; pero sólo desde la época dicha se ha fijado claramente su verdadera naturaleza, y consiguientemente su importancia sistemática. Se trata de organizaciones complejas, que hay que considerar, bien como *simbiosis* entre hongos y algas, o como casos de verdadero parasitismo de hongos sobre algas (fig. 257). Por esta razón han dejado de constituir una clase independiente en Sistemática, y se estudian como un apendice de los hongos.

La constitución compleja de los Líquenes ha llegado a demostrarse experimentalmente de modo que no deja lugar a dudas; se ha visto cómo una colonia de determinada especie de algas puede ser envuelta y apresada por las hifas de un hongo, y como luego, del íntimo enlace de ambos, se origina una especie también conocida y determinada de Liquen.

Por lo que se refiere a la constitución del talo, se distinguen fácilmente dos grupos de Líquenes: los llamados *homómeros* y los *heterómeros*.

En el primer caso, el hongo vive sobre colonias de algas que le aventajan por su volumen, entre cuyas células, llamadas *gonidios*

(fig. 257), se hallan relativamente escasas las hifas de aquél. Los filamentos micelianos no llegan a constituir en este caso una capa homogénea; por el contrario, envuelven el alga en todas direcciones de manera desordenada. En los Líquenes *heterómeros* (fig. 260) sucede al revés. El hongo constituye la mayor parte de los mismos, y las células del alga son mucho más escasas. Consiguientemente, en este caso, es el hongo el que moldea la forma del liquen, de manera más o

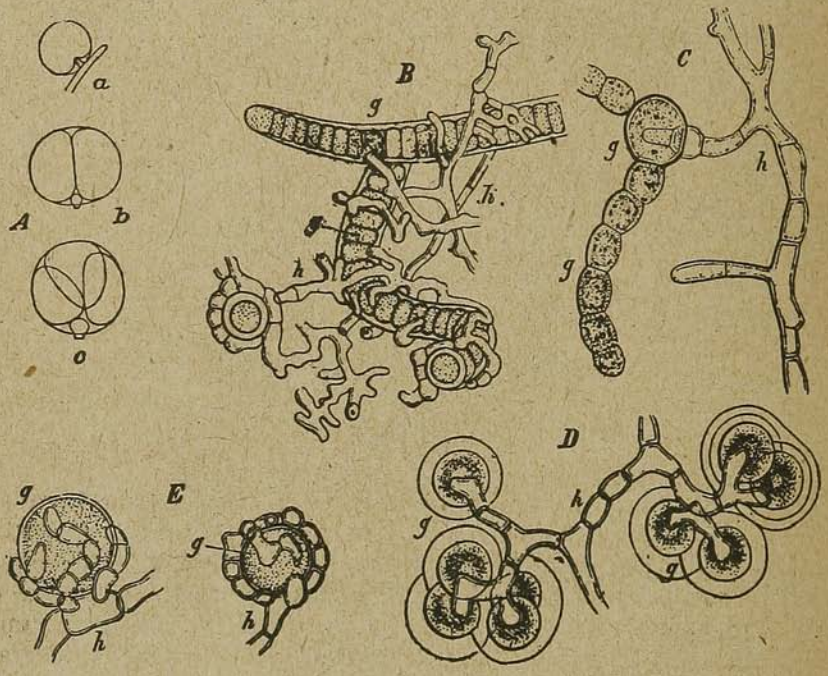


FIG. 257. Gonidios liquénicos.
g, con hifas envolventes *h*. *A*, espora de *Xanthoria parietina* germinando sobre *Pleurococcus viridis*. *B*, filamento de *Scytonema* envuelto por el *Stereocaulon ramulosum*. *C*, una hifa de *Physma compactum* penetrando en un filamento de Nostoc. *D*, *Synalissa symphorea*, cuyos gonidios son células de *Gloeocapsa*. *E*, *Cladonia furcata*. (Según Bornet)

menos exclusiva, mientras el alga ocupa sólo zonas bien delimitadas del talo liquénico.

Por su morfología externa, los Líquenes pueden ser *filamentosos*, *gelatinosos*, *foliáceos* (fig. 261, *B*), *fruticulosos* (figs. 258 y 262) y *crustáceos* (fig. 261, *A*); los *litoliquenes* son líquenes crustáceos cuyas hifas corroen las rocas sobre las cuales se desarrollan, penetrando en su interior a veces hasta 20 mm. de profundidad.

El aparato reproductor de los Líquenes varía extraordinariamente. No nos sorprenderemos de ello si consideramos que los hongos que los integran, asociados con las algas, pueden pertenecer a los más variados grupos, y que es el hongo precisamente el que produce los aparatos esporíferos de los Líquenes. Tanto ello es así, que en algunas obras rigurosamente sistemáticas no se estudian estos vegetales formando

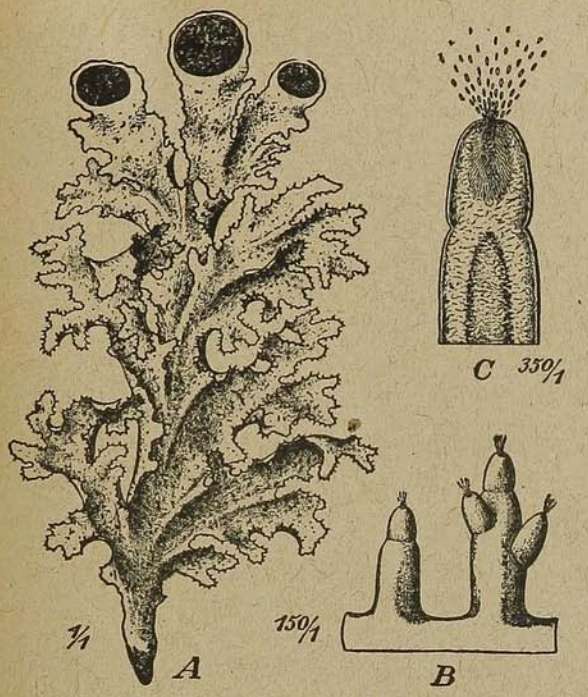


FIG. 258. *Cetraria islandica.*

A, ejemplar con tres apotecios en el ápice (por 1); *B*, fragmento de un lóbulo del mismo con espermogonios (por 150); *C*, sección longitudinal de un espermogonio, con salida de los espermacios (350/1)

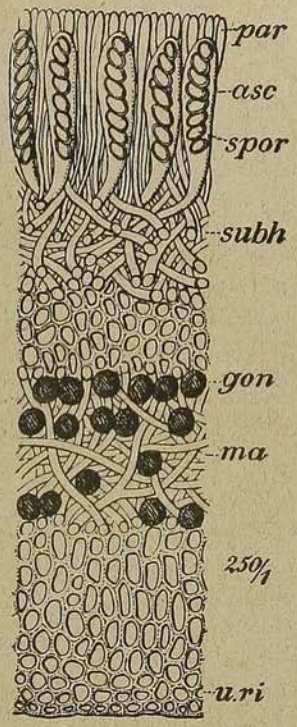


FIG. 259. *Cetraria islandica:* sección de un apotecio (por 550)

par, parafisos; *asc*, ascos, con sus esporas, *spor*; *subh*, capa subhimenial; *gon*, gonidios; *ma*, capa medular; *u.ri*, capa cortical inferior

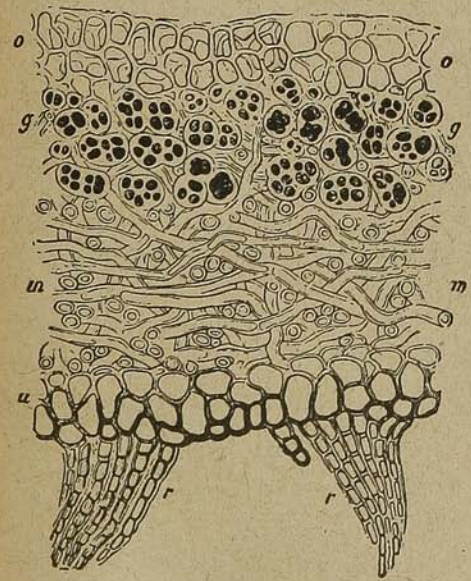


FIG. 260. Sección del talo heterómero de la *Sticta fuliginosa* (por 500).

o y *u*, capa cortical de las caras superior e inferior, respectivamente; *m*, capa medular; *g*, zona gonídica; *r*, rizoides. (Según Sachs)

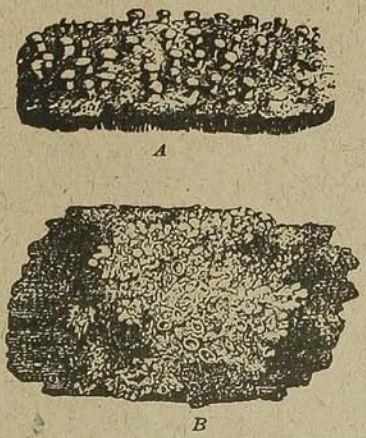


FIG. 261

A, *Baeomyces roseus*, liquen crustáceo; *B*, *Parmelia parietina*, liquen foliáceo

grupo aparte, sino que, según sean los hongos que los constituyen, se incluyen en las respectivas familias de asco o basidiomicetos. La mayor parte de ellos son *Ascolíquenes*, por pertenecer el hongo a los Ascomicetos, y sólo unas pocas especies corresponden a los Basidiolíquenes. Así como el hongo que forma parte de un liquen se reproduce normalmente, por ascos o basidios, el alga, por el contrario, sólo se multiplica por esquizogénesis, perdiendo toda otra forma de reproducción.

Los Líquenes se multiplican también, aparte la reproducción por ascosporas o basidiosporas que produce el hongo, de manera simplemente vegetativa, mediante los llamados *soredios*, a los cuales se debe, en gran parte, la difusión de estos vegetales. Los soredios se forman separándose del talo, en determinada época y en ciertas regiones del mismo, algunas células o grupos de células del alga liquénica, envueltas por hifas vivas del hongo. Por razón de su peso insignificante son llevados fácilmente por el aire, que los difunde de manera prodigiosa. Si aciertan a caer en sitio adecuado, a poco que les sean favorables la humedad y demás condiciones del ambiente, el alga empieza al punto a multiplicarse por división, y el hongo, asimismo, desarrolla sus hifas rápidamente, de lo cual resulta al poco tiempo la formación de un nuevo liquen de la misma especie que el que originó el soredio. Debido a esa fácil dispersión y a la sobriedad y resistencia de muchos líquenes, suelen ser ellos los primeros vegetales que pueblan terrenos todavía desprovistos de toda otra clase de vegetación, o en los cuales no sería posible la vida de cualesquiera otras plantas, las más altas cumbres de las montañas, por ejemplo, o los peñascos más empinados sin vestigios siquiera de tierra vegetal. Las mismas algas necesitan de la humedad y, aparte muy raras excepciones, no habitan nunca lugares constantemente secos. Asociadas a los hongos no obstante, en el interior de los Líquenes, están protegidas por las hifas de aquéllos, y pueden desarrollarse fácilmente resistiendo las estaciones más extremadamente secas, sin que pueda probarse de manera concluyente que las hifas micelianas tengan la propiedad de absorber la humedad atmosférica. De todo ello se infiere que, en la simbiosis liquénica, las algas obtienen el beneficio de la protección contra la escasez del agua, pudiéndose multiplicar sin intermitencias, aprovechándose los hongos, en cambio, de los alimentos hidrocarbonados que producen aquéllas.

Orden 1.º ASCOLÍQUENES

Están constituídos por Ascomicetos que viven en simbiosis con algas.

La **Sticta** *pulmonacea* es un liquen foliáceo de gran talla, frecuente sobre todo en las montañas, adherido a los troncos de árboles viejos ; se conoce con el nombre de *pulmonaria*, y se usó antiguamente en Medicina.

La **Cetraria** *islandica* es el *liquen* por antonomasia (figs. 258 y 259), llamado también *liquen de Islandia ;* es oficinal y se emplea con éxito para combatir las afecciones del aparato respiratorio. Vive en lugares despejados de las montañas, y aun en grandes masas en las llanuras de las tierras norteñas, cubriendo a menudo dilatadas extensiones de terrenos improductivos.

La **Cladonia** *rangiferina* ofrece gran interés. Vive muy común en los bosques secos y matorrales de casi toda Europa, y en general en las zonas templadas y frías del mundo entero, hasta las tierras polares. Si éstas llegan a ser habitables, hasta cierto punto, se debe a la *Cladonia*, que constituye durante gran parte del año el único alimento de los renos en aquellas inhospitalarias regiones.

No deja de tener interés, sobre todo para el comercio de determinados países, la **Roccella** *tinctoria*, la *orcela* u *orchilla*, liquen fruticuloso que vive en las rocas y peñascos marítimos de la región mediterránea y de las zonas subtropicales y tropical, donde se recolecta en cantidad.

De esta especie y de otras afines se obtienen substancias colorantes rojas o violetas muy estimadas, como la *orchilla*, que se utiliza para teñir la seda y la lana. También se obtiene de ella la materia colorante llamada *tornasol*, tan usada en química.

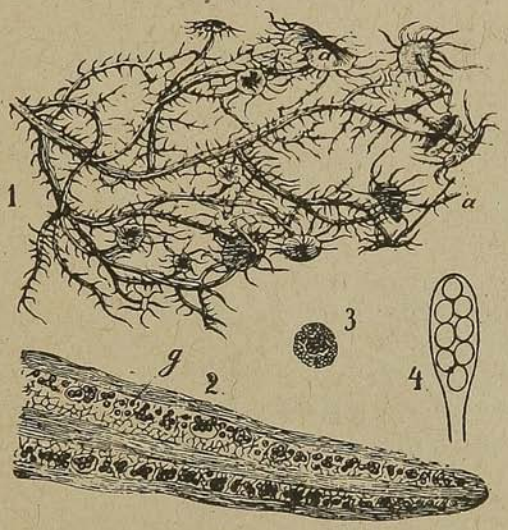


FIG. 262. *Usnea barbata*, liquen fruticuloso.
1, fragmento del talo, con los apotecios *a*; 2, sección longitudinal del extremo de una ramita talina, con la zona gonídica *g*; 3, soredio, o sea gonidios, separados del liquen y rodeados de hifas; 4, asco del apotecio. Las dos últimas figuras muy aumentadas. (Según Sachs)

Es digna de mención, finalmente, la **Usnea** *barbata* (fig. 262), no como especie útil, sino por ser cosmopolita, de aspecto singular y muy llamativo. Sobre todo en las zonas elevadas de las montañas, aunque también en tierra baja, se la ve colgar de los árboles, formando grandes barbas o madejas, de color blanco o gris, que a menudo recubren las ramas por completo, de donde los nombres con que se conoce esta especie, *Barba de fraile, de capuchino, de encina*, etc.

Orden 2.º **BASIDIOLÍQUENES**

Están constituídos por Basidiomicetos que viven en simbiosis con algas.

Estos Líquenes no han sido conocidos hasta hace relativamente poco tiempo. Su descubrimiento alcanzó gran importancia en Sistemática vegetal, porque vino a demostrar de manera concluyente que los Líquenes no pueden constituir un grupo sistemático de la misma categoría que las algas y hongos, ya que son precisamente los

dos grupos más importantes de éstos los que integran los Líquenes en simbiosis con algas.

Entre las pocas especies de este grupo cabe mencionar la **Cora** *pavonia* de las zonas tropicales, de bella apariencia, que por su coloración y el aspecto de su superficie, recuerda las plumas del pavo real.

División XII. Embriofitas asifonógamas o Arquegoniadas

Los vegetales que integran esta división poseen en su gran mayoría tallo y hojas bien diferenciados *(Cormofitas)*; sólo raramente subsiste la forma taloidea de las plantas inferiores. Su ciclo evolutivo completo comprende dos *generaciones*, una sexual y otra asexual. La *generación sexual* o *proembrional*, la fase haploide, conocida con el nombre de *gametofito*, forma los anteridios con sus correspondientes anterozoides, y los arquegonios con la ovocélula. De esta ovocélula, una vez fecundada, nace el *embrión*, que origina la *generación asexual* o *embrional*, conocida con la denominación de *esporofito*, el cual, unido íntimamente al gametofito, vive a sus expensas durante un tiempo más o menos largo.

Subdivisión I. Briofitas

El proceso evolutivo normal de una briofita es, a grandes rasgos, como sigue (fig. 263):

De la espora en germinación nace un *protonema*, de forma variable, que durante algún tiempo se conduce como un alga. Por su forma, unas veces se parece a las algas filamentosas, en otros casos a las foliáceas, y se nutre por sí propio, debido a la clorofila que posee. Más tarde, por ramificación lateral se forma en los flancos del protonema la verdadera briofita, bien un cuerpo taloide, sin hojas, como en algunas hepáticas, o una plantita ya diferenciada, con tallo y hojas, como en otras hepáticas y en casi todos los musgos. Sobre el musgo así originado, que constituye la *generación sexual* o *proembrional*, el *gametofito*, que no contiene nunca verdaderas raíces ni hacecillos conductores, nacen los órganos sexuales. El órgano masculino es el anteridio, generalmente pediculado, y ensanchado superiormente en forma de clave o de esfera, y rodeado de una cubierta constituída por una sola capa de células. Su interior está repleto de pequeñas células, todas iguales, cada una de las cuales produce un espermatozoide.

El aparato sexual femenino es el *arquegonio*, de estructura mucho más complicada que el anteridio. Una vez desarrollado por completo,

tiene la forma de una botella boca arriba, es decir, es ventrudo inferiormente y estrechado en cuello más o menos largo en la parte superior. Como el anteridio, queda recubierto por una sola capa de células. En la parte inferior o ventral del arquegonio está la ovocélula, y por encima de ella existen, superpuestas en una sola fila, la *célula del canal del vientre* y las *células del canal del cuello*. En estado de completa madurez, y dispuesta la ovocélula a ser fecundada, se gelatinizan las células del canal a poco que la humedad favorezca esta transformación, quedando así constituído un conducto simple, desde la ovocélula

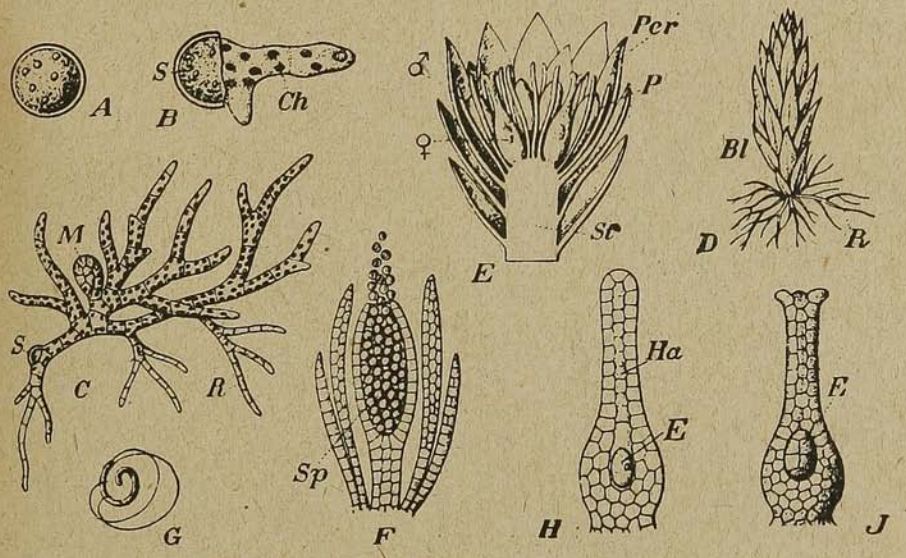


Fig. 263. Desarrollo de una muscínea.

A, espora con gotitas de grasa. *B*, la espora *S* da lugar al nacimiento del protonema, provisto de gránulos de clorofila *Ch*. *C*, protonema, con el resto de la espora *S* en su base, y con la yema lateral *M* que formará el musgo propiamente dicho. *D*, musgo todavía joven, con hojas *Bl*. *E*, ápice de una ramita de muscínea con los órganos sexuales masculinos o anteridios ♂ y los femeninos o arquegonios ♀, rodeados de parafisos (*P*) y de un conjunto de hojas protectoras o periquecio *(Per.)*. *F*, sección longitudinal de un anteridio, rodeado de cuatro parafisos, y con su interior repleto de espermatozoides, algunos de los cuales han salido ya de él. *G*, espermatozoide, con sus dos flagelos. *H*, arquegonio joven en sección longitudinal; *Ha*, canal del cuello, por el cual penetran los espermatozoides una vez abierto en su ápice, hasta fecundar la ovocélula. *J*, arquegonio maduro, con la ovocélula ya fecundada y convertida en embrión. (Todas las figuras un tanto esquematizadas)

hasta el ápice del cuello, que se abre y deja paso a los espermatozoides todo a lo largo del canal hasta la célula femenina. Así fecundada la ovocélula se recubre de una membrana, y se divide repetidamente, convirtiéndose en un embrión. Con él empieza la generación diploide, la *generación asexual* o *embrional*, el *esporofito*, que en su conjunto está representado por lo que designamos comúnmente en las Briofitas con el nombre de *cápsula* o *esporogonio*. Este esporofito, que tiene su origen en el embrión, no está nunca diferenciado en tallo y hojas; en su cápsula se forman mediante división reductiva las esporas haploides. Al mismo tiempo que la ovocélula se transforma en em-

brión, y ésta se desarrolla formando el esporofito, la cubierta del arquegonio en cuyo interior se realizan estos cambios, crece en mayor o menor proporción, constituyendo la *caliptra*. Rota al fin, para dar paso a la cápsula del esporofito, sucede en unos casos que se desgarra hacia su base partiéndose en dos, de manera que la parte superior arrastrada en su crecimiento por dicha cápsula queda recubriéndola a modo de caperuza, y es designada con el nombre de *cofia*, como sucede en los musgos; en las hepáticas, por el contrario, la caliptra se hiende hacia lo alto, para dar paso al esporogonio, y queda en forma de vaina membranosa envolviendo la base del pedicelo capsular, constituyendo la llamada *volva*.

Clase I. **HEPÁTICAS**

Muchas Hepáticas son todavía taliformes, es decir, no diferenciadas en tallo y hojas. En las que, por el contrario, son cormofitas, las hojas carecen de nervios. En general, el protonema es mezquino y fugaz, pasando rápidamente esta fase para producir la hepática propiamente dicha. A menudo la cápsula carece de pedículo, quedando encerrada en la cubierta del arquegonio agrandada o caliptra; si, por el contrario, el esporogonio es pedicelado, rompe aquélla en su parte superior, y queda en la base del pedicelo formando la volva. La cápsula se abre casi siempre en cuatro valvas, a diferencia de la de las Muscíneas, que lo hace mediante una tapadera u opérculo, como veremos luego. En las cápsulas de las Hepáticas, además de las esporas, se hallan a menudo otras células diseminadoras o *elaterios*, que facilitan la dispersión de aquéllas.

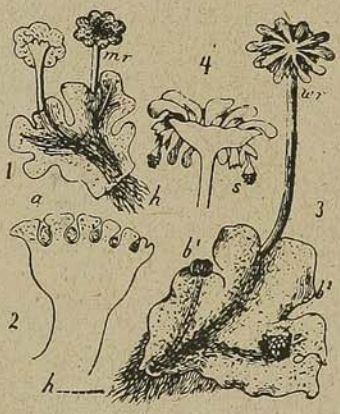


Fig. 264. Una hepática talosa, la *Marchantia polymorpha*.
1, fragmento de una plantita con aparatos reproductores masculinos (*mr*); 2, sección de un receptáculo masculino con los anteridios empotrados en él (*a*), aumentada; 3, fragmento de un ejemplar con un aparato reproductor femenino (*wr*); 4, sección de un receptáculo femenino, aumentada, con las cápsulas (*s*)

Familia **Marcanciáceas**

Una de las especies más conocidas de esta familia es la **Marchantia** *polymorpha* (fig. 264), que, como otras muchas Hepáticas, vive formando céspedes en lugares húmedos, sobre la tierra o las rocas. Está constituída por un talo laminar, ramificado dicotómicamente, de color verde oscuro, compuesto de varias o muchas capas de células, con cámaras aeríferas. Estas cámaras comunican con el exterior mediante aberturas que recuerdan vagamente los estomas de las fanerógamas. La *Marchantia* se multiplica asexualmente mediante pequeños cuerpecitos pluricelulares, deprimidos y verdes, llamados *propágulos*, contenidos en pequeños conceptáculos a modo de escudillas (fig. 264, 3, b^2) que nacen en la cara superior del talo. Desprendidos los propágulos de la planta madre, caen en el suelo y forman un nuevo pie de hepática. Los órganos sexuales, tanto los masculinos como los

femeninos, se originan sobre ciertas ramitas o soportes, cada sexo en su pie, de manera que la planta es dioica. Las cápsulas tienen un pedicelo muy corto, y poseen elaterios; nacen en la cara inferior de unos discos o receptáculos, sostenidos por pedúnculos alargados.

Familia **Yungermaniáceas**

Esta familia, extraordinariamente rica de especies, comprende a la vez formas talosas y cormofíticas (figs. 265 y 266). En estas últimas, las hojas se disponen por lo general en tres filas, dos de las cuales



Fig. 265. Una hepática cormofita, con tallo y hojas, la *Jungermannia furcata*

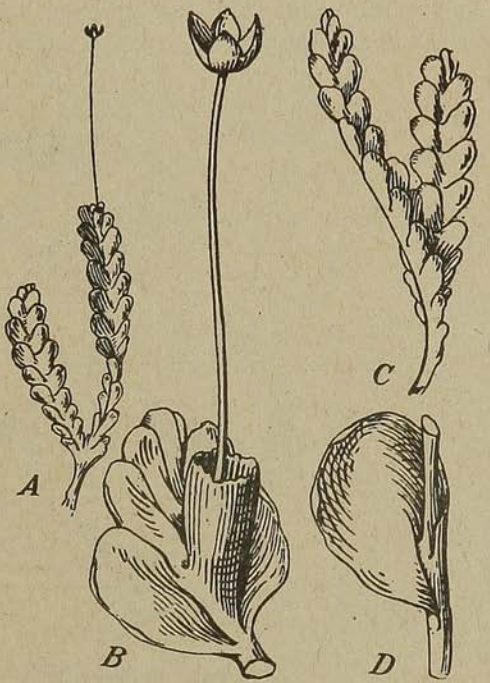


Fig. 266. *Noteroclada porphyrorrhiza*, hepática cormofita. *A*, planta fructífera, de tamaño natural; *B*, ápice de la misma, aumentado; *C*, planta estéril, de tamaño natural; *D*, hoja, vista por detrás, aumentada. (Según Hooker)

corren a lo largo del dorso del tallito, que es rastrero, y se llaman *hojas superiores* o *laterales*, o aun, simplemente, *hojas*, y la tercera se encuentra en la cara ventral de la hepática, en la parte del tallo que mira al substrato. Estas últimas se designan con el nombre de *anfigastrios*, y por lo común tienen formas parecidas a odrecillos o escudillas. Raramente existen sólo dos filas de hojas en vez de tres. La cápsula es largamente pedicelada, contiene abundantes elaterios, y una vez madura se abre por cuatro valvas, expulsando las esporas rápidamente.

Las especies de esta familia, como sucede en la gran mayoría de Hepáticas, son plantas de parajes sombríos y húmedos. Están difundi-

das por toda la tierra, lo mismo en los trópicos, donde son particularmente abundantes en los bosques vírgenes constantemente húmedos, comportándose a menudo como epifitas, que en las zonas templadas y aun en las árticas. Algunas especies son cosmopolitas; son raras, por el contrario, las que habitan regiones de poca extensión.

Clase II. MUSGOS

El protonema de los Musgos es filamentoso, y vive, por lo regular, un cierto tiempo, antes de producir, lateralmente, las yemecillas que originan la planta adulta, con su tallito y sus hojas (fig. 263, *C*, *D*, *E*).

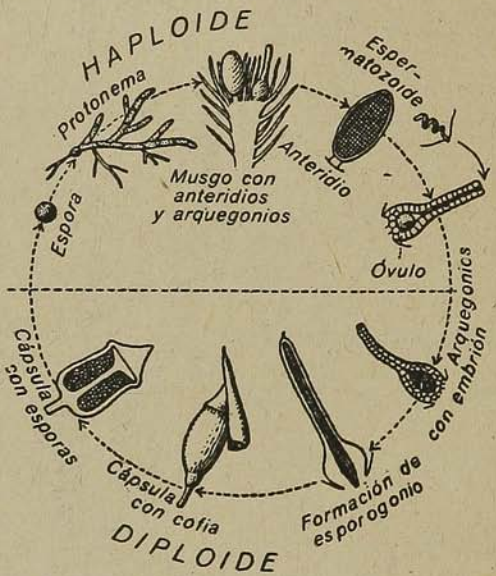


Fig. 267. Ciclo de desarrollo de un musgo

Las hojas tienen siempre un nervio medio; los tallos carecen de verdaderos hacecillos conductores, aun en los casos que alcanzan mayor talla; faltan, asimismo, completamente las raíces propiamente dichas, hallándose en su lugar los llamados *rizoides*, filamentos celulares simples o ramificados, que fijan la planta al substrato. Los órganos sexuales no se diferencian de los de las Hepáticas; unas veces nacen en los flancos en los tallitos del musgo, que continúan creciendo por lo alto, y en otros casos en su ápice, que cesa de crecer con su formación (fig. 267).

La cápsula de los Musgos (fig. 268) se diferencia grandemente de la de las Hepáticas. Baste sólo indicar que esta cápsula largamente pedicelada queda recubierta de manera varia por la parte superior de la caliptra, formando la cofia; que pueden distinguirse en ella varios estratos de células, de las cuales uno origina exclusivamente esporas; que una *columnilla*, de tejido estéril, atraviesa la cápsula de abajo arriba; que, finalmente, se abre casi siempre mediante un opérculo

y carece de elaterios. Una vez separado el opérculo, la abertura de la cápsula aparece obstruída por una serie de apéndices en forma de dientes, que partiendo del borde interno se dirigen al centro de la abertura, constituyendo el *peristoma*. Los dientes del peristoma son fuertemente higroscópicos; los cambios higrométricos del aire provocan en ellos movimientos tales, que en tiempo húmedo cierran herméticamente la urna capsular, y en atmósfera seca, la que mejor favorece la dispersión de las esporas, por el contrario, se separan entre sí,

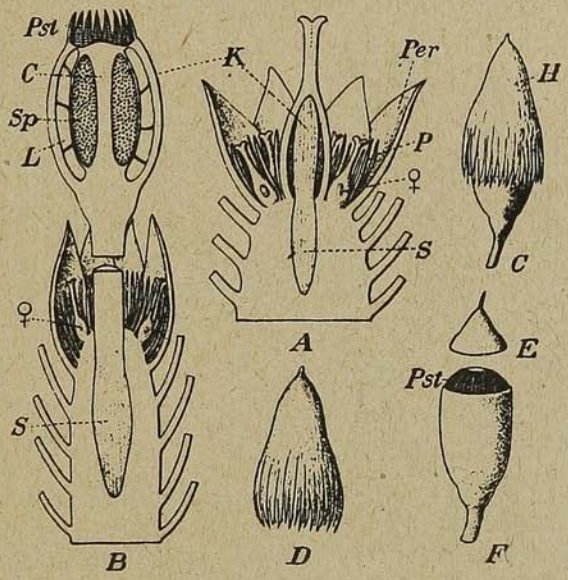


FIG. 268. Desarrollo de una cápsula de musgo.

A, el embrión produce un pivote (*S*), base del pedúnculo capsular, que penetra, a través del receptáculo del arquegonio, en el ápice de la ramita del musgo; el arquegonio fructífero aparece rodeado de otros no fecundados (♀) y de hojas periqueciales (*Per*). *B*, sección longitudinal de una cápsula madura (la mayor parte del pedúnculo se ha dejado de figurar): *S*, el pivote o mango de pedúnculo; ♀, arquegonios no fecundados, como en *A*; *L*, cámara aerífera que rodea el saco esporífero (*Sp*) con la columnilla (*C*) en el eje, y en la parte superior los dientes del peristoma (*Pst*). *C*, cápsula madura con la cofia (*H*). *D*, cofia separada de la cápsula. *E*, opérculo de la cápsula (*F*) separado de ella. El peristoma *Pst* queda al descubierto. *K*, cápsula del musgo. (Todas las figuras algo esquematizadas)

levantándose hacia fuera, de manera que aquéllas tienen fácil salida y son aventadas. Finalmente, es muy digno de mención el hecho de existir verdaderos estomas en la base de la cápsula, faltando como faltan en absoluto en las hojitas del musgo.

Habitan los musgos en todas las zonas y en todas las altitudes donde es posible la vida vegetal y las lluvias no son demasiado escasas. Viven sobre la tierra, las rocas, los troncos de los árboles y aun en las aguas, algunas especies como la **Fontinalis** *antypiretica*, usada antiguamente contra las calenturas. Su importancia en la economía de la naturaleza, sobre todo en silvicultura, radica en su hidrofilia, capaces como son los musgos de absorber rápidamente, a manera de esponjas, grandes cantidades de agua, que no sueltan más que lentamente, manteniendo la superficie del suelo húmeda y suelta.

Familia **Esfagnáceas**

Los *Sphagnum* son los musgos de las turberas, donde viven en grandes masas, alimentándolas con la base muerta de sus tallos. Éstos están densamente cubiertos de pequeñas hojitas. Cuando estos musgos tienen agua suficiente son de color verdemás o menos claro, pero si falta o escasea mucho aquélla, pierden el color, llegándose a poner completamente blancos. Ello es debido a particularidades especiales de la estructura de tallos y hojas de estos musgos, que les capacitan también para la rápida absorción del agua y para retenerla ávidamente. Así, las hojitas jóvenes se componen de células iguales entre sí, pero pronto aparece una diferenciación provocada por el fuerte desarrollo de algunas de ellas, que se tornan vejigosas, mientras las restantes se alargan sin aumentar mucho de diámetro, y unidas por sus extremos forman a modo de una red de filamentos, que se insinúa por entre las grandes células. Otras particularidades, además de su forma y tamaño, diferencian estas células (fig. 269). En las grandes y vejigosas aparecen líneas de engrosamiento, en hélice, en sus membranas, y entre éstas, perforaciones circulares de gran diámetro; las células mueren, y su contenido protoplasmático desaparece. Son estas grandes células vacías y perforadas las que absorben el agua y la retienen. Las otras, alargadas y de pequeño diámetro, conservan, por el contrario, su contenido rico en clorofila.

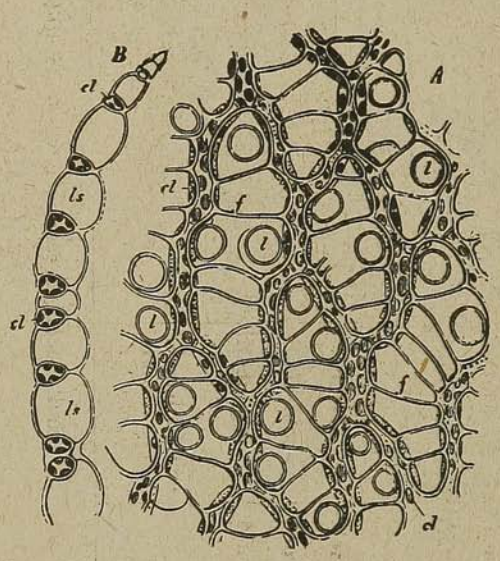


FIG. 269. *Sphagnum acutifolium*: hoja vista de plano (*A*) y en sección transversal (*B*). *cl*, células tubulares con clorofila; *ls*, grandes células vacías, con sus poros (*l*) y las líneas helicoidales de engrosamiento (*f*). (Según Sachs)

Por lo que se refiere a la cápsula, las especies del género **Sphagnum**, único que comprende esta familia, se diferencian esencialmente de las demás de esta clase por su columnilla que no atraviesa toda aquélla, recubriéndola el tejido esporífero por su parte superior a manera de un casquete.

Familia **Briáceas**

Los musgos de esta familia habitan principalmente en los bosques, donde se encuentran a menudo en gran cantidad cubriendo el suelo por completo y aun la base de los troncos añosos. Pertenecen al grupo de los musgos *pleurocárpicos*, cuyos arquegonios, y posteriormente los

esporogonios, se forman en el ápice de ramitas laterales cortas.

Familia **Politricáceas**

Pertenece a esta familia el género **Polytrichum**, con un centenar de especies difundidas por todo el globo. Es especie casi cosmopolita, representada por gran número de formas, el *Polytrichum commune* (fig. 270). Crece, por lo regular, formando dilatados céspedes, en los bosques húmedos, turberas, etc., desde Australia, Nueva Zelanda, Brasil, etc., hasta Spitzberg.

Las Politricáceas pertenecen al grupo de los musgos *acrocárpicos*, cuyos arquegonios, y más tarde los esporogonios, nacen en el ápice del tallo simple.

Subdivisión II. **Pteridofitas**

(Criptógamas vasculares)

Lo mismo que en las Hepáticas y los Musgos, en las *Pteridofitas*, una vez fecundada la oosfera mediante elementos masculinos móviles o espermatozoides, se desarrolla en embrión, y como en aquellos grupos, encontramos aquí también dos generaciones distintas que alternan entre sí. Sin embargo, tanto morfológicamente como por su biología, ambas generaciones presentan diferencias profundas según se trate de Briofitas o Pteridofitas (figura 271).

Se ha explicado anteriormente que la fase haploide o gametofito de las Briofitas está representada por una plantita de morfología relativamente complicada, sobre la cual tienen su asiento los órganos reproductores sexuales, y en último término la fase diploide o esporofito, el esporogonio. Esta última no es libre, sino que vive sujeta al gametofito, y casi por completo a sus expensas, a la manera de un

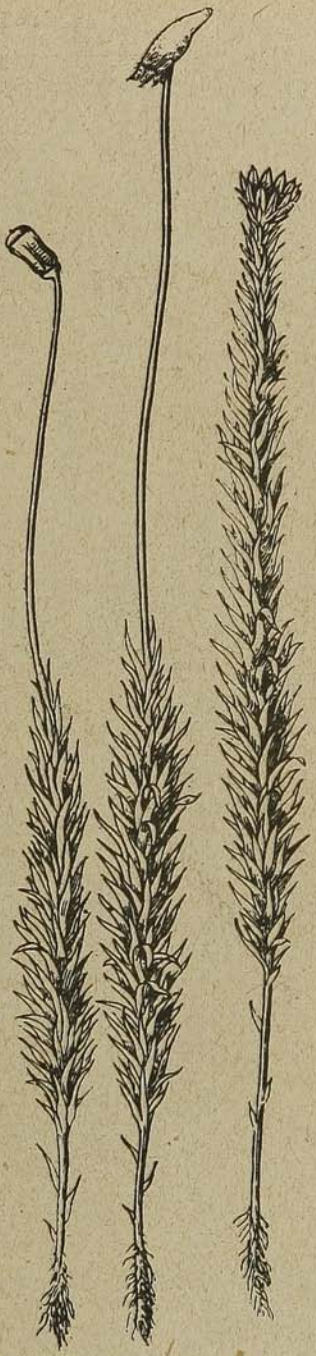


FIG. 270. *Polytrichum commun*
A la derecha, una planta masculi florida; en el centro, planta c la cápsula todavía cubierta por cofia; a la izquierda, la cápsu desprovista de cofia. Todas tam ño natural. (Según Luersson

parásito. Si bien desde varios puntos de vista su estructura no puede decirse que sea demasiado sencilla, el esporofito es, por lo común, de poca talla y de pobre apariencia. En las Pteridofitas sucede todo lo contrario. El gametofito o fase haploide ha retrogradado extraordinariamente, y se presenta, por lo general, como un diminuto vegetal taloso, mientras el esporofito o fase diploide, de morfología y estructura complicadas, está representado por formas a menudo muy vistosas y variadísimas, en ciertos casos de gran talla, como sucede en los llamados helechos arborescentes.

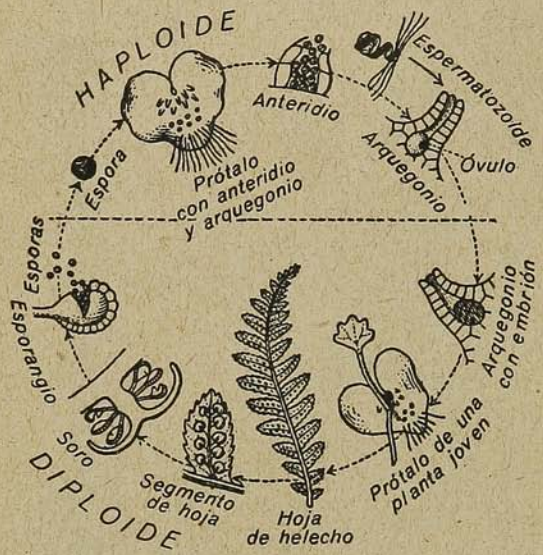


FIG. 271. Ciclo de desarrollo de un helecho frondoso isósporo

El proceso evolutivo de una Pteridofita es, en cortas palabras, como sigue: De la espora nace una plantita verde, con aspecto de alga foliácea muy diminuta, a lo sumo de un centímetro, llamada *prótalo* (fig. 272). Sobre el prótalo se forman los órganos sexuales, anteridios y arquegonios, parecidos a los que hemos descrito en las Briofitas, o en las Pteridofitas superiores mucho más reducidos y simplificados (fig. 273). El prótalo representa, pues, la fase haploide, el gametofito o generación sexual, y la ovocélula fecundada produce luego el helecho, la fase diploide, el esporofito (fig. 274). Este último, por su forma y por la diferenciación de sus tejidos, puede compararse a las fanerógamas. En él hallamos ya células conductoras de agua y de substancias nutritivas reunidas en hacecillos cerrados. Sólo por excepción, sin embargo, existen verdaderos vasos en las Pteridofitas, por lo general los elementos conductores están representados por traqueidas. Los hacecillos tienen estruc-

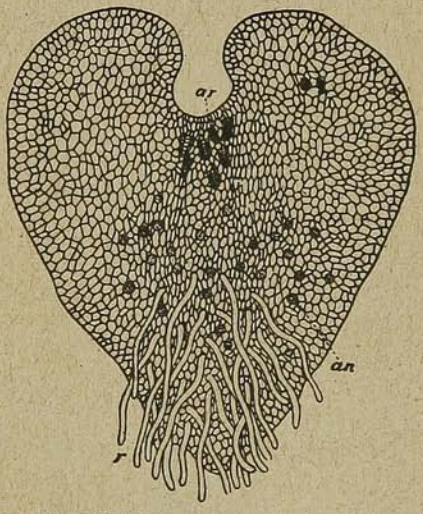


FIG. 272. Prótalo de un helecho visto por la cara inferior.
an, anteridios; *ar*, arquegonios; *r*, rizoides. Muy aumentado

tura concéntrica, o mejor dicho bicolateral (en *Osmunda*, colateral), es decir, que se componen de un cilindro axil de hadroma, rodeado de un abundante leptoma. En algunos helechos fósiles se ha comprobado un crecimiento cambial en diámetro, lo mismo en *Isoetes*. Las Pteridofitas poseen además raíces, con hacecillos conductores.

A menudo, las hojas de estas plantas llevan en su envés, más o menos reunidos en grupitos, los *esporangios*, conceptáculos en cuyo interior existen las esporas (figs. 279, 280, 281, 283). Así como en todas las Briofitas cada individuo produce una sola clase de esporas, en las



FIG. 273. Órganos sexuales de un prótalo, muy aumentados.
an, un anteridio con espermatozoides saliendo de él; *ar*, un arquegonio abierto, con la ovocélula en su fondo.
(Según Luerssen)

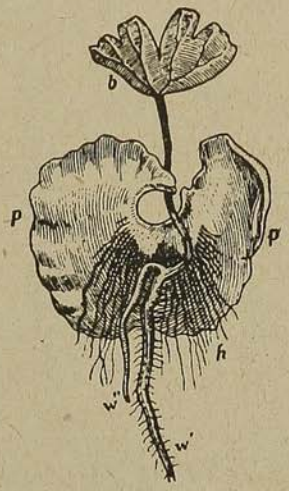


FIG. 274. Joven helecho originado por la ovocélula fecundada sobre el prótalo todavía persistente.
p, prótalo; *w'*, raíz primaria; *w''*, raíz secundaria; *b*, primera hoja del helecho.
(Según Sachs)

Pteridofitas sucede a veces que una sola especie da esporas de dos clases, unas pequeñas, las *microsporas*, producidas en gran cantidad, que originan prótalos masculinos, y otras mayores, mucho menos abundantes, las *macrosporas*, que dan lugar a prótalos femeninos.

Clase I. LICOPODÍNEAS

Las especies comprendidas en esta clase son, salvo raras excepciones, plantas perennes, con tallos bien desarrollados, cubiertos de numerosas hojitas pequeñas, dispuestas en hélice, raramente verticiladas. Los esporangios están situados en la base del haz de las hojas fértiles, o en su axila, nunca en el envés. Isosporas y heterosporas. Espermatozoides con dos flagelos.

Familia **Licopodiáceas**

Los tallos y las raíces de las Licopodiáceas se ramifican dicotómicamente. Las hojas esporíferas difieren más o menos de las ordinarias, y se agrupan en el ápice de los tallos formando a modo de inflorescencias espiciformes. No existe más que una sola clase de esporas.

Exceptuadas las regiones más secas del globo, los **Lycopodium** se encuentran difundidos por toda la tierra; son particularmente abundantes en los trópicos, sobre todo en los bosques de las montañas de la América central y meridional.

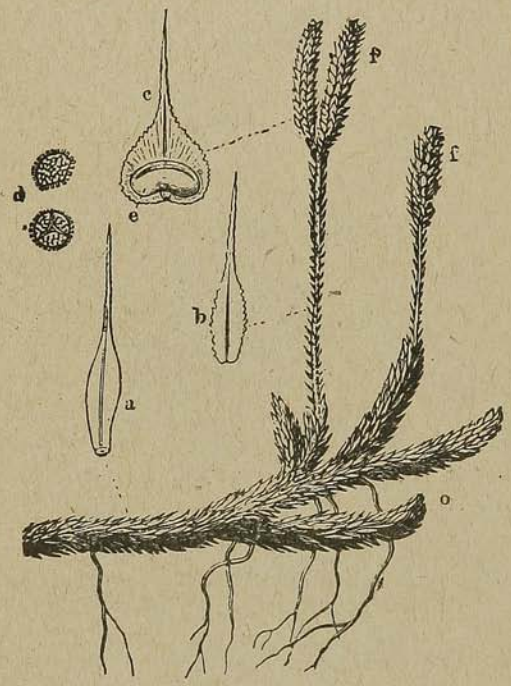


FIG. 275. *Lycopodium clavatum.*
o, porción de una planta con espigas esporangíferas (*f*); *a* y *b*, hojas caulinares; *c*, hoja fructífera con un esporangio sentado (*e*); *d*, esporas. Las figuras *a-d*, aumentadas

El **Lycopodium** *selago* se distingue de sus congéneres por los tallos todos erguidos y por sus hojas esporíferas iguales en un todo a las demás. Habita más o menos diferenciado en todo el globo, hasta las regiones árticas; en los trópicos sólo en las montañas.

El *L. clavatum* es el *Licopodio* propiamente dicho; tiene tallos tendidos y radicantes, y ramitas erguidas que llevan en su ápice las inflorescencias, con esporofilos bien diferenciados (fig. 275). Es también cosmopolita, como el anterior. Las esporas de esta especie constituyen el llamado *polvo de licopodio* o *azufre vegetal*, usado para rodar las píldoras en Farmacia y contra las excoriaciones.

Familia **Selaginelláceas**

Por su porte, muchas Selaginelláceas se parecen a las especies de la familia anterior. Los esporofilos se agrupan en inflorescencias espiciformes, y son menores que las hojas vegetativas. En general, existen macrosporangios en la parte inferior de la espiga, y microsporangios en la superior. Como se ve, poseen macro y microsporas; las Selaginelláceas son heterospóreas. Es de una gran importancia teórica para el estudio y comprensión de las relaciones entre Pteridofitas y Fanerógamas el hecho de desarrollarse el prótalo femenino sobre la misma planta madre en algunas *Selaginella* de manera parecida a como ocurre en las Fanerógamas.

El único género de esta familia es el **Selaginella**, casi exclusivamente tropical, representado por medio millar de especies. Sólo unas pocas viven en Europa: en la región mediterránea, en el litoral y zonas inferiores, la *Selaginella denticulata*; en las montañas, las *S. selaginoides* y *S. helvetica*.

Clase II. ISOETÍNEAS

Se caracterizan por su tallo corto y grueso, tuberoso, y por sus hojas junciformes. Esporangios aislados en la cara superior de los esporofilos, heterosporas; espermatozoides con muchos flagelos.

Familia Isoetáceas

Comprende unas sesenta especies de un solo género, **Isoetes**, difundidas por la mayor parte del globo, principalmente en Europa y

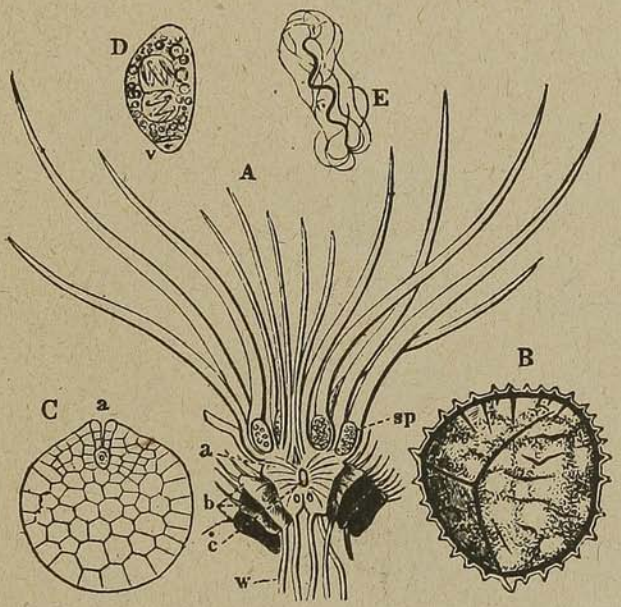


FIG. 276. *Isoetes lacustris.*

A, sección longitudinal de una planta entera, de tamaño natural; *a*, tallo; *b*, capas corticales del mismo; *c*, hacecillo conductor axil; *w*, raíces; *sp*, esporangios. *B*, una macrospora, por 60. *C*, la misma, en sección longitudinal después de germinar, con un arquegonio en la parte superior (*a*). *D*, microspora germinada, con el prótalo *v*, por 500. *E*, un espermatozoide, por 500. (Según Sachs)

América. Por su porte no tienen ninguna semejanza con los helechos propiamente dichos. Su tallo, tuberoso, es perenne y con crecimiento secundario por existir un cámbium. Sobre el tallo se disponen en hélice, muy densamente, las hojas, que son junciformes y ensanchadas en la base. En ésta existe un hueco o excavación, en el cual se halla solitario y sentado el esporangio.

Aman las **Isoetes** las estaciones húmedas, o por lo menos inundadas durante parte del año. En Europa las *I. lacustris*, *I. echinospora*, etc.

Clase III. **EQUISETINEAS**

Las Equisetíneas se caracterizan por sus rizomas cundidores que emiten tallos aéreos fistulosos y nudosos, provistos de hojas muy diminutas. Éstas son lineales, escamiformes, sentadas, dispuestas en verticilos alrededor de los nudos del tallo y soldadas entre sí en su mayor parte, constituyendo una vaina que envuelve a aquél. Los esporangios nacen en hojas o *esporofilos* muy modificadas, que no se

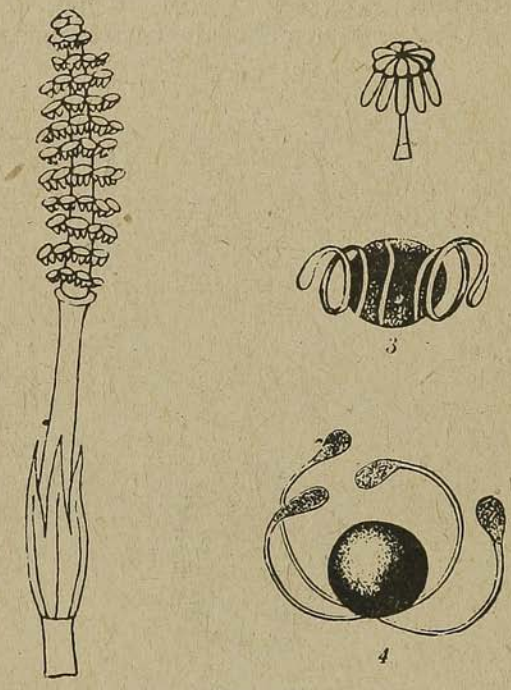


FIG. 277

1, espiga esporangífera de un equiseto; 2, una hoja de la misma, vista de lado, con los esporangios en su cara inferior, algo aumentada; 3, una espora con los elaterios arrollados a su alrededor, y desarrollados en la figura 4, ambas fuertemente aumentadas

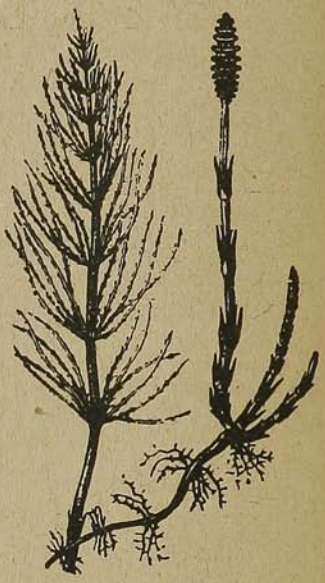


FIG. 278

Equisetum arvense con una ramita fértil; a la izquierda, otra estéril, suelta

parecen nada a las simplemente vegetativas (fig. 278). Estos esporofilos están también verticilados alrededor del ápice del tallo o de sus ramitas, muy aproximados entre sí. Los tallos esporangíferos, en algunas especies, son distintos de los estériles, carecen de clorofila, y se tiñen más o menos de pardo (fig. 278); en otros casos no existe esta diferenciación. El conjunto de las hojas esporíferas semeja una espiga breve, de forma ovoidea o elipsoidea. El tallo es marcadamente estriado a lo largo y hueco, excepto en los nudos. La membrana de toda la planta está siempre fuertemente impregnada de ácido silícico y por esto es muy rígida. Siempre encontramos haces conductores

cerrados, sin cámbium, exceptuando en los *Calamariales* fósiles, que presentaban un crecimiento en diámetro en el haz conductor. Los esporofilos son como escudetes, con un pedicelo central y los esporangios en los bordes de su cara inferior. No contienen más que una sola clase de esporas *(isoospóreos)*, pero por lo regular producen éstas prótalos dioicos. Las esporas de los Equisetos se distinguen por poseer dos bandas estrechas en aspa, cuando están abiertas, y arrolladas helicoidalmente, recubriendo la espora en caso contrario, unidas entre sí y con aquélla en su cruce, muy higroscópicas, que facilitan la diseminación (fig. 277, 3, 4); reciben el nombre de *elaterios*.

Familia **Equisetáceas**

Es la única que comprende esta clase, con el solo género *Equisetum*.

El **Equisetum** *arvense* o *cola de caballo* vive en el hemisferio boreal y en el África del Sur; posee tallos aéreos, estériles y fértiles, distintos; estos últimos simples y sin clorofila. El *E. hiemale*, *cola de caballo mayor* o *hierba estañera*, habita también en el hemisferio boreal, y tiene sus tallos aéreos, estériles y fértiles, iguales. Estas y otras especies de Equiseto se usaron antiguamente en medicina, como diuréticas. También, a causa de la sílice de su epidermis, se han empleado y se utilizan aún para pulimentar maderas y metales.

Clase IV. **FILICÍNEAS O HELECHOS**

A las Filicíneas pertenecen los vegetales conocidos con el nombre de Helechos. Son, por lo regular, plantas perennes con rizoma cundidor



Fig. 279. Un pequeño lóbulo de la fronde del *Dryopteris filix mas*, visto por debajo, con los soros

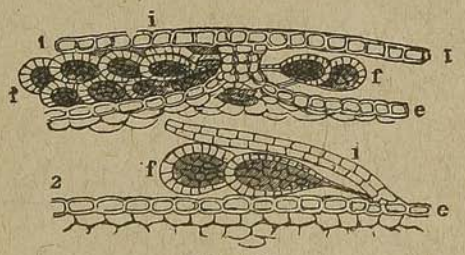


Fig. 280

1, soro con indusio (*i*) de inserción central del *Dryopteris filix mas*; 2, soro con indusio (*i*) inserto lateralmente, del *Asplenium trichomanes*. En ambas figuras *e* representa la epidermis de la cara inferior de la fronde, y *f* los esporangios. Ambas aumentadas

o más raramente corto o tuberoso, en ocasiones, por el contrario, con tallo erguido y arborescente; las hojas nacen muy aproximadas entre sí, y son grandes, por lo común muy divididas y elegantemente recortadas. En su página inferior llevan los esporangios, las más veces reunidos en grupitos llamados *soros* (fig. 281), que suelen estar protegidos por membranitas especiales o por pelos, a los cuales se designa con el nombre de *indusio* (figs. 279 y 280). Los esporangios tienen su cubierta

constituída por una sola capa de células en las Filicíneas leptosporangiadas o por varios estratos de ellas en las restantes. Poseen además en muchas ocasiones lo que se llama el *anillo* (figs. 281 y 283), una serie de células con las membranas radiales e interna muy gruesas, de forma y situación constantes para cada especie, de gran importancia en la delimitación de los grupos sistemáticos de esta clase. El anillo provoca la dehiscencia del esporangio maduro y facilita luego la diseminación de las esporas.

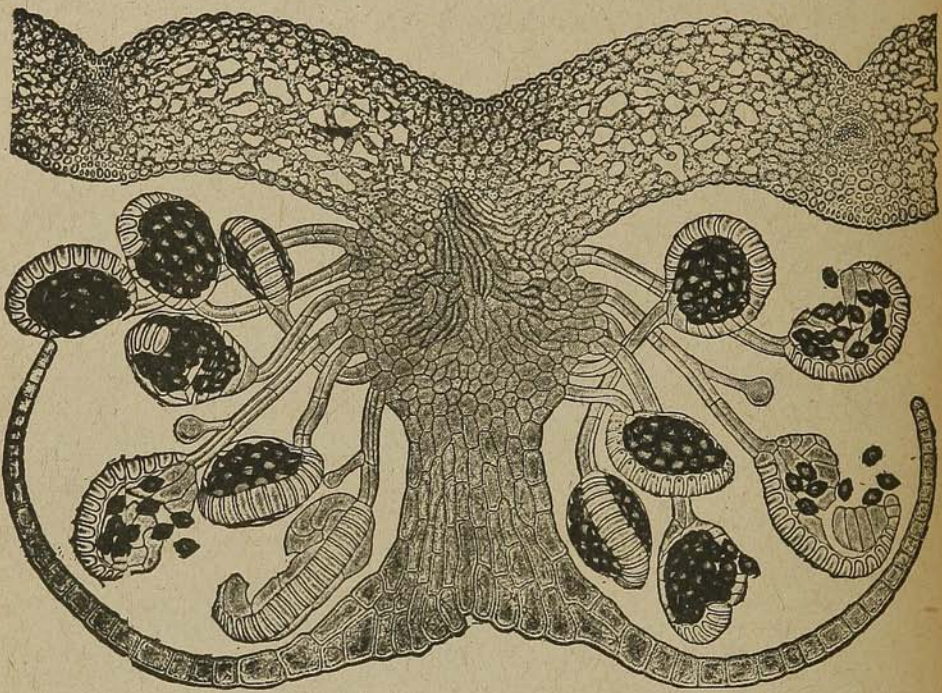


Fig. 281. Sección transversal de un lóbulo del *Dryopteris filix mas*, mostrando un soro recubierto por el indusio; los esporangios, pedicelados, unos abiertos ya y otros todavía cerrados. (Según Kny)

Orden 1.º FILICALES EUSPORANGIADAS

Esporangios maduros con pared recia, de varias capas, isosporas, prótalo subterráneo e incoloro o subterráneo y verde en simbiosis con hongos.

Familia Ofioglosáceas

Se distinguen de todos los demás helechos las Ofioglosáceas por sus frondes partidas en dos segmentos, uno de ellos fértil, y el otro, por lo regular más desarrollado, entero o dividido, estéril. Los esporangios se forman a partir de complexos celulares.

Comprenden como medio centenar de especies de los géneros *Ophioglossum* y *Botrychium*, principalmente.

El **Ophioglossum** *vulgatum*, o *lengua de serpiente*, diseminado por toda Europa, vive en la mayor parte del hemisferio boreal, hasta Canarias, y tiene entera la parte estéril de la fronde. Se usó antiguamente como vulnerario.

El **Botrychium** *lunaria* es la *lunaria*, con la porción estéril pinnatisecta y con varias parejas de segmentos semilunares. Vive principalmente en las montañas, en todos los continentes. Ha gozado de prestigio en medicina antigua, y aun hoy entre el vulgo en algunas regiones (fig. 282).



FIG. 282
1, *Botrychium lunaria*, con la fronde partida en un lóbulo foliáceo y otro esporangífero; 2, parte de este último, aumentada

Familia **Maratiáceas**

Pertenecen a esta familia numerosos helechos tropicales de grandes hojas, a menudo de varios metros de largo y delicadamente divididas; su tallo es grueso, o más o menos globuloso. Algunas especies de **Marattia** y **Angiopteris** se cultivan en estufa. Se conocen numerosas especies fósiles.

Orden 2.º **FILICALES LEPTOSPORANGIADAS**

Se caracterizan por sus esporangios originados por el desarrollo de una sola célula epidérmica de la fronde y tienen por esto la membrana de una sola capa, las esporas son todas iguales, el prótalo verde, independiente, monoico o dioico.

Familia **Ciateáceas**

Comprende alrededor de unas 200 especies tropicales, arborescentes, de gran belleza. Se distinguen por sus esporangios con anillo completo y oblicuo.

Citaremos la **Alsophila** *australis*, frecuentemente cultivada, en los países de la zona templada, abrigada en estufas, propia del Sur de Australia, y de hermoso porte.

Familia **Polipodiáceas**

Comprende cerca de 3000 especies diseminadas en la mayor parte del globo, en las zonas tropical, subtropical y templada. La mayoría son higrófilas y ombrófilas, habitando de preferencia las montañas y las regiones húmedas.

Son plantas perennes, raramente anuales, con rizoma cubierto de escamas abundantes. Sus frondes, por lo regular divididas, son ornamentales, arrolladas en espiral cuando jóvenes. Los esporangios se abren mediante un anillo vertical incompleto (fig. 283).

El **Pteridium** *aquilinum* (antes **Pteris**), el *helecho común* o *felguera*, única especie de este género, está difundida por las zonas cálidas y templadas de todo el globo, y a veces, en los trópicos, alcanza gran talla, hasta 3 y 4 m. En Canarias y en algún otro país sus rizomas son muy ricos en fécula y se utilizan como comestibles.

El **Scolopendrium** *vulgare* es la *lengua de ciervo*, que habita en los bosques y peñascos sombríos del hemisferio boreal. Se caracteriza por su fronde entera, lanceolada, auriculada en la base. Se usó antiguamente en medicina como *Herb. Scolopendrii*, y aun hoy como remedio casero contra las afecciones del hígado y del bazo.

Son medicinales las siguientes: **Dryopteris** (también **Aspidium** o **Nephrodium**) **filix mas** (figs. 279, 280, 281 y 284), el *helecho macho*, común en el hemisferio

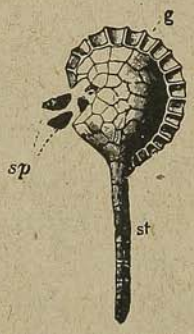


FIG. 283. Esporangio de *Polypodium vulgare* comenzando a abrirse.
st, pedicelo; *g*, anillo; *sp*, esporas. Aumentado

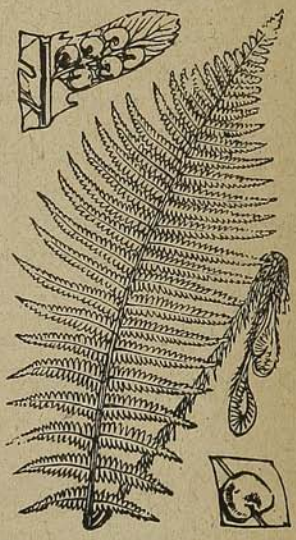


FIG. 284. *Dryopteris filix mas*, muy reducido

boreal, principalmente en Europa, pero vive además en gran parte del globo, en Méjico, Perú, Brasil, Argentina, etc. Posee rizoma grueso, con escamas parduscas abundantes, y tiene propiedades vermífugas *(Rhizoma Filicis)*.

El **Polypodium** *vulgare* habita en los peñascos sombríos y húmedos, bosques, etc., del hemisferio boreal; conocido con el nombre de *Polipodio*. Como en las restantes especies del género, sus esporangios carecen de indusio *(Rhizoma Polypodii)*.

El **Adiantum** *Capillus Veneris* es el *culantrillo* o *capilera*; habita en las orillas de las fuentes y rocas húmedas, brocales de los pozos, etc., en las zónas tropicales y subtropicales del antiguo continente, principalmente en la región mediterránea; más raro en América, hasta el Amazonas como límite sur. Úsanse las frondes como pectorales y emenagogas *(Herb. Capilli Veneris)*.

Familia **Osmundáceas**

Comprende esta familia como una docena de especies caracterizadas por su esporangio con anillo lateral incompleto, que no alcanza ni el ápice ni la base de aquél; la dehiscencia tiene lugar por un desgarro meridiano. La **Osmunda** *regalis* es una especie frecuente en los bosques húmedos y barrancos del hemisferio boreal, y de América hasta el Uruguay. Los esporangios reunidos en la parte superior de la fronde formando una región esporangífera, dan a esta planta un aspecto muy singular.

Orden 3.º HIDROPTERIDALES

Las especies comprendidas en este orden poseen dos clases de esporas: *micro* y *macrosporas*. Las microsporas se forman en gran número en el interior de *microsporangios*, y dan lugar a prótalos pequeños, masculinos, con anteridios pobres en espermatozoides. Los *macrosporangios*, por el contrario, sólo contienen una macrospora, y ésta se desarrolla formando un prótalo femenino, mayor que el antes mencionado, verde y con escasos arquegonios, a veces sólo uno. Los

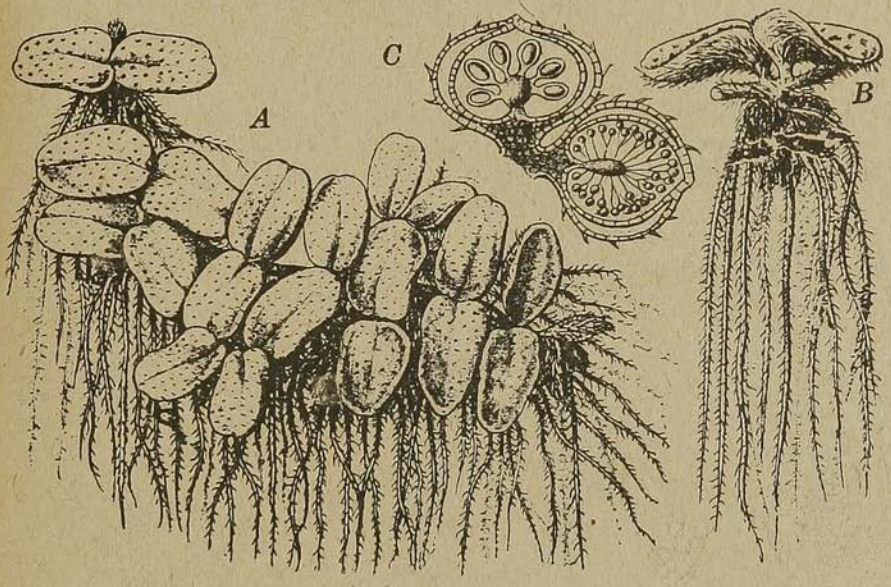


FIG. 285

A, *Salvinia natans*, de tamaño natural; *B*, fragmento del tallo con dos hojas aéreas y otras sumergidas, fructíferas, de tamaño natural; *C*, dos esporocarpios en sección longitudinal, el superior con macrosporangios; el de la derecha, en la parte inferior, con microsporangios, débilmente aumentados y esquematizados. (Según Luerssen)

esporangios en receptáculos especiales situados en la base de las frondes *(esporocarpios)*; su pared de una sola capa carece de anillo. El prótalo, muy reducido, desarrollándose en la espora.

Por su aspecto difieren esencialmente de los helechos propiamente dichos, y se parecen más a las fanerógamas. Comprenden solamente dos familias, las *Salviniáceas* y *Marsiliáceas*, con cuatro géneros y menos de un centenar de especies de dispersión principalmente tropical.

En las zonas templadas del Antiguo Mundo vive la **Salvinia** *natans*, en las aguas estancadas o de curso lento (fig. 285). Posee un tallito horizontal, flotante en las aguas, con tres filas de hojas. Dos de estas filas nacen en el dorso del tallo, y tienen el aspecto normal de las hojas ordinarias, flotando en el agua. En la cara ventral o inferior del tallito existe la tercera serie de hojas, profundamente modificadas, divididas en lacinias filiformes, piliferas, semejantes por su porte y por su función

a raíces, de que carece esta planta. En la base de estas últimas se insertan unos conceptáculos o *esporocarpios*, en cuyo interior están los esporangios.

La **Marsilia** *quadrifolia* habita en estanques o pantanos de poco fondo del hemisferio boreal. Consta de un rizoma horizontal, rastrero, con dos filas dorsales de hojas y con raíces en su cara inferior. Las hojas arrolladas en cayado cuando jóvenes, como en las Polipodiáceas, son largamente pecioladas y con el limbo parecido al de los tréboles, pero cuadripartido. En la parte inferior de los pecíolos se insertan los esporocarpios de forma de habichuela.

La **Pilularia** *globulifera*, diseminada por toda Europa en las mismas estaciones que la anterior, pero casi siempre sumergida por completo. Se distingue por sus hojas filiformes, y esporocarpios globulosos del tamaño de una arveja.

División XIII. **Embriofitas sifonógamas**

(Fanerógamas)

Tal como sucede en muchas Pteridofitas, en los Equisetos, por ejemplo, y en otras, que las hojas esporíferas o fértiles son más o menos distintas de las demás, así ocurre en las Fanerógamas, que los llamados

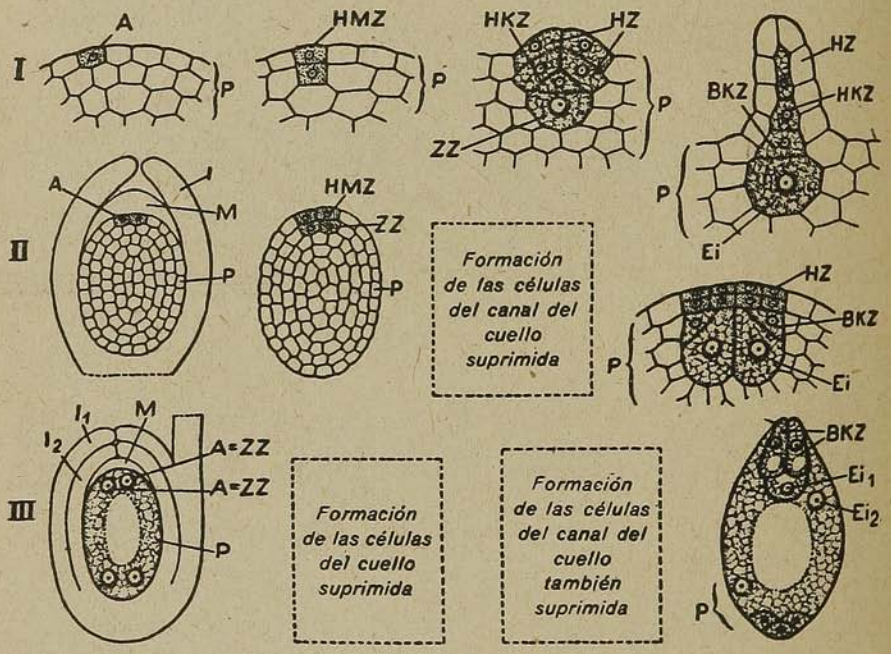


FIG. 286. Desarrollo de los arquegonios.

I, en los helechos; II, en las gimnospermas; III, en las angiospermas. *A*, principio del arquegonio; *HMZ*, célula madre del cuello; *HZ*, célula del cuello; *P*, prótalo; *I*, integumento; *M*, arquespora (nucelo); *HKZ*, célula del canal del cuello; *ZZ*, célula central

órganos sexuales están constituídos por hojas profundamente modificadas, formando las *flores*.

Los estambres poseen sacos polínicos (microsporangios) en cuyo interior se hallan las células masculinas o granos de polen (micros-

poras), y los carpelos contienen óvulos (macrosporangios) en los cuales se desarrolla la ovocélula (macrospora).

El grano de polen, que es homólogo de la microspora de las Pteridofitas heterospóreas, desarrolla el prótalo masculino de las Faneró-

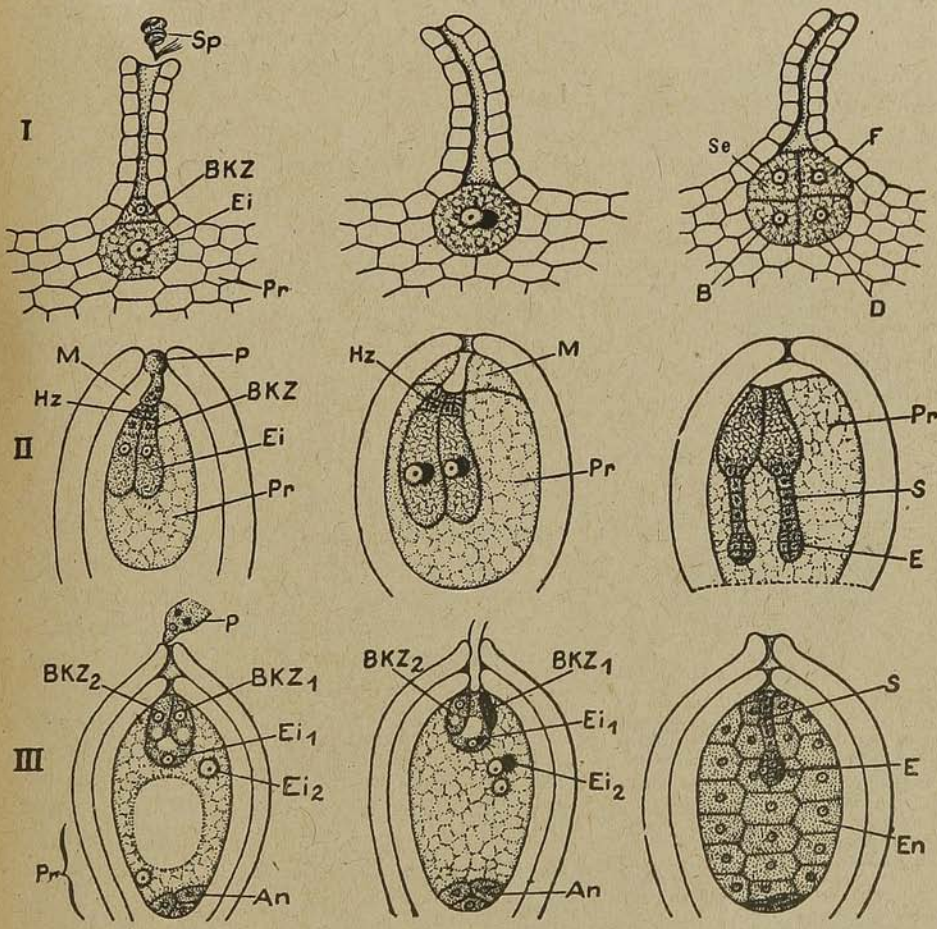


FIG. 287. Fecundación y formación del embrión en los helechos (I), gimnospermas (II) y angiospermas (III).

Sp, espermatozoide; *BKZ*, célula del canal ventral; *Se*, portador del embrión; *B*, principio de la hoja; *F*, pie; *D*, principio de la raíz; *S*, ápice del tallo; *P*, tubo polínico; *M*, arquespora estéril (nucelo); *Hz*, células del cuello; *Pr*, prótalo; *E*, embrión; *An*, antípodas; *En*, endospermo

gamas, que representa su generación o fase sexual en extremo reducida. Consta de una sola célula vegetativa alargada, que constituye el tubo polínico y sirve para facilitar la fecundación, y de una o pocas células más pequeñas, una de las cuales corresponde al anteridio de las Pteridofitas. Ésta se divide en dos células generativas desnudas, que sólo en muy raros casos se transforman en espermatozoides; lo general es que a lo largo del tubo polínico, y sin sufrir dicha transformación, constituyendo dos núcleos espermáticos, se dirijan a la ovocélula para

fecundarla. Los granos de polen están recubiertos por una membrana resistente, compuesta de dos capas: la externa, llamada *exina*, y la interna, *intina*. La superficie del grano polínico está a menudo provista de apéndices diversos, verruguitas, espinillas, etc. (fig. 48), o es más o menos esculturada; posee además los llamados *poros germinativos*, cubiertos por tenue membrana, por los cuales emerge el tubo polínico al desarrollarse.

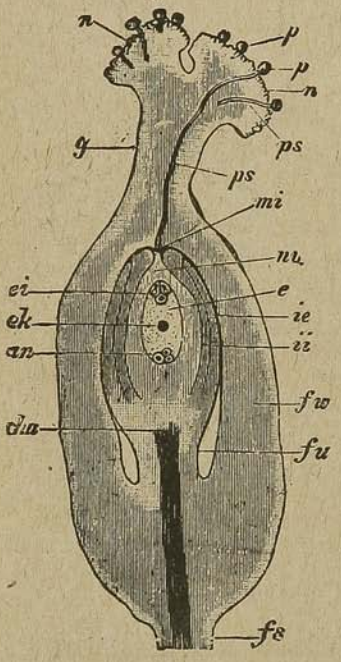


FIG. 288. Representación esquemática de un ovario de angiosperma *(Polygonum convolvulus)*. *n*, estigma; *p*, grano de polen; *ps*, tubo polínico; *g*, estilo; *mi*, micropilo; *nu*, nuececilla; *e*, saco embrionario; *ek*, núcleo secundario o central del mismo; *ei*, aparato ovárico; *an*, antípodas; *ie*, tegumento externo; *ii*, tegumento interno; *fu*, funículo; *fw*, pared carpelar

El óvulo, que está rodeado por una o dos envolturas *(integumentos)*, representa el macrosporangio. Generalmente sólo son fértiles pocas esporas del macrosporangio y forman después las macrosporas, mientras que las que permanecen estériles son llamadas *nucelo* o *nuececilla*. De las macrosporas, por lo general no más germina una y forma el ♀ prótalo, en el cual se desarrollan los arquegonios (en las gimnospermas constan de células del cuello, célula del canal ventral y ovocélula). En las Angiospermas se forman sobre el ♀ sólo dos arquegonios que están formados solamente por célula del canal ventral y ovocélula (fig. 286).

El ♀ prótalo de las Angiospermas se llama *saco embrionario;* este saco contiene cuatro núcleos protálicos (los 3 *antípodas* y el núcleo inferior libre [*polonúcleo*], así como los dos arquegonios, cada uno con una célula de canal ventral [*sinérgidas*] y asimismo con una ovocélula [ovocélula y el núcleo superior libre, segundo polonúcleo]). En la fecundación de los dos arquegonios o antes de ella por los núcleos espermáticos, se fusionan los polonúcleos.

Entre el grano de polen y el óvulo se realiza el proceso de la fecundación (fig. 287). El grano de polen va a parar o bien directamente al micropilo (en las Gimnospermas, véase más adelante) o al estigma del ovario (en las Angiospermas, véase fig. 288). Aquí se forma a partir de uno de los mencionados puntos de salida el tubo polínico, que a menudo sólo lleva por más largo camino los dos núcleos espermáticos hasta el saco embrionario (♀ prótalo) (fig. 288, *ps*). El tubo polínico penetra o bien abriéndose camino a través de la chalaza *(chalazogamia)* o generalmente por el micropilo *(porogamia)*, y luego por el tejido del nucelo hasta los dos arquegonios, que están en la punta del saco embrionario, donde se deshace la membrana en un extremo.

De los dos núcleos espermáticos transportados, el uno se une con el núcleo de la ovocélula, que se desarrolla formando el embrión, y el otro se une con los dos núcleos libres o fusionados (núcleo secundario del saco embrionario) del saco embrionario, con cuya división se forma el embrión nutritivo (tejido nutritivo o *endospermo*). Inmediatamente perecen las dos células del canal ventral (sinérgidas). Después se recubre la ovocélula de una membrana y forma por repetidas divisiones celulares el embrión, el cual, por una prolongación, el llamado *suspensor*, es empujado hacia el interior del endospermo que se forma. El proceso posterior del desarrollo de la semilla está descrito ya anteriormente al tratar de las semillas.

Las Fanerógamas se dividen en dos grupos: el de las Gimnospermas, con semillas desnudas, y el de las Angiospermas, con semillas protegidas por un ovario. El primero de ellos contiene, relativamente, pocas especies, que son bastante próximas, filogenéticamente, de las Criptógamas superiores.

Subdivisión I. **Gimnospermas**

Los óvulos de las Gimnospermas (de *gymnos* = desnudo, y *sperma* = semilla) no están incluídos en un ovario, como sucede en las Angiospermas, sino que, adosados a una hoja carpelar abierta y más o menos ensanchada, quedan desnudos de toda cubierta ovárica (figs. 289 y 295, *o*).

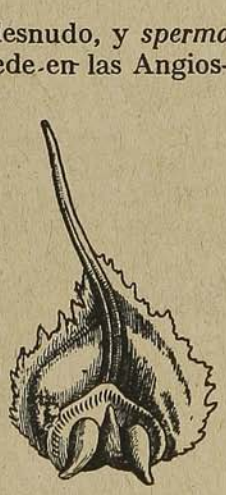


FIG. 289
Carpelo abierto, con dos óvulos

Los óvulos (macrosporangios) tienen un solo integumento. Generalmente sólo se desarrolla una macrospora para formar ♀ prótalo, desalojando a las demás macrosporas y a las células que han permanecido estériles de la ♀ arquespora. El ♀ prótalo queda encerrado en el integumento y desarrolla varios arquegonios, que permanecen cubiertos por una cofia de células de arquespora estériles (nucelo). Los sacos polínicos, generalmente numerosos (no regularmente dos o cuatro, como en las Angiospermas), formados en los estambres (figura 294), son microsporangios, y los granos de polen microsporas, que antes de la polinización forman un prótalo de pocas células con una o dos células vegetativas y una célula madre de anteridio (fig. 290). Cuando después, por el viento, son transportados los granos de polen al micropilo del óvulo, llegan a una «gota de polinización» azucarada, que allí se ha formado; la gota se evapora y al evaporarse arrastra los granos de polen, haciéndolos atravesar el micropilo y llegar al ápice del nucelo. Entonces germinan los granos de polen, formando un tubo polínico, y al mismo tiempo se divide la célula madre de anteridio y forma dos espermatozoides o respectivamente dos células espermáticas. Entre la poliniza-

ción y la fecundación generalmente transcurre bastante tiempo, a veces más de un año. En la fecundación se forma, en cada uno de los diversos arquegonios, por fusión del núcleo espermático con el núcleo

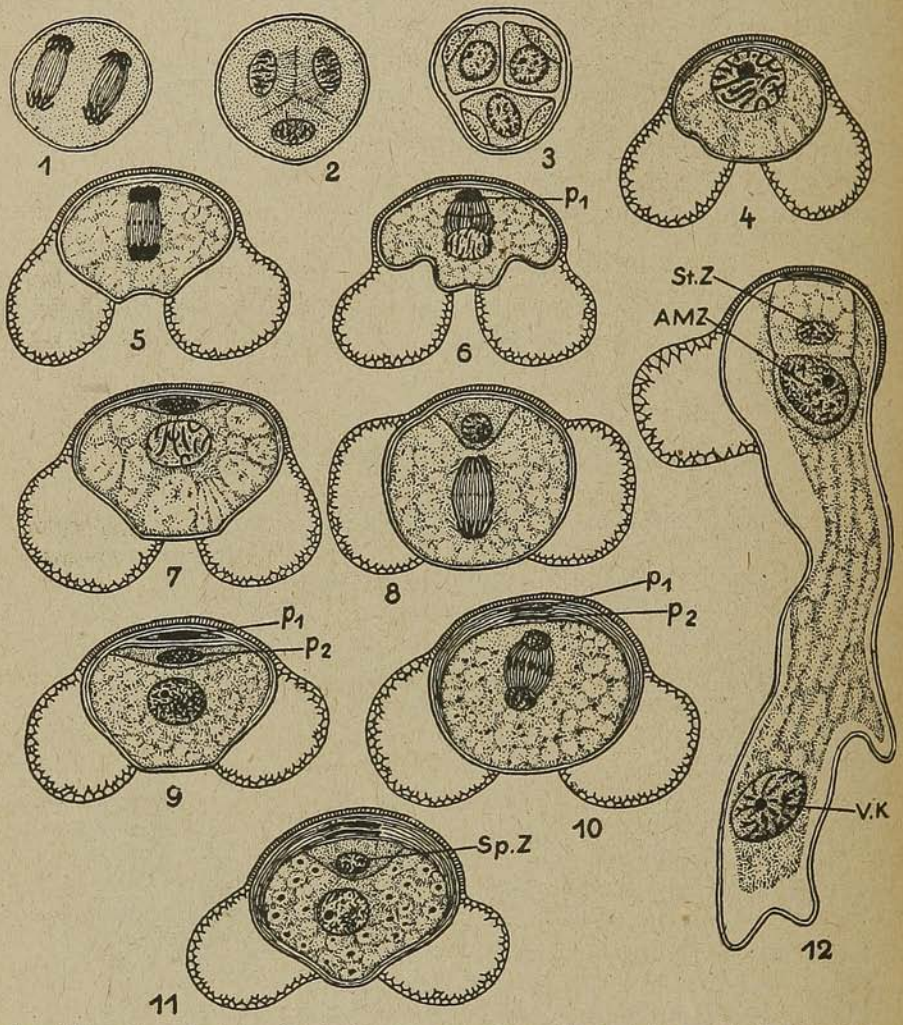


FIG. 290. *Pinus Laricio.* Evolución del grano de polen desde la fase de la división tretaténica de la célula madre del polen hasta la formación del tubo polínico.
P, células del prótalo; *Sp.Z*, células espermatógenas; *St.Z*, células del tallo; *AMZ*, célula madre de anteridio. 1-11, evolución desde principio de mayo hasta mediados de junio; 12, un año después de 1. (Según Coulter y Chamberlain)

del óvulo, un embrión, mientras que se separa el núcleo del canal ventral. De los numerosos embriones que primero se forman, generalmente sólo alcanza uno el pleno desarrollo después de expulsar a los otros.

En cada saco polínico se forman dos células espermáticas; sin embargo, una de ellas es más pequeña y se ha vuelto inapropiada

para la fecundación ; únicamente cuando el saco polínico ha adquirido la propiedad de fecundar dos arquegonios que están uno al lado del otro (como en las Angiospermas) permanecen los dos núcleos del mismo tamaño y los dos capaces de ser fecundados.

Clase I. **CICADÍNEAS**

Son plantas con tallo sencillo o muy poco ramificado, sin verdaderos vasos en el leño secundario. Con hojas muy grandes y de bella



FIG. 291
A la izquierda, un ejemplar de *Cycas Normanbyana* ; a la derecha, dos pies de *C. media*. (Según F. v. Müller)

apariencia, pennadas y dispuestas en rosetón en el ápice del tallo. Comprende especies dioicas, con espermatozoides.

Familia **Cicadáceas**

Es la única familia de esta clase, compuesta de unas setenta y cinco especies leñosas que habitan en los trópicos o en países subtropicales. A menudo cultivadas en estufas ; sus hojas (fig. 291), y principalmente las de la **Cycas** ***revoluta***, se utilizan por su valor decorativo.

Clase II. GINKGOÍNEAS

Con tallo muy ramificado, y sin vasos en el leño secundario. Con espermatozoides.

Familia **Ginkgoáceas**

El único representante actual de esta familia, rica en especies en épocas geológicas anteriores, es el **Ginkgo** *biloba*, endémico en China y Japón, y cultivado con frecuencia en los jardines. Es un hermoso árbol dioico, con hojas de forma singular, cuneiformes o flabeladas, más o menos profundamente divididas, de cierto parecido con las de la Capilera, de donde el nombre de *Salisburia adiantifolia* con que fué designado también ; es de hoja caediza (fig. 292).

Clase III. CONÍFERAS

Las Coníferas son plantas leñosas, con tallo ramificado y desprovisto de vasos (con traqueidas), con hojas aciculares o escamiformes (fig. 293). Sus flores son desnudas, unisexuales, y por lo regular monoicas, raramente dioicas. Las flores masculinas se reducen a los estambres (fig. 294), que se disponen alrededor de un eje formando una especie de amento. Faltan los espermatozoides. Las flores femeninas constan exclusivamente de hojas carpelares, reunidas alrededor de un eje, bien de manera helicoidal o verticiladas. Las hojas carpelares son unas veces sencillas, otras dobles por la formación de una excrecencia interna. En este caso se llaman *escama tectriz* la externa, y *escama fructífera* la interna.

Los óvulos están situados en el haz de la hoja carpelar, próximos a su axila (figs. 295 y 296). Poseen arquegonios bien caracterizados. Cuando los óvulos han llegado a la madurez, los carpelos se hacen leñosos y constituyen en su conjunto las *piñas* de los pinos y abetos (fig. 297), o, por el contrario, más o menos blandos, carnosos, forman una fructificación bacciforme, como en los enebros y sabinas (figuras 295 y 301, *H* y *J*).

Poseen las Coníferas canales secretores, llenos de resinas y aceites esenciales.

Comprenden dos familias.

Familia **Taxáceas**

Flores femeninas con escasos carpelos, o reducidos a uno solo terminal con un óvulo nada más. La semilla es drupiforme, y la hoja carpelar más o menos rudimentaria.

El **Taxus** *baccata* es el *tejo*, la única conífera sin canales secretores en las hojas. Vive en Europa, Asia y Norte de África, generalmente aislado, en las montañas calizas. Se cultiva con frecuencia en parques y jardines. Es planta dioica, y sus semillas tienen un arilo carnoso, rojo, comestible (fig. 293) ; las hojas y semillas son venenosas.

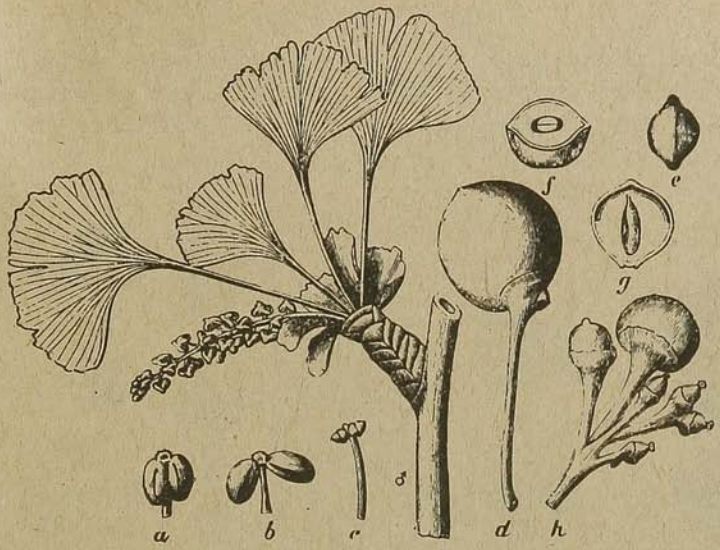


Fig. 292. Ejemplar masculino de *Ginkgo biloba*: brote con hojas, y flores masculinas. Los detalles adjuntos son de flores y frutos. (Según Eichler)

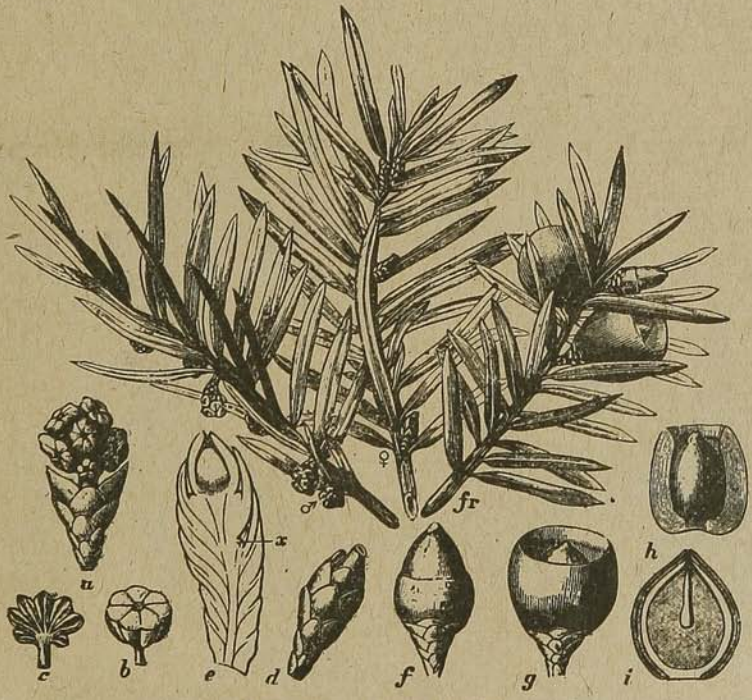


Fig. 293. *Taxus baccata.*

♂, ramita de un pie masculino; ♀, ramita femenina; *fr*, ramita fructífera. Todas de tamaño natural. Las restantes figuras se refieren a detalles de flores y frutos, en parte muy aumentados. (Según Eichler)

Familia **Pináceas**

Las flores poseen hojas polínicas o carpelares más o menos numerosas, apiñadas. Las semillas, ocultas entre las hojas carpelares, están protegidas por una cubierta dura, de consistencia coriácea, leñosa u ósea.

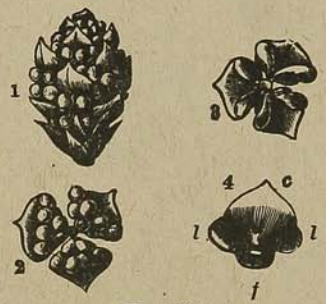


FIG. 294

1, flor masculina (amento) del *Juniperus communis*; 2, tres estambres vistos por debajo; 3, los mismos, vistos por arriba; 4, un estambre aislado visto por el dorso: *f*, el filamento; *c*, conectivo; *l*, sacos polínicos



FIG. 295

1, flor femenina de *Juniperus communis*, con hojas escamiformes (*b*), hojas carpelares (c), y tres óvulos desnudos (*o*); 2, la misma, privada de las hojas escamiformes; 3, gálbula, originada por la concrescencia de tres carpelos; 4, una semilla; 5, sección transversal de una gálbula en la cual son visibles los canales resinosos (*v*)



FIG. 296. *Pinus silvestris*



FIG. 297. Amentos y piña de *Picea excelsa*

Esta familia se divide en las tribus siguientes, que modernamente se consideran como familias *(araucariáceas, pináceas* y *cupresáceas)*:

a) *Araucarieas*, con hojas y carpelos dispuestos helicoidalmente, estos últimos sencillos, es decir, sin diferenciación en escama tectriz y fructífera ; cada carpelo con un solo óvulo.

b) *Abieteas*, con hojas y carpelos dispuestos helicoidalmente, estos últimos compuestos de una escama tectriz y otra fructífera ; cada carpelo con dos óvulos. Fructificaciones de consistencia leñosa.

c) *Cupreseas*, con hojas opuestas o verticiladas, y con carpelos, en general, igualmente verticilados. Las fructificaciones pueden ser conos o gálbulas duros y

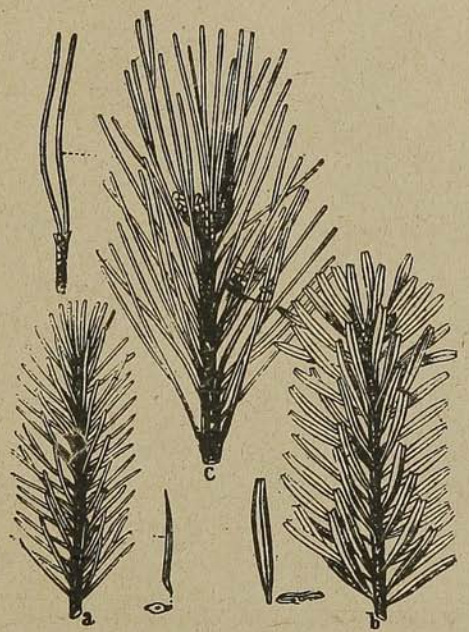


FIG. 298

Ramitas de : *a*, *Picea excelsa*, con agujas tetragonales y aisladas, esparcidas alrededor del tallo; *b*, *Abies alba*, con agujas planas y aisladas, escotadas en el ápice, y dísticas; *c*, *Pinus silvestris*, con agujas dispuestas por parejas sobre brotes cortos, largas y puntiagudas.

secos, o bien por soldarse entre sí las hojas carpelares, blandas, son bacciformes, como sucede en los enebros y sabinas.

a) Araucarieas

La **Agathis** *Dammara* es un árbol siempre verde del archipiélago índico, de Filipinas, Molucas, Borneo, etc. ; tiene hojas elípticas y piñas globosas. Produce el copal de Manila. La **Agathis** *australis*, de Nueva Zelanda, produce también una resina con la cual se falsifica la de Dammar.

La **Araucaria** *excelsa*, de la isla Norfolk, al oriente de Australia, se cultiva con frecuencia, por su porte esbelto.

b) Abieteas

Pertenece a esta tribu el género **Pinus**, con las hojas aciculares reunidas en hacecillos de a dos, tres o cinco. Los *Pinus silvestris*, que forman grandes bosques en la mayor parte de Europa, desde la Sierra Nevada, en España, hasta Laponia, penetrando en Asia occidental (figs. 296, 298, *c*), y cuyas yemas se utilizan como medicinales *(Turionis Pinii) ; Pinus australis*, *P. taeda*, del mediodía de Norteamérica ; *P. pinaster*, de las landas y Sur de Francia, España y otros países medi-

terráneos; *P. Laricio*, de las montañas del mediodía y oriente de Europa y Asia Menor, proporcionan variados productos medicinales, tales como la trementina, y de ésta, por destilación, la esencia de trementina o aguarrás, y como residuo la



FIG. 299. *Pinus montana*



FIG. 300. *Larix europaea*

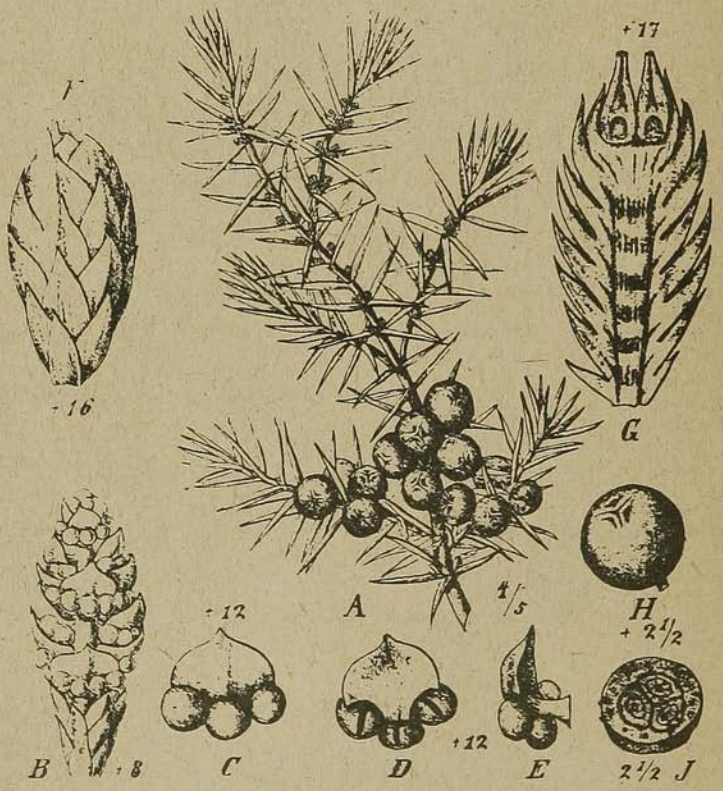


FIG. 301. *Juniperus communis.*

A, ramita florífera y fructífera. *B*, flor masculina. *C*, estambre visto por la parte externa, por la interna (*D*) y de costado (*E*). *F*, flor femenina. *G*, la misma, en sección longitudinal. *H*, gálbula. *J*, sección transversal de la misma

colofonia. Por destilación seca de la madera, rica en resina, de esas especies y de las del género siguiente, se obtiene la brea vegetal. El *Pinus montana* (fig. 299), o *pino negro*, habita las altas cumbres en Europa, desde los Pirineos hasta el Cáucaso; el *P. pinea*, de la región mediterránea, tiene las semillas grandes, comestibles, los *piñones*.

Las especies del género **Larix**, de hoja caediza, poseen dos clases de brotes o ramitas: unos de crecimiento limitado, con las hojas fasciculadas, en hacecillos de 20 a 40, y otros alargados, que las tienen esparcidas. El *Larix decidua (L. europaea)* es el *alerce*, de gran talla, hasta 30 m. y más, propio de los Alpes y Cárpatos, a menudo cultivado en montes y parques (fig. 300). Produce la llamada *trementina de alerce* o *de Venecia*. El *L. sibirica*, de Siberia y del Nordeste de Rusia, se adelanta hacia el Norte hasta el límite de la vegetación arbórea; proporciona también brea vegetal.

El género **Picea** comprende unas doce especies muy afines entre sí, de las zonas templadas del Norte. La **Picea** *excelsa* es el *abeto rojo* o *falso abeto*, de la Europa central y boreal (figuras 297 y 298, *a*). Alcanza su tronco, de corteza rojiza, hasta 50 m. de alto por 2 de diámetro.

El **Abies** *alba (A. pectinata)*, o abeto (figura 298, *b*), se distingue fácilmente del anterior, con el cual tiene cierto parecido, por sus piñas erguidas y con escamas caedizas, que son colgantes, y con escamas persistentes en el abeto falso. Vive en las montañas del Sur y centro de Europa, desde los Pirineos al Cáucaso, y desde Harz y Silesia hasta Sicilia. El *A. pinsapo* es el *pinsapo* de los gaditanos, propio de las montañas de Málaga y Cádiz y del norte africano, a menudo cultivado en parques y jardines. El *A. balsamea*, del Canadá, Pensilvania, Georgia, etc., proporciona la óleorresina llamada *Bálsamo del Canadá*, tan usada en micrografía.

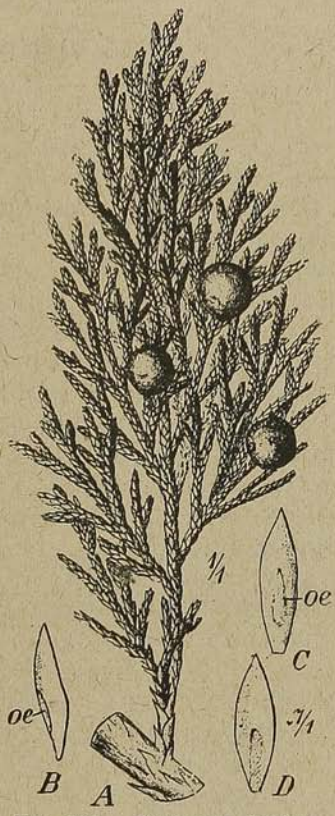


FIG. 302. *Juniperus Sabina*. *A*, ramita fructífera; *B*, hoja vista de lado; *C*, por el envés; *D*, por el haz; *oe*, canal secretor

c) Cupreseas

El **Callitris** *quadrivalvis* habita en el Norte de África, principalmente en el Atlas; en Europa existe únicamente en las cercanías de Cartagena. Su óleorresina, desecada al aire, constituye la *sandaraca*.

Del género **Juniperus** citaremos el *J. communis, enebro* (fig. 301), de hojas verticiladas y pinchudas, y gálbulas de un azul oscuro, pruinosas. Se halla en gran parte del hemisferio boreal. Sus gálbulas *(Fructus Juniperi)* son medicinales. El *J. Sabina*, la *sabina*, vive en las montañas del centro y Sur de Europa, en el Cáucaso, Siberia y América del Norte (fig. 302); se cultiva también en jardines y parques. Tiene hojas menudas, escamiformes, imbricadas, y gálbulas azuladas. Sus ramitas jóvenes son medicinales *(Summitates Sabinae)*.

Clase IV. GNETÍNEAS

Poseen tallo sencillo o ramificado, y verdaderos vasos. Hojas sencillas y opuestas. Flores con periantio rudimentario.

Comprende esta clase tres familias o, si se quiere, una sola, dividida en tres subfamilias, con especies del más variado aspecto, habi-

tantes en su mayoría en la zona tropical. Son muy interesantes desde el punto de vista teórico, pero carecen de importancia práctica.

Pertenecen a la familia de las efedráceas las especies *Ephedra sinensis* y *E. Shennungiana*, de la China, plantas que proporcionan la droga llamada *mahuang*, que contiene efedrina.

Subdivisión II. **Angiospermas**

Los óvulos de las Angiospermas (de *angion* = conceptáculo, y *sperma* = semilla), en número de uno o varios, están incluídos en un ovario o conceptáculo cerrado, formado por la hoja carpelar. El grano de polen germina en el estigma de aquél. En el saco embrionario (macrospora) faltan los arquegonios, hallándose en su lugar una sola oosfera; el endospermo no se forma hasta después de la fecundación del óvulo.

Antes de entrar en el estudio de las Angiospermas, parece conveniente hacer algunas consideraciones sobre las bases que han servido para la clasificación de las familias en el sistema natural.

En primer término hay que hacer notar que el sistema natural trata de utilizar todos los caracteres de las plantas y de cada una de sus familias. Por esto no se limita el sistema natural a la morfología, sino que también tiene en cuenta la anatomía, la citología, la fisiología, la geografía botánica, etc. Hasta se ha intentado acudir a la serología, pero los resultados obtenidos por ahora están llenos de contradicciones.

Cuando encontramos diversos caracteres opuestos unos a otros, hemos de decidir si los caracteres aislados deben considerarse como primitivos o como nuevamente adquiridos (progresiones). Los caracteres nuevamente adquiridos pueden ser debidos a desarrollos (complicaciones) o a retrocesos (reducciones).

Si una planta, en tipos importantes de desarrollo, presenta caracteres nuevamente adquiridos, la situamos en el sistema en un lugar más alto que una planta que todavía presenta el tipo de desarrollo primitivo.

La gran dificultad estriba en decidir si determinados tipos de desarrollo deben considerarse como primitivos o derivados y, además, si las diferencias entre los correspondientes caracteres corresponden también a tipos importantes de desarrollo. La decisión depende mucho, a menudo, de la situación personal del clasificador, y esto explica las diferencias que se observan en los sistemas de plantas de diferentes botánicos.

Sin embargo, en general se tiene una idea clara respecto de cuáles son los caracteres que deben considerarse como primitivos y cuáles los que deben tenerse como derivados. Así, sabemos que una flor (véase el dibujo esquemático de la fig. 40, *A*) termina con el ovario; el ovario medio y el ovario ínfero representan, por lo tanto, una pro-

gresión respecto del ovario súpero. Si encontramos, además, una familia de plantas que se diferencia de otra próxima a ella por la desaparición de un ciclo floral, por ejemplo, de dos anteras, como ocurre en las iridáceas respecto de las liliáceas (las últimas tienen dos ciclos de estambres [*A* 3 + 3] y las primeras sólo uno [*A* 3 + 0]), esta reducción significa un nuevo carácter. Otros caracteres nuevamente adquiridos son, por ejemplo, la soldadura de los pétalos (simpetalia), la soldadura de varias hojas carpelares formando un ovario pluricarpelar, la disposición decusada de las hojas, el zigomorfismo de las flores, etc.

En cambio, los botánicos no están de acuerdo, por ejemplo, en si la flor desnuda (apetalia) en muchos casos es primitiva o si en todos se ha formado por retroceso, y, además, en si la chalazogamia es o no una forma primitiva.

Por esto sería conveniente hacer notar en cada familia cuáles son las progresiones que han servido de base para dar a la misma el lugar que ocupa en el sistema natural.

Por medio de un ejemplo queremos explicar por qué razón, a partir de diferentes modos de ver, distintos clasificadores distribuyen las familias de plantas de diversa manera. Nos fijaremos en las glumífloras, que se han dividido en las familias de las gramíneas y de las ciperáceas.

Engler pone este orden inmediatamente después de las *Helobias*, fundándose en que las glumífloras son consideradas por él como primitivamente apétalas y el número de los estambres, aun cuando sólo raras veces, es indeterminado.

Otros clasificadores consideran la apetalia en las glumífloras como un caso de reducción y, por tal motivo, colocan el orden detrás de las lilífloras. Fijándonos en estos puntos de vista opuestos, examinemos detenidamente los caracteres diferenciales aislados:

En las lilífloras encontramos la fórmula típica floral regular de las monocotiledóneas *P* 3 + 3, *A* 3 + 3, *G* (3); en la familia de las iridáceas que a éstas corresponde el ciclo de estambres es reducido, es decir, es *A* 3 + 0. En las glumífloras encontramos, prescindiendo de la falta de su perigonio típico, sólo en *Oryza* y *Bambusa* 6 estambres y en los demás casos casi siempre 3. Engler ve aquí el camino hacia el desarrollo de las flores típicas de las monocotiledóneas, mientras que otros clasificadores ven aquí, como en las iridáceas, un proceso de reducción.

La existencia de tres hojas carpelares o sólo de dos en las ciperáceas y de una sola en las gramíneas es considerada por otros autores como un proceso de reducción y por lo tanto como progresión, mientras que Engler considera a las gramíneas (con una sola hoja carpelar) como las más primitivas y a las ciperáceas con dos o tres hojas carpelares como resultado de progresión. En contra del concepto de Engler parece estar el hecho de que las ciperáceas, correspondiendo a las dos o tres hojas carpelares, tienen dos o tres estigmas, mientras que las gramíneas, aun cuando sólo tienen una hoja carpelar, forman dos

estigmas. Estos dos estigmas pueden considerarse como un resto de dos hojas carpelares que primitivamente existían; pero no es creíble que, existiendo primero sólo una hoja carpelar con el correspondiente estigma, se hubiese formado un segundo estigma como precursor de la segunda hoja carpelar.

Admitiendo Engler la apetalia en las glumífloras como primitiva, considera las ciperáceas, que poseen un perigonio velloso y raras veces verdadero, como más desarrolladas que las gramíneas, que son del todo apétalas. Otros clasificadores, que admiten la apetalia como proceso de reducción, colocan a las gramíneas, como más desarrolladas, detrás de las ciperáceas.

En las ciperáceas faltan las glumillas y cada flor está generalmente provista de una sola bráctea; en cambio, tenemos en las gramíneas glumillas superiores, glumillas inferiores y glumélulas. Como estas brácteas especiales no existen en otras familias, no pueden haberse originado por reducción y su número considerable habla a favor de un mayor desarrollo en las gramíneas; también el tallo hueco de éstas, provisto de nudos, señala sin duda una progresión respecto de los tallos de tres cantos de las ciperáceas.

Considerando ahora los datos que proporciona la citología, encontramos en las lilifloras y en las ciperáceas tres antípodas en el saco embrionario; pero, en las gramíneas, por divisiones posteriores, las antípodas se multiplican llegando a unas 150; se trata aquí indudablemente de una progresión, que coloca a las gramíneas en un lugar superior al de las ciperáceas; el endospermo en las helobias forma un aparato basal, formándose después de la primera división del núcleo una membrana celular, mientras que luego en la célula superior endospérmica se forma un endospermo nuclear. En las lilifloras encontramos esta formación relativamente rara y en las demás el endospermo puramente nuclear, en el cual la primera placa celular no se ha desarrollado. En las glumífloras encontramos asimismo un endospermo nuclear. Según esto, las glumífloras no sólo son superiores a las helobias, sino también a las lilifloras, porque el endospermo basal primitivo no existe ya en las glumífloras.

Si ya el aumento de las antípodas en las gramíneas indica que en el concepto citológico las gramíneas tienen una organización superior a la de las ciperáceas, esto constituye un factor esencial que habla a favor de la idea de que las otras diferencias entre gramíneas y ciperáceas señalan la dirección ascendente ciperáceas → gramíneas. Por consiguiente, también la apetalia de las gramíneas y la existencia de un solo ovario deben considerarse como un proceso de reducción y no como caracteres primitivos.

A continuación expondremos brevemente algunas progresiones, señalando primero el comportamiento primitivo y después la progresión.

Posición espiral de las hojas y de las partes de las flores → posición verticilada; número variable de los verticilos florales → número

fijo de los verticilos florales → hojas carpelares soldadas → reducción a un ovario unilocular, que contiene un solo óvulo ; endospermo celular → endospermo con aparato basal → endospermo nuclear ; granos de polen con dos núcleos → polen con tres núcleos (en el cual la

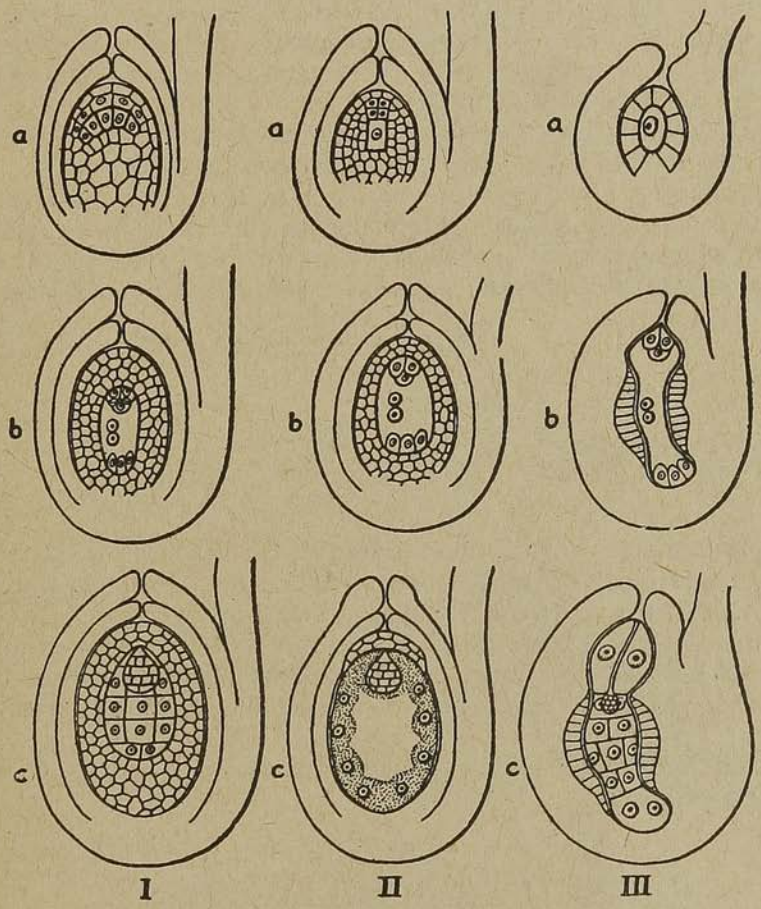


Fig. 303. Desarrollo de los haplontes femeninos de las angiospermas.
I, tipo primitivo de coripétalas (arquespora pluricelular, células de cubierta, endospermo celular, perispermo, dos integumentos). II, tipo coripétalo progresivo (arquespora unicelular, células de cubierta, endospermo nuclear, no existe peridermo, dos integumentos). III, tipo simpétalo (arquespora unicelular, sin células de cubierta, endospermo con haustorios, un integumento). *a*, fase de la célula madre del saco embrionario ; *b*, fase del saco embrionario maduro ; *c*, fase del desarrollo del embrión

célula madre del anteridio se ha dividido ya en el grano de polen en vez del tubo polínico). Células tapices en el saco polínico → periplasmodios (las células tapices penetran entre el polen y se fusionan entre sí) ; flores radiadas → flores zigomorfas ; perispermo + endospermo → sólo endospermo → materias nutritivas sólo en los cotiledones (véase también fig. 303).

Por otra parte, hemos de tener presente que iguales progresiones pueden presentarse en las más diversas ramas del árbol genealógico, de modo que formas que se encuentran en igual grado de progresión en modo alguno pueden considerarse siempre como íntimamente emparentadas. En este caso se habla de *fenómenos de convergencia.* Por ejemplo, las asclepiadáceas, lo mismo que las orquidáceas, presentan soldadura de los órganos florales ♀ con los ♂, y además polinias (polen unido a una especie de eje); a pesar de esto, las dos familias no pueden considerarse como afines.

Las Angiospermas fueron consideradas primero como formadas por dos ramas de la misma categoría, que recibían los nombres de monocotiledóneas y dicotiledóneas atendiendo a su principal carácter.

Sin embargo, el número de cotiledones no es la única diferencia entre estos dos grandes grupos de plantas, sino que esta diferencia va acompañada de toda una serie de otras; así, en general son:

	En las monocotiledóneas	En las dicotiledóneas
Las hojas	Paralelinervias	Penninervias
Las flores.....	Trímeras	Tetrámeras u ordinariamente pentámeras
Los hacecillos conductores en la sección del tallo	Esparcidos, sin cámbium (hacecillos cerrados)	Dispuestos en ciclo, con cámbium (hacecillos abiertos)

Modernamente, muchos consideran a las monocotiledóneas como una rama lateral de las dicotiledóneas; nosotros, siguiendo el ejemplo de otros botánicos, hemos colocado las monocotiledóneas detrás de las dicotiledóneas para expresar la idea de que las dicotiledóneas, que son las que primero se describen, parecen haberse formado antes, ya que la forma de libro no permite una distribución a modo de árbol genealógico.

El índice de materias da una idea general del sistema de Engler seguido en esta obra.

Clase I. DICOTILEDÓNEAS

Las plantas dicotiledóneas, que, según se ha dicho ya, difieren de las monocotiledóneas, no sólo por el número de hojas embrionales, sino, además, por sus hojas con nerviación reticulada, por sus flores generalmente penta o tetrámeras, por la disposición cíclica de los hacecillos conductores del tallo y por la existencia del cámbium, se clasifican en los siguientes grupos:

A. Sin pétalos, o con pétalos libres entre sí ..... Arquiclamídeas.
B. Con pétalos concrescentes en mayor o menor extensión Metaclamídeas.

Ambas divisiones se subdividen a su vez en órdenes, y éstos en familias, como vamos a ver.

Subclase I. Arquiclamídeas
(Apétalas y Coripétalas)

Periantio de los tipos siguientes: 1. Nulo; por lo tanto, flores aclamídeas. 2. Reducido a un solo verticilo, haploclamídeo. 3. Doble, o diploclamídeo, y, en este caso, con los dos verticilos análogos, o sea, periantio homoclamídeo, o de distinta naturaleza, diferenciados en cáliz y corola, periantio heteroclamídeo. A veces faltan los pétalos por aborto, y las flores se llaman *apopétalas*. Pero en todos los casos los pétalos son libres entre sí.

Orden 1.º PIPERALES

Flores desnudas, o raramente con periantio sencillo. Estambres en número muy variable, desde 1 a 10. Carpelos 1-4, libres o concrescentes. Flores muy pequeñas, en espigas.

Familia Piperáceas

La mayoría de las Piperáceas son arbustos trepadores confinados en los trópicos. Sus flores son hermafroditas o unisexuales, dispues-

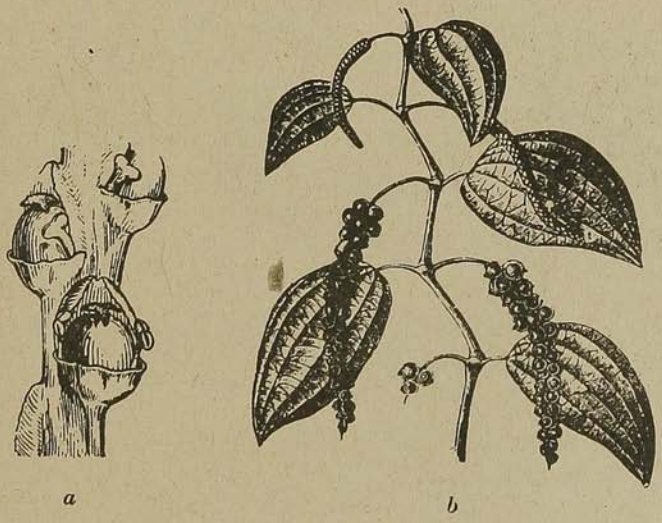


FIG. 304. *Piper nigrum.*
a, fragmento de una espiga con flores hermafroditas, muy aumentado; *b*, ramita con infrutescencias

tas en espigas densas; son desnudas, y están protegidas únicamente por una bráctea. Las masculinas poseen dos o varios estambres; las femeninas, un ovario unilocular con un solo óvulo ortótropo; en las hermafroditas (fig. 304, *a*), los órganos sexuales tienen análoga constitución y guardan proporciones semejantes. El fruto es en baya drupiforme.

Las semillas poseen peri y endospermo, con un embrión muy pequeño. En todos los órganos de estas plantas se hallan células oleíferas.

El **Piper** *nigrum, pimentero* (fig. 304), de la región indo-malaya, da la *pimienta blanca, Fructus Piperis albi,* cuando se recoge el fruto maduro, y la *pimienta negra, Fructus Piperis nigri,* si se recoge verde. El *P. Cubeba* (también llamado *Cubeba officinalis*), asimismo de la región indo-malaya, produce la *cubeba.* Los *P. longum* y *P. Betle* dan, respectivamente, el *Fructus Piperis longi* y el *betel.* El *P. angustifolium* da las hojas de mático y el *P. methysticum* la raíz de *kava-kava.*

Orden 2.º **SALICALES**

Flores desnudas, dioicas, con un disco cóncavo o reducido a una escama lateral. Estambres $2 - \infty$. Ovario unilocular, compuesto

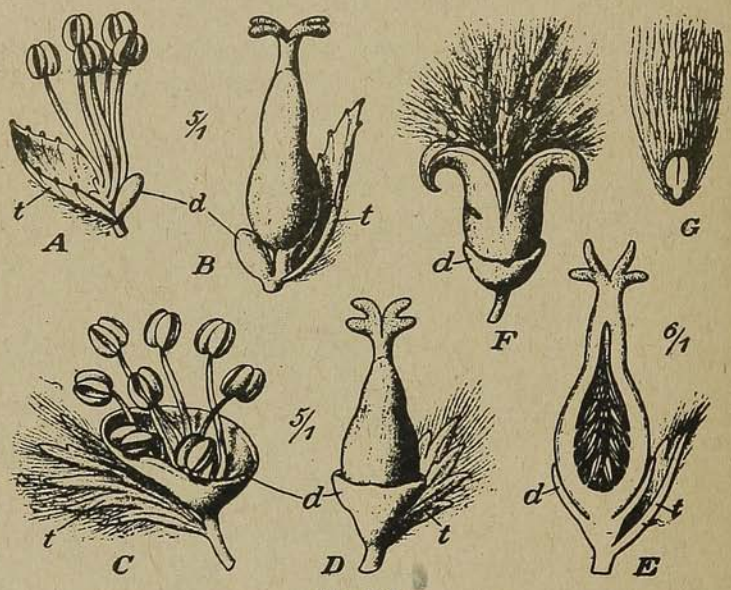


FIG. 305

A, flor masculina; *B*, flor femenina de *Salix pentandra*; *t*, bráctea; *d*, disco. *C-G*, *Populus tremula*: *C*, flor masculina; *D*, flor femenina; *E*, sección longitudinal de la anterior; *t*, bráctea; *d*, disco; *F*, fruto abierto con la salida de las semillas; *G*, semilla en sección longitudinal con el vilano

de dos hojas carpelares, y con óvulos numerosos. Fruto en cápsula, con abundantes semillas; estas son muy pequeñas y están provistas en su base de un penacho de pelos. Tanto las flores masculinas como las femeninas se disponen en espigas o amentos. A diferencia de las Piperales, no encontramos aquí carpelos libres; su número no es ya variable.

Familia **Salicáceas**

Árboles o arbustos, raramente plantas herbáceas, con las flores masculinas compuestas de numerosos estambres o sólo de dos a cinco (fig. 305, *A*), las femeninas reducidas al ovario (fig. 305, *B*).

Esta familia sólo posee los géneros **Salix** y **Populus.**

El género **Salix** comprende unas 16 especies de las regiones templadas y frías del hemisferio boreal; un corto número de especies habita en los trópicos. Los *Salix alba* y *S. fragilis, sauces*, son frecuentes en Europa, y dan la *corteza de sauce, Cortex Salicis*; de la *S. viminalis, mimbrera*, y otras especies, se aprovechan las ramas jóvenes para fabricar cestas.

Algunos *S lix*, con disco lateral nectarífero en las flores masculinas, son entomófilos; las especies polares o alpinas, por el contrario, parecen anemófilas.

Las especies del género **Populus** son mucho menos numerosas, no llegan a una veintena; habitan también de preferencia la zona templada del hemisferio boreal.

Los **Populus** *alba, chopo* o *álamo blanco*, y **Populus** *nigra, álamo negro*, viven en Europa; muy frecuentemente plantados, por su madera y como árboles de sombra. Las yemas de este último son oficinales, *Gemmae Populi*. El *P. tremula* es el *álamo temblón*, propio de Europa y Asia (fig. 305, *C-G*). Hoy se cultiva mucho el *P. canadensis* por su rápido crecimiento.

En los *Populus* la fecundación tiene lugar mediante el aire; son anemófilos.

Orden 3.º JUGLANDALES

Flores desnudas, o raramente con una sola cubierta floral, unisexuales, monoicas. Estambres $3 - \infty$. Ovario unilocular, de dos carpelos, con un óvulo ortótropo. Flores en amentos. Chalazogamia.

Familia **Juglandáceas**

Flores masculinas dispuestas en largos amentos (fig. 306), con cuatro o más estambres, y periantio poco aparente. Flores femeninas agrupadas en corto número (fig. 306).

Comprende esta familia unas treinta especies arbóreas, de hojas compuestas, imparipinnadas, que habitan de preferencia los países templados, o subtropicales, del hemisferio boreal.

Es oficinal la **Juglans** *regia* (fig. 306), el *nogal*, de los Balcanes y del Himalaya, y frecuentemente cultivado. Se cultiva por sus semillas, las nueces, y por su madera, muy apreciada; en Farmacia se usan las hojas *Fol. Juglandis*, y muy raramente el mesocarpio del fruto, *Cortex nucum Juglandis*.

Orden 4.º FAGALES

Plantas leñosas con las flores epiginas, unisexuales, provistas de periantio poco vistoso y aparentemente sencillo, pero realmente doble; las masculinas dispuestas en amentos, las femeninas de manera varia. Estambres en número variable, por lo regular epitépalos; gineceo de dos a seis carpelos, y semillas sin endospermo.

Familia **Betuláceas**

Ovario ínfero, bicarpelar, con dos estilos, y por lo regular con dos cavidades. Óvulos con un solo tegumento. El fruto es seco e indehiscente, con una semilla sin tejido nutricio.

Plantas leñosas, con hojas enteras, que habitan casi exclusivamente las regiones templadas del hemisferio boreal.

El **Carpinus** *betulus, carpe*, es propio de Europa y Asia occidental; posee una madera muy dura.

El **Corylus** *Avellana* es el *avellano* (fig. 307), frecuente en los bosques de Europa, y a menudo cultivado por sus semillas, *avellanas*.

Las **Betula** *verrucosa, abedul*, y *B. pubescens*, son especies frecuentes en la Europa central. La primera habita de preferencia en tierras arenosas, silíceas; la segunda en los bosques húmedos, pantanosos, o en las turberas, y llega hasta



Fig. 306. *Juglans regia.*

A, ramita en flor; *B*, fragmento de un amento masculino; *C*, flor masculina vista de frente; *D* y *E*, antera, vista por detrás y por delante; *F*, flor femenina; *G*, fruto una vez separada la mitad blanda del pericarpio; *H*, fruto y semilla en sección transversal

los 71° de latitud Norte. En las montañas se remontan a menudo hasta los límites de la vegetación arbórea.

El **Alnus** *glutinosa, aliso* (fig. 308), se halla en los bosques húmedos y a orillas de las corrientes, en Europa, Asia y África del Norte; a menudo cultivado por su madera.

Familia **Fagáceas**

Ovario ínfero, trilocular, con un par de óvulos péndulos en cada cavidad, provistos de dos tegumentos. Ovarios y frutos aislados o reunidos varios formando grupo, y más o menos envueltos por un con-

junto de brácteas que recibe el nombre de *cúpula*. Fruto seco e indehiscente con una sola semilla sin tejido nutricio.

El **Fagus** *silvatica, haya,* es uno de los árboles más importantes de Europa; forma grandes bosques en la Europa central y boreal, y en las montañas del mediodía; llega hasta los 60° de latitud, y se cultiva, además, por su madera. En la América del Norte se halla la especie afín *F. ferruginea*. Los **Nothofagus**, parecidos a los anteriores, habitan, por el contrario, las regiones antárticas, la América del Sur, el Sur de Australia y Nueva Zelanda; el *N. Dombeyii* es un árbol siempre verde de las montañas de Chile, el *coigue*.

La **Castanea** *vulgaris*, el *castaño*, propio de los montes de la región mediterránea, frecuentemente cultivado por su fruto, las *castañas*, y por su madera.

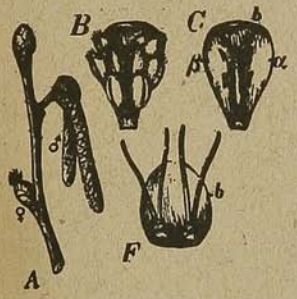


FIG. 307. *Corylus Avellana*. *A*, ramita florida; *B*, flor masculina, con una escama tectriz, vista por la parte interna; *C*, la misma, separadas las anteras de sus filamentos; *F*, flores femeninas, con su escama (*b*). (Según Eichler)



FIG. 308. Infrutescencia del *Alnus glutinosa*

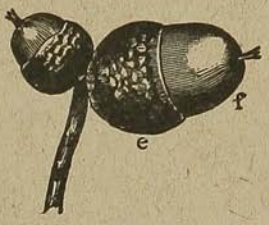


FIG. 309. Fruto de *Quercus pedunculata*; *f*, bellota, con su cúpula, *e*

El género **Quercus** comprende hasta 200 especies que habitan de preferencia los países templados del hemisferio boreal. Los *Q. sessilis* (= *sessiliflora*) y *Q. pedunculata*, fueron reunidos por Linné en una sola especie, *Q. Robur, roble* (figs. 309, 310 y 311); ambos son árboles de hoja caediza, frecuentes en la mayor parte de Europa, formando a menudo grandes bosques, y muy estimados por su madera. El *Q. Ilex* es la *encina*, de hoja siempre verde, coriácea, característica de la región

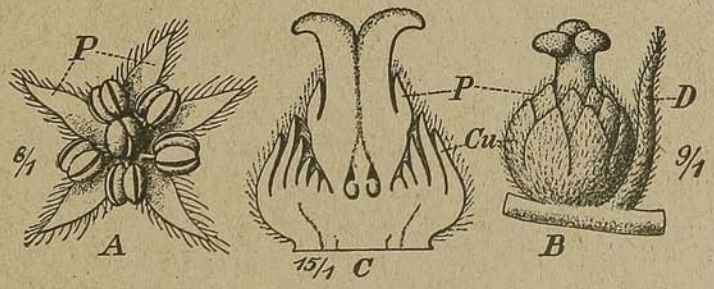


FIG. 310. *Quercus sessilis*.
A, flor masculina, vista de frente; *B*, flor femenina, con una bráctea (*D*), vista de lado; *C*, flor femenina en sección longitudinal; *P*, perigonio; *Cu*, cúpula

mediterránea, útil también por su madera, y por su fruto, las *bellotas*. El *Q. Suber, alcornoque*, de dispersión semejante a la de la anterior, se distingue por su tronco suberoso, y produce el *corcho*; el *Q. coccifera, coscojo*, asimismo mediterráneo, no pasa, por lo regular, de arbusto achaparrado, cubriendo a menudo grandes extensiones de terreno; sobre él vive el *quermes*, que se usó mucho antiguamente como colorante. La picadura de un insecto himenóptero en los brotes jóvenes del *Q. infectoria* (también llamado *Q. lusitanica*, var. *infectoria*), de Oriente, produce las excrecencias globulosas conocidas con el nombre de *agallas de Alepo* o *de Oriente*.

Orden 5.º URTICALES

Flores hipóginas, frecuentemente unisexuales, pequeñas, con periantio generalmente doble, aunque sencillo en apariencia, y sepaloideo. Estambres en número igual al de los tépalos, y epitépalos. Gineceo compuesto de uno, más raramente de dos carpelos, y aun en este último caso uno de los dos atrofiado. Ovario unilocular y uniovulado.

Plantas herbáceas o leñosas, con las flores dispuestas las más veces en cimas multi y densifloras.



FIG. 311. Rama en flor de *Quercus pedunculata*

Familia Ulmáceas

Árboles con las flores hermafroditas o, por aborto, unisexuales, con periantio de 4 a 5 piezas; estambres con los filamentos rectos en el capullo. Ovario bicarpelar, con una sola cavidad y un solo óvulo colgante, anátropo. Fruto nuez, con un apéndice en forma de ala *(sámara)*, o drupa. En las hojas existen cistolitos.

El **Ulmus** *campestris*, *olmo* (fig. 312), es frecuente en Europa, muy a menudo plantado como árbol de sombra. Se usa la corteza como astringente, *Cortex Ulmi*.

Familia Moráceas

Cubiertas florales a menudo acrescentes y carnosas; flores unisexuales, generalmente tetrámeras, con los estambres episépalos (fig. 313, 1 *A*). Ovario bicarpelar, unilocular, con un óvulo péndulo,

anátropo. Fruto en nuez o drupa. Flores pequeñas, en cimas, reunidas en inflorescencias acabezueladas o espiciformes, cuyo eje más o menos carnoso se ensancha a veces formando un disco, o un conceptáculo, etc.

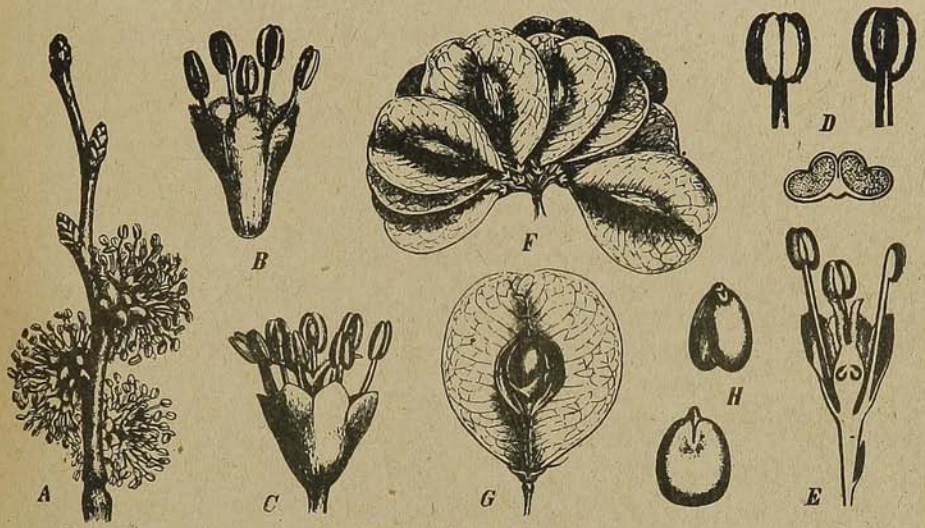


FIG. 312. *Ulmus campestris.*

A, ramita en flor, con tres yemas en la parte superior; *B*, flor masculina, pentámera; *C*, flor hermafrodita, octómera; *D*, antera vista por delante, por detrás y en sección transversal; *E*, sección longitudinal de una flor; *F*, grupo de frutos; *G*, una sámara abierta; *H*, embrión, en dos posiciones distintas. (Según Engler)

Árboles, arbustos, raramente hierbas, con látex en todas sus partes; cistolitos muy frecuentes.

El género **Morus**, que da nombre a la familia, comprende unas diez especies de los países templados del hemisferio boreal y de las montañas tropicales. El *moral* es el *Morus nigra*, de origen oriental, cultivado por su infrutescencia carnosa,

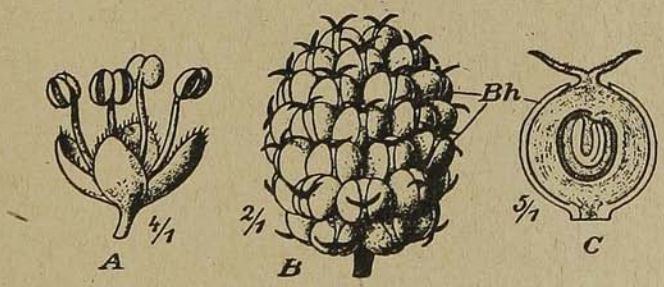


FIG. 313. *Morus alba.*

A, flor masculina; *B*, infrutescencia madura; *C*, una baya aislada de la misma en sección; *Bh*, periantio

las *moras* (fig. 313, *B*); la *morera* es el *Morus alba*, originaria de China, y de la cual se cultivan numerosas variedades. Las hojas de ambas, pero principalmente de la última, sirven de alimento al gusano de seda.

La *higuera*, **Ficus** *Carica* (fig. 314), probablemente oriunda del oriente de la región mediterránea, se cultiva por sus infrutescencias carnosas, piriformes, los *higos*. Varias especies de este género, muy rico en los trópicos, proporcionan *caucho*, tales como el *Ficus elastica*, de la región indo-malaya.

Los **Artocarpus** *integrifolia*, y *A. incisa*, *árbol del pan*, ambos de la región indo-malaya, dan infrutescencias comestibles.

La **Castilloa** *elastica*, *árbol de hule*, de Méjico, produce también caucho.

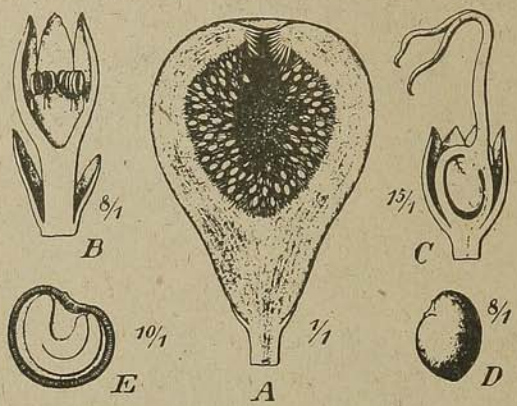


FIG. 314. *Ficus Carica.*

A, infrutescencia en sección longitudinal, de tamaño natural; *B*, una sección de flor masculina, por 8; *C*, una sección de flor femenina, por 15; *D*, semilla estéril de una flor galígena, por 8; *E*, sección longitudinal de una semilla normal, por 10

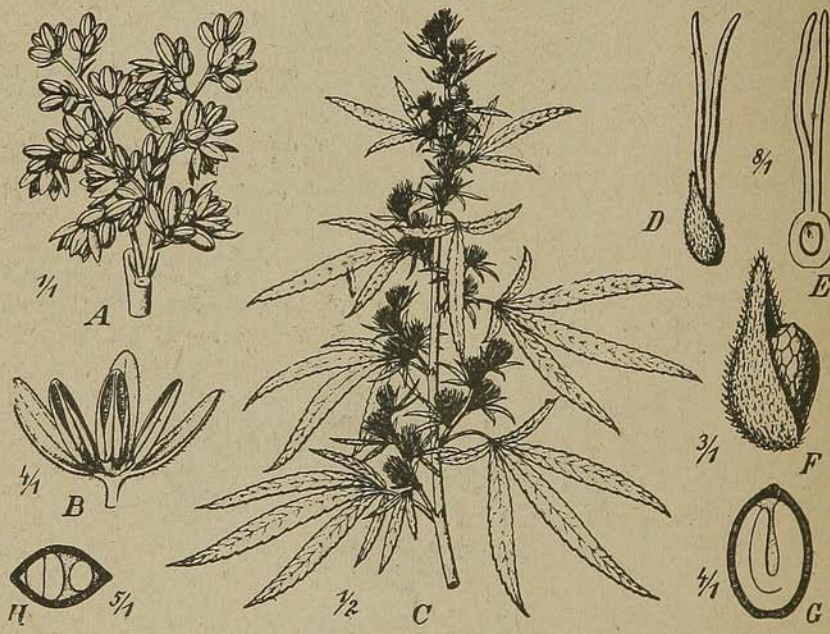


FIG. 315. *Cannabis sativa.*

A, fragmento de inflorescencia de un pie masculino, tamaño natural; *B*, flor masculina; *C*, ramita florida de un pie femenino, reducida a la mitad; *D*, flor femenina; *E*, sección longitudinal de su gineceo, por 3; *F*, fruto, por 3; *G* y *H*, secciones longitudinal y transversal del mismo, por 4 y por 5

La **Cannabis** *sativa*, única especie del género, es el *cáñamo* (fig. 315), que habita en la India, Persia, etc., y se cultiva en muchos países, para la obtención de la fibra de cáñamo y de los frutos o cañamones. La planta cultivada en Oriente

tiene propiedades narcóticas y sirve para preparar el *haschisch*; las sumidades de los pies femeninos son oficinales, *Herba Cannabis indica*, y con ellas se obtiene un extracto, *Extr. Cannabis ind.*

El **Humulus** *Lupulus* es el *lúpulo*, que habita en los setos y bosques de las zonas templadas del Norte (fig. 316). Las glándulas de las inflorescencias femeninas (fig. 316, *c*) constituyen el *lupulino (Gland. Lupuli)*, utilizado para fines médicos y principalmente para aromatizar la cerveza.

Familia Urticáceas

Flores unisexuales, raramente hermafroditas, tetrámeras o pentámeras, con los estambres episépalos. Ovario unilocular con un óvulo ortótropo inserto en su base. Fruto nuez o drupa.



FIG. 316. *Humulus Lupulus.*
a, flor masculina; *b*, dos flores femeninas; *c*, infrutescencia

Plantas herbáceas, raramente matas o arbustos, con las flores menudas y poco vistosas, sin látex. Poseen largas fibras en el pericicio, y cistolitos en las hojas.

El género **Urtica** comprende unas treinta especies repartidas por casi todo el globo. La *U. urens, ortiga menor*, es una pequeña planta anual, frecuente en casi todo el hemisferio Norte; la *U. dioica, ortiga mayor*, alcanza hasta un metro y más de altura, y habita los países templados de casi todo el globo. Se usaron antiguamente, en estado fresco, para provocar revulsiones con sus pelos urticantes; de la segunda, y de alguna otra especie, se utilizan sus fibras como textiles.

La **Boehmeria** *nivea*, originaria de la India, es el *ramio*, muy cultivado en el archipiélago de la Sonda y en la China; sus fibras textiles se estiman por ser muy tenaces y muy resistentes a la humedad.

Orden 6.º SANTALALES

Flores actinomorfas, generalmente con periantio sencillo, con los estambres episépalos; ovario ínfero, por lo regular con dos o tres carpelos, con un óvulo sin tegumentos cada uno.

Familia **Santaláceas**

Plantas terrícolas semiparásitas, con flores actinomorfas, hermafroditas y ovario unilocular.

Hierbas o plantas leñosas, que habitan de preferencia los países tropicales.

El **Santalum** *album*, de la India, *sándalo*, se cultiva por su leño *(Lignum Santali)*, muy duro y oloroso, rico en esencia *(Oleum Santali)*; el *S. Freicinetianum*, de las islas Sandwich, da el *sándalo cetrino*, muy oloroso también.

Las pocas especies del género **Cervantesia** viven en las montañas de Colombia, Ecuador y Perú. Son árboles de hojas enteras, con fruto drupáceo; las semillas de la *C. tomentosa* son comestibles.

El género **Thesium**, del cual toma nombre la familia, comprende más de cien especies; la mayoría son herbáceas y de poca talla; varias de este género son frecuentes en Europa y en América.

Familia **Lorantáceas**

Plantas dendrícolas, semiparásitas; flores actinomorfas, con periantio sencillo, sepaloideo o petaloideo, de cuatro a seis sépalos. Óvulos reducidos al saco embrionario.

Matas o pequeños arbustos que viven sobre las ramas de los árboles, principalmente en los trópicos.

El género tipo, **Loranthus**, comprende más de 300 especies, de los países tropicales del Antiguo Mundo; en Europa sólo el *L. europaeus*, de Italia, Austria, Balcanes, etc., sobre robles y castaños.

El **Viscum** *album* es el *muérdago*, que vive sobre árboles los más diversos, tales como manzanos, perales, pinos, abetos, chopos, etc., como una pequeña mata siempre verde, notable por su ramificación ahorquillada. Se fija en el árbol mediante un pivote cónico, de cuya base parten ramitas chupadoras que corren por entre la corteza y el leño del mismo. La propagación del muérdago tiene lugar mediante los pájaros, que comen sus frutos bacciformes, blancos, y depositan luego en las ramas de los árboles las semillas no digeridas.

El muérdago de la encina, sobre la cual vive raramente, era la planta sagrada de los antiguos Galos; se usó también en Medicina. Hoy se prepara con ella una liga para cazar pajaritos.

El género **Phoradendron** comprende alrededor de cien especies americanas, parásitas sobre muy diversos árboles. Son notables por su forma radiada, semejando grandes hojas arrosetadas, las excrecencias leñosas que provocan sobre sus víctimas, algunas especies de *Phoradendron*; esas excrecencias se llaman en Méjico, Guatemala, etc., *rosa de palo* o *rosa de madera*.

Orden 7.º **ARISTOLOQUIALES**

Flores con periantio sencillo, petaloideo, actinomorfo o zigomorfo. Ovario de ordinario ínfero, de tres a seis cavidades, con plantación axil, o unilocular, con placentación parietal; óvulos numerosos.

Familia **Aristoloquiáceas**

Periantio gamosépalo, androceo, con seis a doce estambres, cuyos filamentos se sueldan con el estilo en un ginostemio. Ovario ínfero, con cuatro a seis cavidades; fruto capsular.

Plantas herbáceas o leñosas, y en este caso generalmente trepadoras, con hojas acorazonadas o arriñonadas, principalmente de los países tropicales. Tienen células de esencia.

La mayoría de las plantas de esta familia pertenecen al género **Aristolochia**, con unas 180 especies. De las *A. longa*, *A. rotunda* y *A. Clematitis* (fig. 317), de Europa, se han usado las raíces para combatir afecciones diversas, así como el rizoma de la *A. serpentaria*, de Norteamérica, con el nombre de *Rhiz.* o *Radix Serpentariae*. La *A. Sipho*, originaria asimismo de América del Norte, es muy cultivada como planta de adorno, para cubrir glorietas. Es notable por sus hojas grandes y por sus flores en forma de pipa.

El **Asarum** *europaeum*, *asaro*, se caracteriza, como sus congéneres, por las flores actinomorfas, con periantio trímero y doce estambres. Vive en Europa y Siberia; posee hojas arriñonadas y flores pardo verdosas; el rizoma de esta planta es oficinal, *Rhizoma* o *Radix Asari*.



Fig. 317. *Aristolochia Clematitis*. Flor proterogina antes (*A*) y después (*B*) de la fecundación, cortada longitudinalmente. (Según Sachs)

Orden 8.º **POLIGONALES**

Flores con periantio sencillo o doble. Ovario súpero, unilocular, con un óvulo ortótropo. Hojas ordinariamente acompañadas de la llamada *ocrea*.

Familia **Poligonáceas**

Flores generalmente hermafroditas, con periantio poco vistoso, cíclico, y en este caso, por lo regular, trímero, o helicoideo y pentámero. El androceo se compone en las flores de periantio cíclico de dos verticelos de tres estambres, o de uno solo, y en las acíclicas, el número de estambres es de cinco a ocho; el verticilo estaminal externo, a veces se desdobla (por ejemplo, en el género *Rheum*, etc., fig. 318). La fórmula floral puede expresarse así: $P\,3 - 6$, $A\,3 - 9$, $G\overline{(2)-(3)}$. En el fondo del ovario se inserta el único óvulo, ortótropo (fig. 319). El fruto es una nuez, las más veces trígona.

La mayoría de las Poligonáceas son plantas herbáceas, con las hojas esparcidas, provistas de estípulas membranosas envainadoras, llamadas *ocrea*, y flores pequeñas en inflorescencias muy variadas.

El género **Polygonum** comprende unas ciento cincuenta especies, esparcidas por toda la tierra, pero principalmente en los países templados. Algunas, como el *P. aviculare*, cosmopolitas. El *P. Bistorta* habita en las praderas de las montañas

del hemisferio boreal ; es la llamada *bistorta*, cuyo rizoma es oficinal, *Rhiz. Bistortae* (fig. 320).

El **Fagopyrum** *esculentum* (= *Polygonum Fagopyrum*), *trigo sarraceno*, originario del Asia, se cultiva por sus frutos feculentos, para alimentar el ganado y aun para panificación.

El género **Rumex**, con un centenar de especies, habita de preferencia en los países templados del hemisferio boreal. En Europa son frecuentes los *R. Acetosa* y *R. Acetosella*, *acedera* y *acederilla*, que se hallan también en América y en gran parte del globo ; sus hojas tienen sabor ácido, y la primera se cultiva para uso culinario. El *R. Patientia*, de la Europa oriental y de Asia, se cultiva con el mismo objeto con el nombre de *hierba de la paciencia*.

Unas veinte especies asiáticas comprende el género **Rheum**, entre las cuales citaremos los *Rh. palmatum* y *Rh. officinale* (fig. 321), cuyo rizoma



FIG. 318. Diagrama de *Rheum*

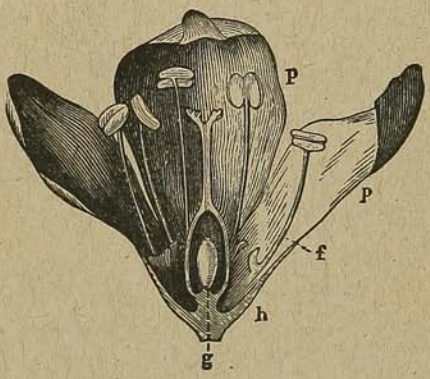


FIG. 319. Flor de *Polygonum*. *g*, el óvulo ; *p*, perigonio, y *f*, estambres



FIG. 320 *Polygonum Bistorta*

es el *ruibarbo*, *Rhizoma Rhei*. El *R. Rhaponticum*, de los montes de Altai, Dauria, etc., produce el ruibarbo póntico o *Rad. Rhapontici*, el *rapóntico*. La fórmula floral del género *Rheum* es $P\,3+3$, $A\,3^2+3$, $G\underline{(3)}$ (fig. 318).

Orden 9.º **CENTROSPERMAS**

Flores hermafroditas, generalmente hipoginas, pentámeras, con periantio sencillo o doble, las más de las veces sepaloideo, raramente diferenciado en cáliz y corola. El androceo es haplo o diplostémono, y el ovario, por lo común, unilocular, con un óvulo basilar o con óvulos numerosos, insertos en placentas axiles, campilótropos. Semillas con perispermo y embrión curvo.

La mayoría son plantas herbáceas con hojas sencillas y sin estípulas.

Familia **Quenopodiáceas**

Flores con periantio doble, sepaloideo, en apariencia sencillo, por lo regular hermafroditas. Androceo haplostémono y epitépalo. El ova-

rio es unilocular, de dos a cinco carpelos, con un solo óvulo ; el fruto es nuciforme.

Son, por lo general, plantas herbáceas, con las hojas más o menos carnosas y esparcidas ; flores pequeñas reunidas en inflorescencias densas.

El género **Chenopodium** comprende unas 60 especies distribuídas por casi toda la tierra. El *Chenopodium Botrys*, del Viejo Mundo y de Norteamérica, es una hierba olorosa, conocida con el nombre de *bien granada*, que se usó antiguamente en Medicina, *Herba Botryos ;* también europeo y americano es el *Ch. Bonus-Henricus, zurrones*, hoy en desuso, *Herba Boni Henrici ;* el *Ch. ambrosioides, té de España*,

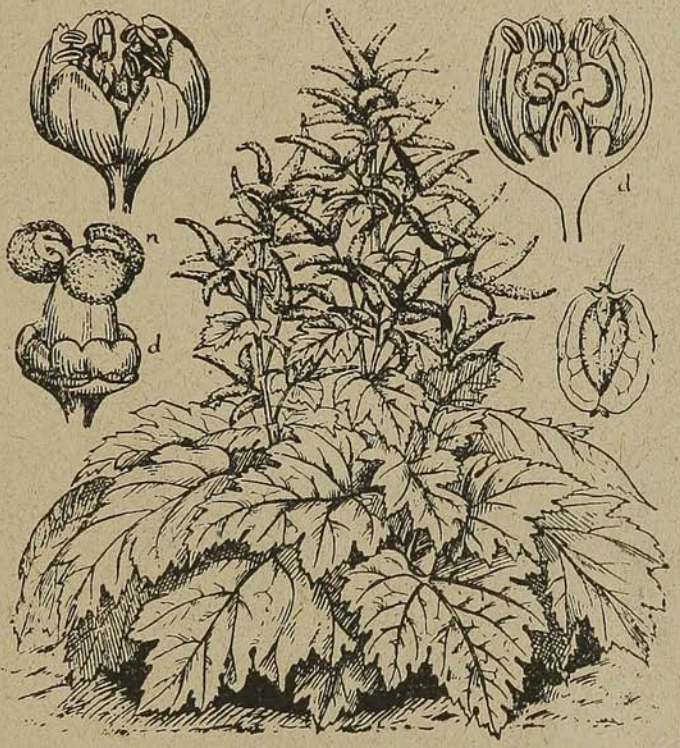


Fig. 321. *Rheum officinale*, la planta entera, flores aisladas y fruto. *n*, ovario, separados los estambres y el periantio de la flor ; *d*, nectarios

de origen americano, hoy naturalizado en casi todo el globo, es la *Herba Chenopodii mexicani*, que se bebe en infusión como aromática, etc.

El género **Beta** comprende unas pocas especies de la región mediterránea y países próximos. La más importante de todas es la *B. vulgaris*, muy polimorfa, de la cual se cultivan numerosas razas. La variedad *Rapa*, de raíz fusiforme, muy gruesa, es la *remolacha*, de gran importancia en la fabricación de azúcar ; la variedad *Cicla*, la *acelga*, de hojas grandes, con el nervio medio muy desarrollado, se come como verdura, etc.

La *espinaca* es la **Spinacia** *oleracea*, probablemente de origen oriental, muy frecuentemente cultivada en las huertas.

Varias especies de **Atriplex** son matas o arbustos ; la *A. hortensis* se cultiva para utilizar las hojas como verdura ; es el *armuelle de huerta*.

La **Salsoda** *soda, barrilla común*, y otras congéneres, comunes en las costas y tierras salinas de España, dan por incineración cenizas muy ricas en carbonato sódico, las *barrillas*, que tuvieron gran importancia antiguamente.

Familia **Cariofiláceas**

Flores actinomorfas, por lo general pentámeras, de la fórmula $K5$, $C5$, $A5+5$, $G\underline{(5)}$ (fig. 322). El ovario es unilocular, con una columna placentaria axil, en la cual se insertan los óvulos, de ordinario numerosos (fig. 323). El fruto es una cápsula, con dehiscencia loculicida o septicida, o sólo dehiscente en el ápice, que se escinde en varios dientes. Son característicos de esta familia los pétalos dichos unguiculados, esto es, atenuados largamente en la base (por ejemplo, en la *Saponaria*, fig. 323). En la unión de la uña con el limbo del pétalo existen además, con relativa frecuencia, unos apéndices ligulares, cuyo conjunto constituye la *coronita* de la flor (fig. 323, *C*). La cima es la inflorescencia más general de las Cariofiláceas, y su forma más frecuente el dicasio; el dicasio se transforma a menudo en cincino en las sucesivas ramificaciones de la inflorescencia.

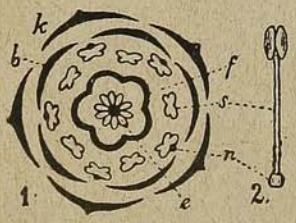


FIG. 322

1, diagrama de una cariofilácea: *k*, cáliz; *b*, corola; *s*, estambres; *n*, nectarios; *f*, ovario; *e*, óvulos. 2, un estambre con su nectario

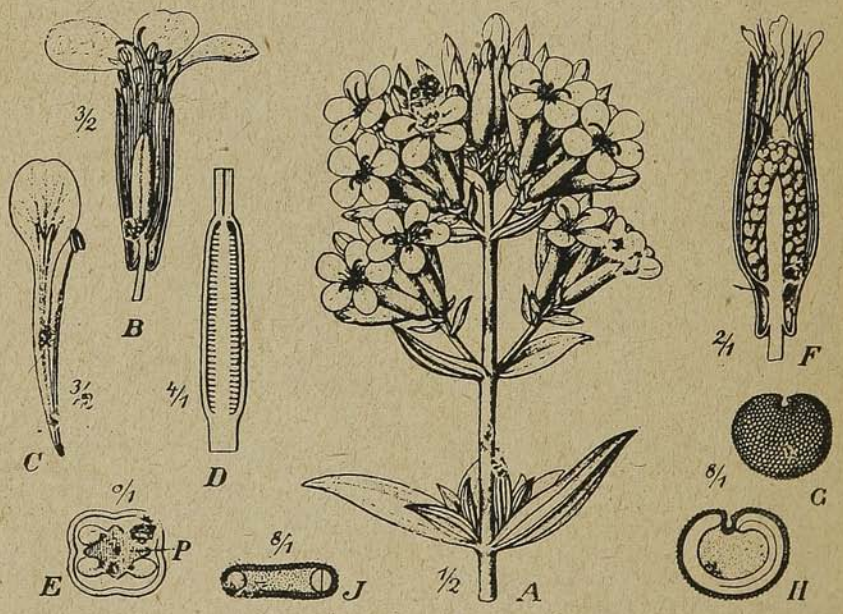


FIG. 323. *Saponaria officinalis.*

A, sumidad florida; *B*, sección longitudinal de una flor; *C*, pétalo con un estambre epipétalo; *D*, sección longitudinal del ovario; *E*, sección transversal del mismo, con la placenta (*P*) en el centro y cuatro óvulos de otras tantas filas; *F*, sección longitudinal de un fruto con las semillas desprendidas en su mayor parte de la placenta axil aislada; *G*, semilla; *H* y *J*, secciones longitudinal y transversal de la misma

Se dividen en dos subfamilias :

a) Alsinoideas.

Sépalos libres, estambres generalmente periginos, y estilos libres o concrescentes.

Del género **Alsine** toma nombre esta subfamilia. Las *Alsine* son pequeñas plantitas, poco vistosas, que habitan los países templados y fríos del hemisferio boreal ; dos especies solamente se hallan en Méjico, y una en Chile.

El género **Queria** no comprende sino la *Q. hispanica*, de España y otros países mediterráneos.

Varias especies de **Stellaria** son cosmopolitas : tal, por ejemplo, la *S. media*, *pamplina* o *hierba de los canarios*, plantita anual frecuente en las huertas y terrenos incultos ; frecuentes en los cultivos son también varias especies de **Cerastium**, algunas de área de dispersión extensísima.

La **Spergularia** *rubra*, pequeña hierba de tallos tendidos y hojas lineales, provistas de estípulas membranosas, con flores rosadas y diseminadas en gran parte del globo, se usó y aun hoy se usa, con el nombre de *arenaria roja*.



FIG. 324. *Silene nutans*



FIG. 325. *Agrostemma Githago*

El género **Paronychia** comprende cerca de medio centenar de especies de las zonas templadas y cálidas. La mayoría son pequeñas plantitas herbáceas con hojas y flores pequeñas, y estípulas grandes, membranosas, muy brillantes en algunas especies. La *P. argentea*, de la Europa meridional y África del Norte, es la *sanguinaria menor*. Afines a éstas son la **Herniaria**, con estípulas pequeñas y poco vistosas ; la *H. glabra*, *milengrana* o *herniaria*, y alguna otra congénere, se han usado como diuréticas, *Herba Herniariae*.

b) Silenoideas.

Sépalos concrescentes, pétalos y estambres hipoginos, estilos libres.

La subfamilia toma nombre del género **Silene** (fig. 324), con unas 300 especies, cuyo centro de dispersión es la región mediterránea, difundidas mayormente en el hemisferio boreal. La más conocida en Europa es la *S. venosa* (= *S. inflata*), *colleja*, que se come en ensalada cuando joven.

La **Agrostemma** *Githago*, *neguillón* (fig. 325), crece en los sembrados de casi todo el mundo, y posee semillas venenosas.

El género **Dianthus** es de los más polimorfos ; el número de especies oscila alrededor de 250, y su centro de dispersión es también el Mediterráneo. Este origen tiene el *D. Caryophyllus*, *clavel*, llamado *Caryophyllus* por el olor de sus flores, que

recuerda el del clavo de especia *(Caryophyllus aromaticus)*; de este clavel deriva el nombre de la familia, Cariofiláceas. Es una planta de jardín y de ventana de las más apreciadas, sobre todo en España, con infinidad de razas de los más variados colores y aspectos.

Vive en Europa y Asia, principalmente cerca de ríos y acequias, la **Saponaria** *officinalis, hierba jabonera* (fig. 323); contiene *saponina*, y a veces la usa el pueblo para lavar; la raíz tiene propiedades depurativas, *Radix Saponariae*.

Por su abolengo, por el número de especies endémicas en la Península Ibérica, y aun por los nombres genéricos de varias de ellas, dedicados a botánicos peninsulares: **Velezia, Minuartia, Queria, Ortega**, la de las Cariofiláceas es una de las familias más españolas.

Orden 10.º RANALES

Flores hipoginas, periginas o epiginas, hermafroditas, con sus piezas dispuestas en hélice, bien sólo parte de ellas o todas; androceo, generalmente, con estambres numerosos, y gineceo con carpelos también numerosos y libres. Semillas generalmente con endospermo. Plantas herbáceas o leñosas.

Familia **Ninfeáceas**

Las flores son generalmente helicocíclicas, es decir, con sus piezas en parte dispuestas en hélice alrededor del eje floral, y en parte verticiladas. Así, en la *Nymphaea*, el cáliz, corola y androceo se disponen de manera helicoidal, transformándose gradualmente los sépalos en pétalos, y éstos en estambres, mientras el gineceo tiene sus carpelos verticilados. Tanto los sépalos como los pétalos, estambres y carpelos, son, por lo regular, numerosos en cada flor. Estos últimos libres, o concrescentes en un solo ovario.

La mayoría plantas acuáticas o palúdicas, con hojas flotantes y flores grandes, muy hermosas.

El género **Nymphaea** está representado por buen número de especies principalmente tropicales. En Europa la *N. alba, ninfea*, de flores blancas; en África, la *N. lotus*, el verdadero *loto* de los egipcios; en América tropical, la *N. amazonum*, con flores amarillo verdosas, etc.

El género **Nuphar** comprende media docena de especies del hemisferio boreal; el *N. luteum, nenúfar amarillo*, es relativamente frecuente en Europa.

El **Nelumbo** *nucifera* del Asia tropical, con hojas grandes, peltadas, emergentes, y flores rosadas, se cultiva frecuentemente en los países fríos en estufas. Se toma a menudo, erróneamente, por el loto egipcio. Las semillas y el rizoma son comestibles.

La ninfeácea más notable es, sin duda, la **Victoria** *regia*, de la América tropical, y muy principalmente de las aguas tranquilas de la cuenca del Amazonas, donde forma a menudo extensas colonias. Sus enormes hojas flotantes, circulares, alcanzan hasta 5 m. de circunferencia, y las flores son las mayores de todo el reino vegetal, pues llegan a tener cerca de 1 m. de diámetro. En su patria es planta perenne; en las estufas de Europa, donde suele cultivarse, es anual, de rápido desarrollo. En América comen sus semillas, que designan con el nombre de *maíz de agua*.

Familia **Ranunculáceas**

Flores con todas sus piezas dispuestas helicoidalmente (fig. 326), o bien de tipo helicocíclico o, más raramente, cíclicas en todos sus verticilos. Tienen unas veces periantio doble, cáliz y corola, o bien

una sola cubierta floral, bien sepaloidea o corolina ; el cáliz es petaloideo en algunas flores ; en otras, la corola es más o menos reducida y poco aparente, como en el género *Helleborus*, que la tiene reemplazada por nectarios. A veces, por debajo de la flor y más o menos próximos a ella, se encuentran grupos de brácteas que semejan una envoltura floral verdadera, por ejemplo en la *Hepatica triloba* y en la *Pulsatilla*. En unos géneros la flor es actinomorfa, en otros zigomorfa, y en su conjunto la familia presenta tal riqueza de formas florales que a primera vista parecen pertenecer a familias las más heterogéneas.

El androceo se compone siempre de estambres numerosos. El gineceo está integrado, de ordinario, por numerosos carpelos libres, con un solo óvulo; más raramente por varios, más o menos concrescentes, o por uno solo ; en estos últimos casos, con varios óvulos. El fruto puede ser aquenio, folículo, cápsula o, raramente, baya.

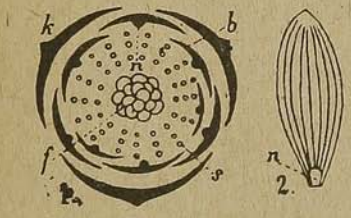


FIG. 326

1, diagrama de una ranunculácea ; *k*, cáliz ; *b*, pétalos ; *s*, estambres ; *f*, carpelos ; 2, pétalo con su nectario en la base (*n*)



FIG. 327. *Clematis Vitalba*

Las Ranunculáceas son, en su mayoría, plantas herbáceas, raramente matas o bejucos, con hojas sin estípulas, generalmente palmatífidas o pedáleas.

La **Clematis** *Vitalba, hierba de pordioseros* o *vidalba*, como otras congéneres, frecuente en la Europa meridional, es un arbusto trepador, que habita lugares selvosos, a modo de bejuco (fig. 327).

Muchas especies del género **Anemone** se cultivan como plantas de adorno ; en Europa es frecuente, entre otras, la *A. nemorosa* (fig. 328), que florece al principio de la primavera.

La **Pulsatilla** *vulgaris* (fig. 329), bastante frecuente en las montañas de Europa y Asia occidental, así como su afín la *P. pratensis*, dan la llamada *Herba Pulsatillae* oficinal.

El género **Hepatica** comprende unas pocas especies del hemisferio boreal, y como el anterior es muy afín del *Anemone*, hasta el punto de que la mayoría de los botánicos las reúnen en uno. La *H. triloba* es la *hepática* o *hierba del hígado*, de los países montuosos de Europa y de Siberia. Se usó antiguamente con el nombre de *Herba Hepaticae*.

El **Adonis** *vernalis*, de flores amarillas y hojas divididas en lacinias muy finas, habita en España y en otros países del Sur y Oriente de Europa. La planta es oficinal, muy venenosa, *Herba Adonidis*.

El género **Ranunculus** comprende hasta 250 especies difundidas por todo el globo. Varían mucho por la forma de las hojas, ya enteras, ya palmatífidas, con flores de color muy variado también. Suelen abundar en los prados, como el *R. acer* (fig. 330), que desmerecen por las propiedades dañinas de estas hierbas; algunas muy venenosas, como el *R. Thora*; las hay que viven en el agua, a menudo con las



FIG. 328. *Anemone nemorosa*



FIG. 329. *Pulsatilla vulgaris*



FIG. 330
Ranunculus ace.



FIG. 331. *Helleborus viridis.*
1, receptáculo con tres carpelos, varios estambres y dos pétalos transformados en nectarios; 2, estambre; 3, los tres carpelos convertidos en folículos; 4, sección longitudinal de una semilla

hojas dimorfas, las de la sección *Batrachium*, por ejemplo; otras se cultivan como plantas de adorno, tal el *R. asiaticus, francesilla.*

El **Helleborus** *viridis, heléboro verde* (fig. 331), habita en el centro y montañas del Sur de Europa; el *H. niger*, en los bosques de la Europa central. En este género los pétalos están representados por nectarios en forma de cuernecitos, con la abertura más o menos oblicuamente truncada; las hojas son pedáleas. El rizoma del segundo de los citados, *Rhizoma Hellebori nigri*, y a veces también el del primero, es de uso muy limitado, como drástico, etc.

El género **Aconitum** se caracteriza por sus flores zigomorfas, con cáliz petaloideo, cuyo sépalo posterior, en forma de casco, encierra dos pétalos nectariformes, largamente unguiculados. Está constituído por unas 60 especies del hemisferio boreal. El *A. Napellus* (fig. 332), *acónito*, de las montañas de Europa y Asia, se distingue por sus flores azules dispuestas en racimos densos; su raíz gruesa, napiforme, y sus hojas, son oficinales, *Tuber et Folia Aconiti*

Afín del anterior es el género **Delphinium**, también de flores zigomorfas, que se distingue por el sépalo posterior prolongado en la base en un largo espolón. Este género posee cerca de 200 especies, difundidas en el hemisferio boreal. Se usaron antiguamente, y aun hoy en medicina popular, las semillas de los *D. Consolida* (fig. 333), *consuelda real*, y *D. Staphisagria, hierba piojera.* Los *D. Ajacis* y *D. orientale* se cultivan como plantas de adorno.

Las **Aquilegia** tienen cinco sépalos espolonados y flores actinomorfas. Se conoce medio centenar de especies del hemisferio boreal. La *A. vulgaris* (fig. 334), *aguileña*, representada por numerosas razas, es la más frecuente en Europa. Esta y otras especies europeas afines se cultivan a menudo en los jardines; asimismo varias especies americanas, de espolones muy largos y de varios colores, *A. canadensis, A. chrysantha*, etc.



FIG. 332. *Aconitum Napellus.* *A*, planta en flor; *B*, flor en sección longitudinal; *C*, flor desprovista de periantio; *D* y *E*, estambres; *F*, folículos



FIG. 333. *Delphinium Consolida*



FIG. 334. *Aquilegia vulgaris*

Difundidas sobre todo en la región mediterránea se encuentran las **Nigella**; en este género los carpelos son concrescentes, en mayor o menor extensión, y el fruto se compone de folículos soldados en la base, o hasta el ápice, formando una

cápsula. Son frecuentes en la región mediterránea las *N. arvensis, neguilla*, y la *N. damascena, arañuela*, frecuentemente cultivada en jardinería.

Las **Paeonia** poseen flores muy vistosas, con los pétalos blancos, o más frecuentemente color de rosa, y grandes hojas divididas. La *P. officinalis*, y especies afines, son frecuentes en los bosques de las montañas mediterráneas; su ráiz tuberosa es oficinal, *Radix Paeoniae*. Varias especies de peonia son plantas de adorno muy estimadas.

Familia **Berberidáceas**

Se caracterizan las Berberidáceas por sus flores hermafroditas, con verticilos frecuentemente trímeros. El ovario, por excepción, es monocarpelar (fig. 335). La fórmula floral típica es así:

$$K3 + 3,\ C3 + 3,\ A3 + 3,\ G\underline{(1)}$$

Es carácter notable de esta familia el que se refiere a la dehiscencia de las anteras, que se abren mediante ventallas; sólo raramente por hendiduras longitudinales. El ovario es pluriovulado.

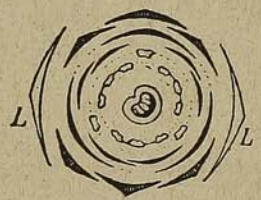


FIG. 335
Diagrama de *Podophyllum peltatum*; *L*, hojas

Las Berberidáceas son matas o arbustos, con las hojas sencillas o compuestas. y flores en racimos.

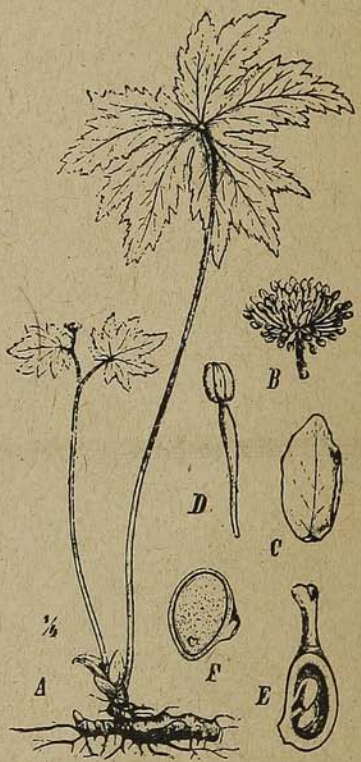


FIG. 336. *Hydrastis canadensis*.
A, planta florida; *B*, flor; *C*, hoja floral; *D*, estambre; *E*, fruto cortado longitudinalmente; *F*, sección longitudinal de la semilla

El **Hydrastis** *canadensis* (fig. 336), con una sola cubierta floral, caediza, y hojas palmatipartidas, habita en los bosques de Norteamérica; su rizoma es oficinal, *Rhizoma Hydrastis*.

El género **Berberis** es el más numeroso de la familia; comprende alrededor de un centenar de especies. El *Berberis vulgaris, agracejo*, habita en la mayor parte de Europa y Asia; sus flores, amarillas, se disponen en racimos colgantes, y sus frutos, rojos, son comestibles; es notable esta planta porque se desarrolla sobre sus hojas la fase ecídica de la *Puccinia graminis*. El *B.* (Mahonia) *aquifolium* y otros afines, de hojas compuestas, se cultivan como plantas de adorno. Numerosos *Berberis* habitan en la América del Sur.

El **Podophyllum** *peltatum* (figs. 335 y 337), de la América del Norte, nos proporciona un rizoma de propiedades purgantes, *Rhizoma Podophylli*, del cual se obtiene el *podofilino*.



FIG. 337. *Podophyllum peltatum*



FIG. 338. *Jatrorrhiza palmata*

Familia **Menispermáceas**

Las Menispermáceas toman nombre del género **Menispermum**, así llamado por sus semillas y frutos semilunares, como la mayoría de las de esta familia. Las Menispermáceas son, por lo común, plantas volubles, leñosas, con flores unisexuales, por lo regular dioicas, pequeñas, dispuestas en racimos axilares, y con fruto en drupa. Habitan en los trópicos. Su fórmula floral puede representarse así: $K\,3 + 3$, $C\,3 + 3$, $A\,3 + 3$, $G\underline{(3)}$. Tienen células de esencia.

La **Jatrorrhiza** *palmata* (fig. 338), del África oriental, cultivada además en Madagascar e islas de Ceilán y Mascareñas, es el *colombo*, oficinal *(Radix Colombo)*.

El fruto de la **Anamirta** *Cocculus*, de la India, es la *coca de Levante*, *Fructus Cocculi*, muy venenoso, que se utiliza para emponzoñar las aguas en la pesca fraudulenta.

El **Chondrodendron** *tomentosum*, del Norte del Brasil y del Perú, proporciona la verdadera *Radix Pareirae*, de propiedades febrífugas y emenagogas.

Familia **Magnoliáceas**

Flores con las piezas dispuestas helicoidalmente, o de tipo mixto, helicocíclicas, por lo regular con el periantio diferenciado en cáliz y corola. Estambres y carpelos también numerosos, libres e insertos en un receptáculo más o menos elevado (fig. 339). Fruto generalmente en polifolículo, más raramente baya o sámara. La fórmula floral es $K\,3$, $C\,\infty$, $A\,\infty$, $G\underline{\infty}$. Tiene células de esencia.

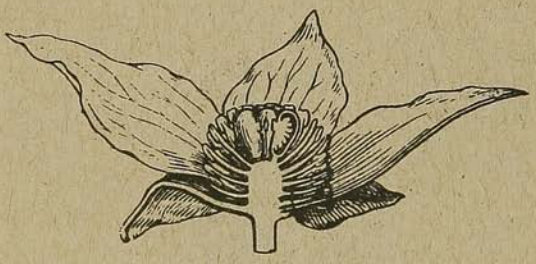


FIG. 339
Sección longitudinal de una flor de *Drimys Winteri*

Las Magnoliáceas son plantas leñosas que habitan principalmente en los países tropicales y subtropicales, con las flores solitarias las más veces y con células oleíferas.

Del género **Magnolia**, que comprende alrededor de una veintena de especies de Asia y América del Norte, se cultiva a menudo en los parques la *M. grandiflora*, originaria del Sur de los Estados Unidos de América. Posee hojas enteras, coriáceas, lustrosas, y grandes flores blancas, que huelen a limón.

Como la *Magnolia*, si bien no con tanta frecuencia, se cultiva también el *tulipero de Virginia*, originario asimismo de Norteamérica, **Liriodendron** *tulipifera*. Es notable por la forma característica de sus hojas divididas en cuatro lóbulos y escotadas en el ápice, y por sus frutos secos, monospermos y alados, dispuestos en espiga.

En el género **Illicium**, los carpelos, en número de ocho a veinte, se disponen en un verticilo, y el fruto es un polifolículo. Los *Illicium* sólo son unas pocas especies asiático-americanas. La más importante es el *I. verum*, de la China austro-occidental, cuyo fruto es el *anís estrellado*, llamado así por la forma en estrella del polifolículo, *Fructus Anisi stellati*. El *I. anisatum* (= *I. religiosum*) del Japón, tiene frutos muy parecidos a los de la especie anterior (fig. 340), con los que se pueden confundir fácilmente, lo cual hay que evitar, pues son venenosos.

El **Drimys** *Winteri* (fig. 339), *Palo de Mambo, Canela de Páramo, Árbol de Agí*, habita en las montañas de la América del Sur, desde Méjico hasta el Estrecho de Magallanes. Su corteza se empleó en Farmacia antiguamente con el nombre de *Cortex Winteranus*, todavía muy estimada en los países de origen para combatir el escorbuto y otras enfermedades.



FIG. 340. *Illicium anisatum.*
a, flor; *b*, carpelos, algo agrandados; *c*, fruto

Familia **Anonáceas**

Periantio compuesto de tres verticilos trímeros, el externo sepaloideo; estambres y carpelos numerosos, insertos helicoidalmente sobre

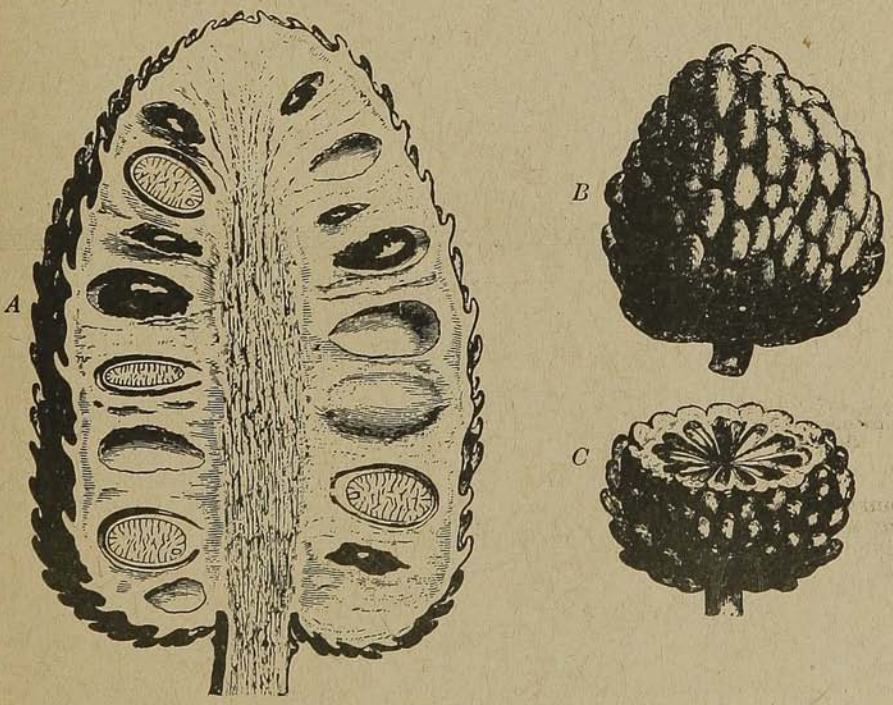


FIG. 341
A, fruto de *Anona muricata* cortado longitudinalmente; *B*, fruto de *Anona squamosa*; *C*, sección transversal del anterior. (Según Baillon)

el receptáculo; éstos libres entre sí o concrescentes. Fruto las más veces en baya, a menudo con el receptáculo acrescente y más o menos carnoso. Tienen células de esencia.

Familia numerosa, con más de medio millar de especies; árboles o arbustos de la zona tropical del Antiguo y Nuevo Mundo, con hojas enteras y células oleíferas, la mayoría muy aromáticas.

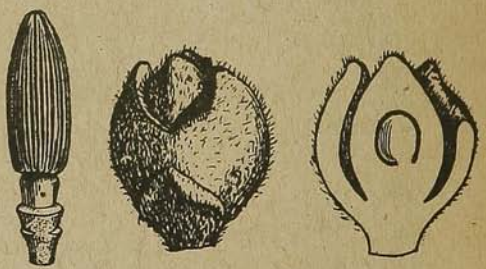
La **Cananga** *odorata*, de la región Malaya y de Australia, cultivada en los países tropicales, es un árbol de flores grandes y muy olorosas, de las cuales se obtiene la *esencia de Ylang-Ylang*.

El género **Xylopia** comprende hasta 60 especies de los países tropicales de la mayor parte del globo. La *X. aethiopica* (fig. 342), del África tropical, da la especia muy estimada en el occidente africano conocida como *pimienta de moro*. Los frutos de la *X. sericea, pimento do Sertao*, del Brasil, y de otras especies afines, se usan en América como medicinales.

Comprende también alrededor de 60 especies el género **Anona**, casi todas americanas. Son árboles o arbustos, con frutos compuestos, apiñados y carnosos, constituídos por numerosos carpelos concrescentes, y monospermos. Varias especies se cultivan por sus frutos, tales, por ejemplo, como la *Anona muricata* (fig. 341), *guanábana*, de las Antillas y países próximos, cultivada con frecuencia en América, cuyos frutos, del tamaño de melones y hasta de dos kilos de peso, son muy estimados allí; la *A. squamosa, anón*, también americana, cultivada a menudo en los trópicos; la *A. Cherimolia, chirimoya*, originaria del Perú y de otros sitios de la América del Sur, es muy estimada también por sus frutos, cultivada aun en el mediodía de Europa.



FIG. 342. Ramita de *Xylopia aethiopica* con flores y frutos, 1/2 del tamaño natural (según Baillon)



a *b* *c*

FIG. 343. *Myristica fragrans*. *a*, androceo de estambres concrescentes de una flor masculina; *b*, flor femenina; *c*, sección longitudinal de la anterior

Familia **Miristicáceas**

Las Miristicáceas son plantas dioicas, con periantio sencillo, constituído las más veces por un verticilo de tres sépalos concrescentes. Las flores masculinas con 3-15 estambres, monadelfos (fig. 343, *a*); las femeninas con un solo carpelo uniovulado (fig. 343, *b*, *c*). Fruto

carnoso, bacciforme, que se abre en dos valvas (fig. 344). Semilla con arilo (fig. 345).

Plantas leñosas, con hojas enteras y flores en racimos; poseen células oleíferas.

Esta familia, exclusivamente tropical, no posee más que el género **Myristica**, con unas 80 especies. La **Myristica** *fragrans* (figs. 343-346), oriunda de las Molucas



FIG. 344. *Myristica fragrans*: ramita con un fruto

y cultivada en muchos países tropicales, proporciona las semillas de *nuez moscada*, privadas del arilo, *Semen Myristicae*, usadas en Farmacia y como especia; también el arilo, muy aromático, se emplea en Medicina con el nombre de *macis*.

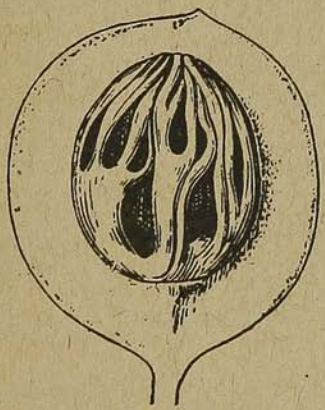


FIG. 345
Myristica fragrans. Fruto abierto con la semilla rodeada por el arilo

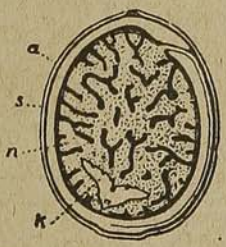


FIG. 346. Semilla de *Myristica* con su arilo cortado a lo largo.
a, arilo (macis); *s*, cubierta seminal; *n*, endospermo y perispermo; *k*, embrión

Familia Monimiáceas

Flores hermafroditas, o, por aborto, unisexuales, monoicas o dioicas, con el receptáculo en forma de disco más o menos profundamente excavado; periantio homoclamídeo o heteroclamídeo, con las piezas

pequeñas. Estambres en número limitado, dispuestos en dos verticilos, o, por el contrario, numerosos e insertos sin orden en el receptáculo. Carpelos en número indefinido, libres y monospermos. Frutos en drupa o nuciformes, a menudo sostenidos o encerrados por un receptáculo carnoso.

Habitan las Monimiáceas en los países tropicales y subtropicales del hemisferio austral, con unas 170 especies.

El género **Peumus** no comprende más que una sola especie, el *P. Boldus, boldo*, arbusto o árbol exclusivamente chileno, cuyas hojas se usan como diuréticas y antiblenorrágicas, *Folium Boldi*.

El género **Laurelia** tiene tres especies, dos de Chile y una de Nueva Zelanda. Las hojas de la *L. aromatica, laurel* de los chilenos, se emplean en el país como especia muy estimada, y sus frutos como sustitutivos de la nuez moscada.

Más de 60 especies que comprende el género **Siparuna** son americanas, arbolillos y árboles de hojas aromáticas, de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, etc.

Familia **Lauráceas**

Flores hermafroditas, o, por aborto, unisexuales, generalmente trímeras, con el periantio doble, homómero. Estambres en tres o cuatro verticilos, los más internos a veces reducidos a estaminodios; filamentos a menudo con una glándula a cada lado, y anteras que se abren por medio de ventallas. Gineceo compuesto de un solo carpelo monospermo. Fruto en baya o drupáceo, en ocasiones más o menos envuelto por el receptáculo carnoso o soldado con él.

Comprenden las Lauráceas hasta un millar de especies, principalmente de los países tropicales y subtropicales de todo el globo.



FIG. 347. Flor de *Cinnamomum zeylanicum*; sección longitudinal

Son especies medicinales el *laurel*, **Laurus** *nobilis*, de la región mediterránea, muy cultivado además como árbol de adorno, que nos proporciona sus hojas *(Fol. Lauri)*, sus frutos *(Fruct. Lauri)* y su esencia *(Oleum Lauri)*; el *canelero*, **Cinnamomum** *zeylanicum* (fig. 347), originario de Ceilán, que da la corteza de *canela, Cort. Cinnamom. Zeylan.*; el *C. Cassia*, del sudeste de Asia, del cual se obtiene la corteza de *canela de China, Cort. Cinnamom. Cassiae* y *Flores Cassiae*. Del *C. Camphora* (llamado también *Laurus Camphora* y *Camphora officinarum*), de China y Japón, y de Formosa, se extrae el alcanfor y el safrol.

El **Sassafras** *officinale* (nombrado asimismo **Laurus** *Sassafras*), única especie de este género, que vive en la América del Norte, desde Canadá a La Florida, nos proporciona el *leño de sasafrás (Lignum Sassafras)*

El género **Nectandra**, con cerca de setenta especies americanas, habita de preferencia en la América del Sur, desde Perú y Brasil hasta Méjico; de la *N. Puchury* se usan las semillas muy aromáticas, *Sem. Pichurim.*

La **Persea** *gratissima* es el *aguacate*, de fruta deliciosa, originaria de la América tropical, muy cultivada hoy en la mayor parte de los países cálidos y en las costas meridionales de España. Las especies del género **Cassyta**, de Australia, Sur de África, etc., son plantas parásitas, enredaderas, con las hojas rudimentarias y las flores pequeñas.

Orden 11.º READALES

Flores hipoginas con periantio doble, hermafroditas, y generalmente dímeras; el periantio consta, por lo regular, de tres verticilos de dos o de cuatro piezas, el androceo de dos verticilos dímeros. El ovario es uni o plurilocular. La mayoría de las plantas de este orden son herbáceas, con hojas sencillas y sin estípulas, alternas.

Familia **Papaveráceas**

Las Papaveráceas son plantas con las flores hermafroditas, actinomorfas o zigomorfas, que se caracterizan principalmente por los verticilos del periantio dímero. El cáliz, compuesto de dos sépalos, es caedizo, de manera que sólo puede observarse en los capullos. Los pétalos son cuatro, dispuestos en dos verticilos, y arrugados durante la prefloración (fig. 348). El androceo se compone de numerosos estambres; más raramente se hallan éstos en número limitado. Los carpelos son concrescentes entre sí a lo largo de sus bordes, y aun en el caso de ser numerosos, forman un ovario unilocular, a veces con falsos tabiques. La placentación es parietal. El fruto es una cápsula, silicuiforme (fig. 349), o bien con dehiscencia poricida (fig. 350). La fórmula floral es así: $K2$, $C2+2$, $A\infty$, $G\underline{\infty}$ o bien $\underline{(2)}$. Las semillas de las Papaveráceas poseen endospermo, y por este carácter se diferencian esencialmente de las de la familia de las Crucíferas. Las Papaveráceas son plantas con látex la mayoría de las veces; en algunos casos, sin embargo, éste es claro, poco perceptible por su aspecto acuoso.



FIG. 348
Capullo de *Papaver Rhoeas*, abriéndose



FIG. 349. *Chelidonium majus*

Comprenden dos subfamilias:

a) Papaveroideas.

Flores actinomorfas. Pétalos no espolonados. Estambres y carpelos por lo regular numerosos.

Son oficinales la *adormidera*, **Papaver** *somniferum* (fig. 350), originaria de Oriente y extensamente cultivada; se utilizan sus cápsulas *(Fructus Papav. immat.)* y sus semillas *(Semen Papav.)*, y de él se extrae el opio. Del *P. Rhoeas*, la *amapola*, se aprovechan sus pétalos *(Flores Rhoeados)*.

Otras especies del género **Papaver** son más o menos frecuentes en nuestros campos: las *P. hybridum*, *P. dubium*, *P. Argemone*, etc., así como la **Roemeria** *hybrida*, de pétalos morados.

Se cultiva muy a menudo como planta de adorno la **Eschscholtzia** *californica*, de California y Nuevo Méjico, de flores grandes, amarillas y follaje glauco, de hojas muy divididas.

El género **Chelidonium** no posee más que una especie, *Ch. majus* (fig. 349), de Europa y Asia, la *celidonia*, de látex intensamente amarillo, flores pequeñas, también amarillas, y frutos silicuiformes. Antiguamente se usó como planta medicinal *(Herba Chelidonii)*.

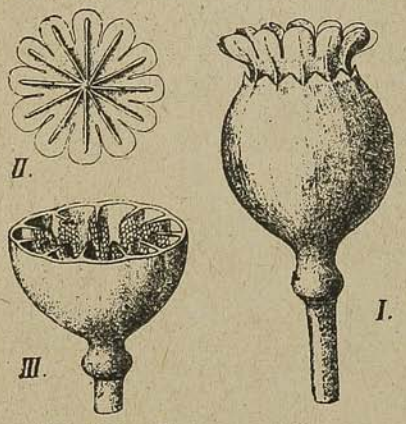


FIG. 350. *Papaver somniferum*.
I, cápsula vista de lado; II, disco estigmático visto de frente; III, sección transversal de la cápsula con los tabiques placentarios incompletos cubiertos de semillas. Aumento, $^2/_3$

Los **Hypecoum** se caracterizan por sus estambres reducidos a cuatro, por sus frutos alargados e indehiscentes, y por sus hojas muy divididas; los pétalos son trilobulados. En España son bastante comunes en los sembrados y cultivos los *H. grandiflorum* y *H. pendulum*, de flores amarillas.

b) Fumarioideas

Flores transversalmente zigomorfas. Cáliz de dos sépalos y corola de cuatro pétalos dispuestos en dos verticilos, los del verticilo externo, o uno solo de ellos, espolonados. Androceo constituído por dos estambres con los filamentos tripartidos y con una antera completa en la división mediana y media antera en cada una de las laterales; así el androceo parece estar constituído por dos hacecillos de tres estambres, de donde la inclusión de estas plantas en la diadelfia en el sistema de Linné. El ovario es unilocular, con una o varias semillas.

Las **Fumaria** son plantas herbáceas, generalmente anuales, con un solo pétalo espolonado y fruto monospermo e indehiscente. La *F. officinalis*, de flores purpúreas y frutitos truncado-escotados, es frecuente en los sembrados y huertas de Europa, introducida en América; es oficinal, *Herba Fumariae* (fig. 52, *B*); la *F. africana*, del África del Norte y Sur de España y la *F. saxicola*, especie española, son perennes. Las **Sarcocapnos** se diferencian de las **Fumaria** por sus frutos comprimidos y dispermos; se conocen tres especies iberoamericanas, la más común *S. enneaphylla*; todas son perennes y rupícolas.

El género **Corydalis** tiene cerca de un centenar de especies, que se distinguen de las anteriores por sus frutos polispermos y dehiscentes. Habitan principalmente en Asia; en Europa se hallan también algunas especies, como la *C. cava*, antiguamente oficinal *(Radix Aristolochiae rotundae cavae)*.

Las **Dicentra** son asiáticas y de la América del Norte, en conjunto unas 15 especies, fáciles de reconocer por sus dos pétalos espolonados. Se cultivan mucho como plantas de adorno las *D. spectabilis* y *D. formosa*, con flores de conjunto acorazonado, en racimos unilaterales, muy esbeltos.

Familia **Caparidáceas**

Flores a menudo muy llamativas por el desarrollo del eje floral, que en los casos más sencillos forma un disco hipogino más o menos grueso, en otros se alarga, constituyendo una columna que lleva los

estambres y el ovario, el llamado *ginóforo* o *ándroginóforo*, o existen éste y el disco juntos, dando lugar a formas y combinaciones muy diversas. Las flores son zigomorfas las más veces, generalmente con cáliz y corola tetrámeros, y estambres también en número de cuatro, o seis, o numerosos. Carpelos dos o varios, reunidos en un ovario uni o plurilocular, con óvulos numerosos, campilótropos. Fruto capsular, silicuiforme, bacciforme o drupáceo, con semillas arriñonadas, y embrión curvo.

El género **Capparis**, con sus 150 especies, es el que da nombre a la familia. Habitan en los países cálidos del Antiguo y Nuevo Mundo. La especie más notable es la *C. spinosa*, de las tierras próximas al Mediterráneo. Vive en las rocas, peñascos, muros, etc., y comprende diversas variedades. Es una mata leñosa, de hoja caediza, con flores blancas, grandes, muy vistosas por sus largos y numerosos estambres de color amoratado. Se cultiva para aprovechar sus botones florales, *alcaparras*, y sus frutos, antes de la madurez, carnosos, fusiformes, sostenidos por un largo ginóforo, los *alcaparrones*. Tanto éstos como las alcaparras se usan como condimento, en encurtido.

En los jardines se cultivan a menudo algunas especies de **Cleome**, rico género con unas 70 especies, numerosas sobre todo en Sudamérica. Las más comúnmente cultivadas son la *C. spinosa*, de la América Central; *C. violacea*, de España y Portugal, etc., plantas anuales con hojas palmaticompuestas. En la América del Sur se utiliza como planta tintorial la *C. ornithopodioides*.

Familia **Crucíferas**

Las flores de las Crucíferas (figs. 351 y 352) tienen un cáliz de cuatro sépalos dispuestos en dos verticilos, y una corola de cuatro pétalos en un solo verticilo; la posición *cruzada* de estos últimos ha dado nombre a la familia. El androceo comprende, como el cáliz, dos verticilos; el verticilo externo se compone de dos estambres cortos, y el interno de dos parejas de estambres largos. Esta constitución especial del androceo, cuatro estambres largos y dos cortos, se llama *tetradinamia* (de *tetra* = cuatro, y *dynamis* = la fuerza o poder, para indicar que de los seis estambres, cuatro se elevaron con más fuerza por encima de los restantes), y es la característica de la clase XV en el Sistema de Linné, que integran por completo las Crucíferas. El ovario es bicarpelar, y el fruto silicua o silícula, más raramente indehiscente, y articulado o no.



FIG. 351. Diagrama de una crucífera

La fórmula floral es así (fig. 351): $K2+2$, $C4$, $A2+2\times2$, $G\underline{(2)}$.

Las Crucíferas son, en su mayoría, plantas herbáceas, con las hojas alternas y sin estípulas, y las flores dispuestas en racimos que carecen de brácteas.

Los frutos en silicua o silícula son exclusivos de las Crucíferas, casi sin excepción. Como ya se dijo en las generalidades, la única diferencia que separa ambos frutos consiste en su desigual longitud relativamente a su ancho; la silicua es, por lo menos, vez y media más larga que ancha, por lo común, sin embargo, de longitud mucho

mayor (fig. 353, *A*), mientras que la silícula no alcanza nunca aquella proporción (fig. 353, *B*). Tanto las silicuas como las silículas poseen entre los bordes seminíferos de sus carpelos una membrana de origen

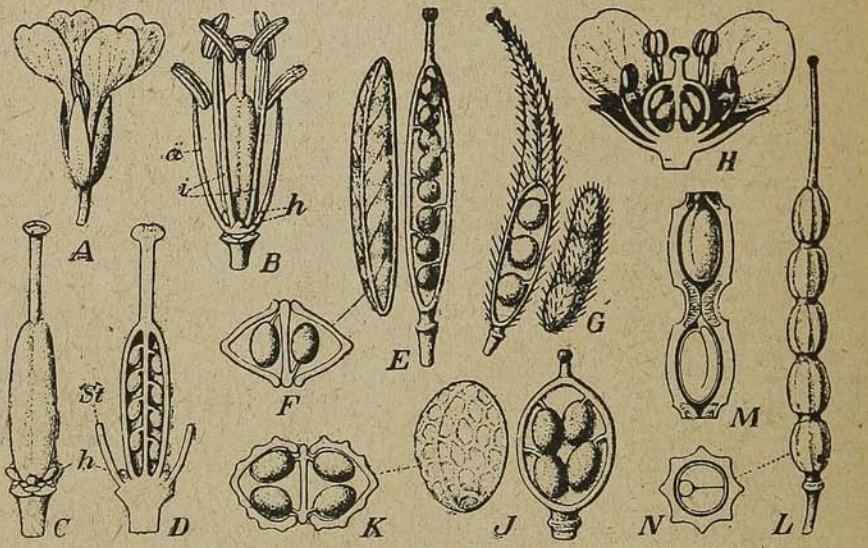


Fig. 352. Flores y frutos de Crucíferas.

A-F, Brassica nigra: A, flor; *B*, la misma, previa separación de los sépalos, pétalos y con los estambres externos (*ā*), los internos (*i*) y los nectarios (*h*) en la base de estos últimos; *C*, ovario; *D*, sección longitudinal del mismo, con los estambres cortados (*St*) y los nectarios (*h*); *E*, fruto maduro, una vez separada la valva fructífera delantera; *F*, corte transversal del anterior; *G*, *Sinapis alba*, fruto maduro, con la valva levantada; *H-K*, *Cochlearia officinalis: H*, flor cortada longitudinalmente; *J*, fruto maduro, separada una valva; *K*, sección transversal del fruto; *L-N*, *Raphanus Raphanistrum: L*, fruto maduro; *M*, sección longitudinal de un fragmento del mismo; *N*, sección transversal



Fig. 353

A, silicua; *B*, 1, silícula; 2, la misma, abierta y aumentada

placentario, no carpelar, por cuyo motivo se la llama *falso tabique* del fruto de las Crucíferas. Este falso tabique divide el fruto en dos cavidades, y una vez separadas de sus bordes persistentes las dos valvas del mismo (fig. 353), aquella membrana los une todavía, y las semillas quedan adosadas a ella, colgantes de los bordes carpelares. Son variantes de estos frutos el *lomento* (figura 352, *L*), que poseen los rábanos (*Raphanus*), silicua articulada e indehiscente, que puede deshacerse en artejos monospermos en la madurez y la silícula indehiscente y monosperma, nuciforme, por lo tanto, de los *Myagrum*, *Calepina*, *Isatis*, etc., llamada *nucamento*.

Las semillas de las Crucíferas carecen de tejido nutricio, consumido en su totalidad por los cotiledones carnosos, que poseen subs-

tancias de reserva bastantes para subvenir a las necesidades vitales en la germinación. Las Crucíferas contienen en gran parte glucósidos que, por la acción de fermentos que existen en ellas a la vez, forman esencias de mostaza al destruirse las células.

A. Silicuosas

Del género **Brassica**, representado por medio centenar de especies propias del Antiguo Mundo, mencionaremos la *B. nigra* (llamada también *Sinapis nigra*), *mostaza negra* (fig. 352, *A-F*), cuyas semillas son oficinales *(Sem. Sinapis)* y se usan también como condimento. Habita esta especie en la región mediterránea y en la mayor parte de Europa, y se cultiva además para aprovechar las semillas, habiéndose naturalizado en América. La *B. juncea (Sinapis juncea)* es la *mostaza de Sarepta*, cultivada en los países cálidos para la obtención de mostaza. La *B. oleracea*, la col, tiene su habitación natural en las rocas y peñascos marítimos de las costas oceánicas del Norte de España, de Francia, de Irlanda, etc.; se cultiva desde muy antiguo, diferenciada en variadísimas formas o razas, de las cuales se ha descrito más de un centenar. Bastará mencionar las conocidas con los nombres de *col* o *berza común*, *llanta*, *repollo*, *lombarda*, *col de Bruselas colinabo*, *coliflor*, *bróculi*, etc., pertenecientes todas a la *B. oleracea*. Se cultivan también la *B. Napus*, con sus dos variedades de raíz tenue y de raíz carnosa, la *colza* y el *nabo*, respectivamente, y la *B. campestris*, llamada también *colza*, y *nabina*, principalmente para la obtención del aceite de sus semillas y como forraje. Algunas especies de *Brassica* son tipos endémicos de las montañas peninsulares.

El género **Sinapis** no tiene más que unas pocas especies de la región mediterránea y de Europa. La *S. alba* (fig. 352, *G*) es la mostaza blanca, así llamada por el color amarillo pálido de sus semillas *(Sem. Erucae* o *Sem Sinapis alb.)*. La *S. arvensis* es una mala hierba frecuente en los sembrados del Antiguo Mundo, naturalizada en América.

Las **Diplotaxis** se caracterizan por sus silicuas con las semillas biseriadas; es frecuente en los cultivos la *D. erucoides*, de flores blancas; alguna especie vive exclusivamente en España.

La **Matthiola** *incana*, y su afín la *M. annua*, constituyen los *alelíes blanco* y *encarnado*, según el color de sus flores, de aroma delicado, a menudo cultivados en jardines y ventanas. La *M. tristis*, de las tierras yesosas de la región mediterránea, es una plantita anual de flores amoratado-lívidas, de penetrante perfume a la puesta del sol. El **Cheiranthus** *Cheiri* es el alelí amarillo, muy cultivado también.

Del género **Nasturtium** citaremos el *N. officinale*, el *berro*, que vive junto a las fuentes y arroyos, muy común en Europa; es oficinal en España, y se come mucho en ensalada. Esta y otras muchas especies de Crucíferas se han usado y se usan aún como antiescorbúticas; así, los **Sisymbrium** *officinale*, *hierba de los cantores*, **Alliaria** *officinalis*, **Cardamine** *pratensis*, etc.

Los *rábanos*, **Raphanus** *sativus*, muy cultivados en Europa y Asia, comprenden numerosas variedades de raíz pilotiforme más o menos carnosa, llegan o a ser globulosa en algunas razas. El *R. Raphanistrum*, *rabaniza*, de silicuas articuladas (fig. 352, *L-N*), es una hierba campestre muy común en Europa, según algunos, tipo originario del rábano cultivado.

El género **Arabis** tiene hasta cien especies del hemisferio boreal y de Sudamérica, algunas de las cuales son tipos alpinos (*Arabis alpina*, etc.).

B. Siliculosas

Son oficinales la *coclearia*, **Cochlearia** *officinalis* (fig. 352, *H-K*), de silículas globulosas y flores blancas, propia de las costas occidentales y septentrionales de Europa, también cultivada *(Herb. Cochleariae)*, y el *rábano rusticano*, *C. Armoracia*, diseminado en gran parte de Europa, de grandes hojas basilares y silículas también globulosas, cultivada para aprovechamiento de sus rizomas que entran en varios preparados.

La **Capsella** *bursa pastoris*, *bolsa de pastor*, *paniquesillo*, especie cosmopolita, de silículas triangulares escotadas, con tabique angosto, se ha propuesto modernamente como hemostático.

La *hierba pastel*, del centro y Sur de Europa y de Asia, **Isatis** *tinctoria*, se cultivó mucho para la obtención del índigo alemán.

El género **Lepidium** comprende hasta un centenar de especies. Se cultiva el *L. sativum, mastuerzo*, planta anual de olor poco agradable, que se come como los berros en ensalada. Los *L. stylatum*, de Sierra Nevada; *L. Cardamines*, de los terrenos yesosos del centro de España, etc., son especies españolas endémicas.

Las especies del género **Iberis** se distinguen fácilmente por sus flores en racimos corimbiformes, con los pétalos externos mayores que los otros dos, por donde resultan zigomorfas. Se conocen unas 30 especies, de Europa y Asia, algunas como el *I. amara*, muy frecuentes en los cultivos. Se aprovechan otras en jardinería, como los *I. semperflorens*, *I. sempervirens*. En España tenemos algunos tipos endémicos, *I. linifolia* (de Linné, *non auct.*), *I. cinerea*, *I. conferta*, etc.

Los **Thlaspi** son plantas herbáceas, algunas como los *T. arvense* y *T. perfoliatum*, frecuentes en las huertas y sembrados de Europa. Los *T. Prolongoi*, *T. nevadense* y *T. stenopterum* habitan como endémicos en las montañas españolas.

De las tres especies de **Vella**, dos son también endémicas de España. La **Vella** *pseudocytisus, pitano*, que vive en el centro y mediodía de España, y la *V. spinosa, piorno de crucecillas*, matita ramoso-intrincada, espinosa, de las montañas del Sur y levante de España.

La **Erophila** *verna*, pequeña plantita anual, muy precoz, que habita en Europa y América boreal, es notable por su polimorfismo extraordinario, que ha dado lugar a la creación de centenares de subespecies.

Las **Lunaria** no son más que dos, *L. rediviva* y *L. biennis, hierba de plata*, ambas de Europa, cultivadas a menudo. Los falsos tabiques persistentes de sus silículas, muy grandes, hacen decorativas las inflorescencias de estas plantas una vez desprendidas las valvas de sus frutos.

Familia **Resedáceas**

Las Resedáceas tienen flores zigomorfas, con los pétalos laciniados, y los estambres en número de 3 a 40; carpelos de 2 a 6, libres o reunidos en un ovario unilocular abierto por arriba.

Las Resedáceas son en su mayoría plantas herbáceas, que habitan de preferencia en las tierras bajas de la región mediterránea. Son montícolas por excepción, y ascienden hasta la zona alpina las especies del género **Astrocarpus**, y las *Reseda* de la sección *glaucorreseda*, que son endemismos ibéricos.

Del género **Reseda**, con medio centenar de especies, toma nombre la familia. La más conocida es la *R. odorata*, originaria del Norte de África, muy cultivada en jardinería por el perfume de sus flores. La *R. lutea*, de tallo rígido, recto, hojas simples y flores muy numerosas, en racimos espiciformes muy largos, la *gualda*, se utilizó para la extracción de una materia colorante amarilla. Las *R. virgata*, *complicata*, *glauca* y *gredensis* habitan exclusivamente en las montañas de la Península Ibérica.

Orden 12.º **SARRACENIALES**

Flores hipoginas, con periantio doble sepaloideo o petaloideo. Ovario de tres a cinco cavidades con numerosos óvulos de placentación axil o parietal. Semillas pequeñas, con tejido nutricio.

Plantas herbáceas prensoras y digestoras de insectos.

Familia **Sarraceniáceas**

Las Sarraceniáceas son plantas americanas de terrenos pantanosos, con hojas utriculiformes, que segregan en su interior un líquido azucarado y viscoso, en el cual quedan prendidos los insectos, sin que

se pueda asegurar que sean digeridos allí. Flores solitarias o en corto número y dispuestas en racimo, en el extremo de un escapo.

Se conocen unas pocas especies de la América del Norte, repartidas en tres géneros. La **Sarracenia** *purpurea* es la más conocida, con flores rojo purpúreas, frecuentemente cultivada en los jardines botánicos ; su rizoma y sus raíces se usan como medicinales en los Estados Unidos.

Familia **Nepentáceas**

Son matas o arbustos de la región indo-malaya, algunas veces plantas trepadoras, de hojas alternas y flores pequeñas, poco vistosas, unisexuales dioicas. Lo más notable y característico de las Nepentáceas son las hojas, terminadas en una especie de zarcillo del que cuelga un conceptáculo utricular operculado (fig. 354) ; las hojas superiores suelen carecer de él. Las paredes de estos conceptáculos están revestidas de glándulas muy numerosas que segregan una substancia viscosa, débilmente ácida. Los insectos caídos en esos odres son digeridos.

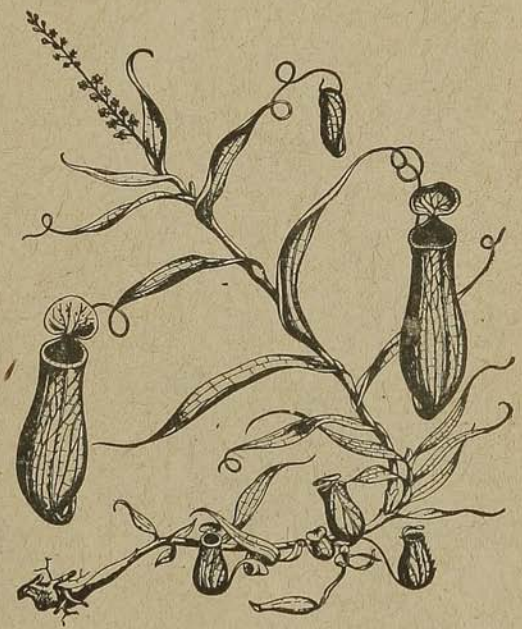


Fig. 354. *Nepenthes gracilis*. (Según Korthals)

No comprende esta familia más que el género **Nepenthes** (figura 354), con unas 40 especies, de las cuales 20 habitan en Borneo. Se cultivan con frecuencia en las estufas de los jardines botánicos, y son muy llamativas, sobre todo cuando los conceptáculos foliares se presentan intensamente coloreados.

Familia **Droseráceas**

Flores hermafroditas, diploclamídeas, actinomorfas, y pentámeras en sus tres verticilos externos. Los carpelos pueden ser cinco también, pero a menudo su número se reduce, soldados en un ovario generalmente unilocular y con placentas parietales. El fruto es capsular, con tres o muchas semillas pequeñas.

Plantas herbáceas vivaces, con hojas esparcidas o en roseta, provistas de glándulas secretorias de jugos digestivos, o de pelos sensitivos. Comprenden las Droseráceas cerca de un centenar de especies, de las cuales 90 pertenecen al género **Drosera.**

Las especies del género **Drosera** se encuentran en casi todos los países del globo, pero donde se hallan en mayor variedad es en Australia, Cabo de Buena Esperanza y Brasil. En las turberas de las montañas peninsulares viven las *D. rotundifolia*, *D. longifolia* y *D. intermedia* (fig. 355), difundidas en gran parte del hemisferio boreal. Poseen estas pequeñas plantitas hojas redondeadas o alargadas, con nu-

merosos pelos glandulares secretores de un jugo pegajoso, en el cual quedan prendidos los insectos que aciertan a posarse sobre ellas. Éstos quedan así retenidos, en tanto que dichos pelos segregan un líquido débilmente ácido que digiere sus partes vulnerables. La *D. rotundifolia*, *rocío de sol*, *rosolí*, es medicinal.

La **Dionea** *muscipula* (fig. 356) vive en las tierras pantanosas del Sur de los Estados Unidos. Las dos mitades de su limbo foliar se cierran con rapidez al más leve roce de uno de los seis pelos sensitivos que se hallan hacia su parte media; de esta manera quedan prendidos los insectos si son ellos los causantes de la excitación, y digeridos luego. Esta especie se distingue de las anteriores porque carece de pelos glandulares.

En el Sur de la Península Ibérica y Norte de África vive el **Drosophyllum** *lusitanicum*, curiosa droserácea de hojas graminiformes y grandes flores amarillas.



FIG. 355. *Drosera.*
A, Drosera rotundifolia; B, Drosera intermedia; C, Drosera longifolia, en flor. (Según Drude)

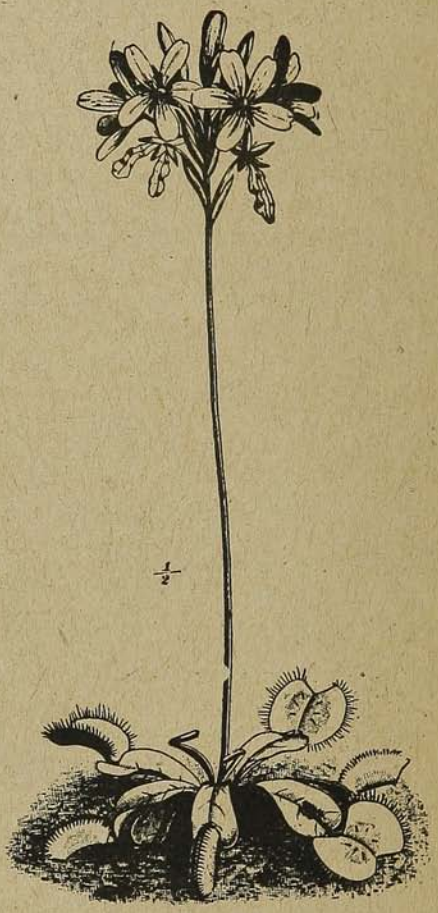


FIG. 356
Dionaea muscipula. (Según Drude)

Orden 13.º **ROSALES**

Flores cíclicas, raramente helicocíclicas, con periantio doble, hipoginas, periginas o epiginas. Carpelos, por lo regular, libres entre sí, a veces también concrescentes.

Familia **Crasuláceas**

Las Crasuláceas poseen flores hermafroditas, con el periantio diferenciado en cáliz y corola, a menudo pentámeras; el androceo se

compone de uno o dos verticilos de estambres, y el gineceo de tantos carpelos cuantos son los sépalos y pétalos; los carpelos son libres o apenas soldados en la base, las más veces con óvulos numerosos. El fruto suele ser folículo, raras veces capsular.

Plantas herbáceas o matas, con tallos y hojas carnosos y lampiños; carecen de estípulas.

El género más numeroso de esta familia es el **Sedum**, que habita en las zonas templadas y frías, aun en las más altas montañas, del hemisferio Norte, tanto en Europa como en América del Norte y del Centro; en la América del Sur sólo se conoce el *S. andinum*, de las montañas del Perú. Los *Sedum* tienen flores pentámeras con dos verticilos estaminales y carpelos libres; son plantitas herbáceas, anuales o vivaces, con las flores de colores muy varios, dispuestas en cimas. En Europa son frecuentes los *S. maximum*, *S. altissimum*, *S. album*, *S. acre*, etc., a veces utilizados en medicina popular.

Los **Sempervivum** se distinguen por sus flores con numerosas piezas en cada verticilo, por sus hojas, carnosas también, arrosetadas en la base. Habitan principalmente en las montañas de Europa y en Canarias; una de las especies más comunes es el *S. tectorum*.

De las anteriores se distinguen al punto los **Cotyledon** por sus pétalos concrescentes, que dan lugar a una corola tubulosa, con los estambres soldados a ella. Posee este género cerca de un centenar de especies, difundidas en la mayor parte del globo, pero sobre todo en el África del Sur. El *C. Umbilicus*, *sombrerillo*, *gorro de sapo*, con hojas orbiculares, peltadas, frecuente en la región mediterránea y en la Europa occidental, posee un rizoma tuberoso muy rico en maltosa y sus hojas son oficinales. Algunas especies de este género se cultivan en jardinería.

Los **Bryophyllum** son notables por la facilidad con que desarrollan yemas adventicias en los senos de sus dientes foliares; se cultivan a menudo en jardinería los *B. proliferum* y *B. calycinum*.

De las anteriores se separan las **Crassula** por el androceo con un solo verticilo estaminal. Se conocen más de cien especies de **Crassula**, la mayoría del Cabo de Buena Esperanza. Algunas se cultivan en jardinería.

Familia **Saxifragáceas**

Las Saxifragáceas se caracterizan por sus flores hermafroditas, con cáliz y corola y con dos verticilos estaminales, generalmente pentámeros; el gineceo se compone de un número reducido de carpelos, a menudo de dos, concrescentes en un ovario que puede ser súpero, semiínfero o ínfero, uni o plurilocular, y con placentación parietal o axil. El fruto es en cápsula o baya. La fórmula floral es así:

$$K5,\ C5,\ A5+5\ G\underline{(5-2)}$$

Plantas de aspecto muy variado, la mayoría de las veces hierbas, o anuales o bisanuales o vivaces, en otros casos arbustos y aun arbolillos.

El género **Saxifraga**, del cual toma nombre la familia, comprende hasta 200 especies, que habitan de preferencia las altas montañas de las zonas templada y fría del hemisferio boreal. Alguna especie vive en el Himalaya hasta 6000 m. de altitud. Las hay de área dilatadísima, como la *S. bronchialis*, que se halla en Siberia, Kamtschatka, montañas occidentales de Norteamérica hasta Méjico; *S. oppositifolia*, en casi todo el hemisferio boreal. Otras, por el contrario, quedan localizadas en macizos montañosos, a veces de escasa importancia. Así, son especies ibéricas la hermosa *S. longifolia*, *corona de rey*, de hojas largas liguliformes, dispuestas en un rosetón basilar, que vive en los Pirineos; *S. catalaunica*, *corona de reina*, de Montserrat y montañas de Cataluña y Valencia: *S. nevadensis*, de Sierra Nevada; *S. cuneata*, de los montes del Norte de España, etc. Muchas se hibridan,

las más son muy polimorfas, todo lo cual aumenta las dificultades de una precisa determinación de las especies. Algunas se cultivan como ornamentales.

El género **Chrysosplenium**, con sus 40 especies, es notable porque carece de corola. El *Ch. oppositifolium* es frecuente en Europa; al Sur de Chile el *Ch. valdivianum*, etc.

Las especies del género **Philadelphus** son arbustos de hojas opuestas, con flores de estambres numerosos y fruto con 3-5 cavidades. Comprende como una docena de especies de Asia y América del Norte principalmente. Una de las más conocidas es la *jeringuilla*, *Ph. coronarius*, de flores blancas y olorosas, a menudo cultivada en jardinería, como otras congéneres.

Las **Hydrangea** se distinguen de las anteriores por sus inflorescencias cimosas corimbiformes, con las flores periféricas, o todas ellas en las plantas cultivadas, estériles, y con el cáliz petaloideo. El androceo se compone regularmente de diez estambres. La *H. Hortensia*, de China y Japón, *hortensia*, se cultiva con frecuencia en jardines y macetas, notable por sus grandes inflorescencias globulosas, con todas las flores estériles, blancas, rosadas o azuladas. Algunas especies de la América



FIG. 357. *Liquidambar orientale*

central y meridional son trepadoras, tales como *H. integerrima* y *H. serratifolia*, de los Andes de Chile, *H. peruviana*, de Centroamérica, etc.

Son también americanas las **Escallonia**, en número de medio centenar; estas plantas son generalmente leñosas y arbustivas, con las hojas coriáceas, alternas, y pétalos lineares-espatulados, con las uñas erguidas y aproximadas y los limbos divergentes. Viven algunas en las tierras bajas, tales las *E. montevidensis*, del Uruguay, *E. rubra* y *E. revoluta*, de Chile; otras llegan en los Andes a grandes alturas, como las *E. alpina*, chilena, y la *E. resinosa*, que pasa de los 3000 m. en Bolivia y Perú, etc. Algunas especies se cultivan como plantas de adorno.

El género **Ribes** comprende medio centenar de especies que habitan de preferencia en las montañas de la zona templada del Norte; en América se encuentran desde las Montañas Rocosas, a lo largo de los Andes, hasta el Estrecho de Magallanes. Son la mayoría de los *Ribes* matitas leñosas o arbustos, a menudo espinosos, con las hojas alternas y más o menos hendidas; tienen flores en racimos, pequeñas, con la corola poco vistosa, verdosa o rojiza, y un solo verticilo estaminal; el ovario es ínfero, bicarpelar, con los carpelos abiertos, placentas parietales y óvulos numerosos; el fruto es una baya globulosa u ovoidea, coronada por los restos del cáliz. El *grosellero espinoso*, *Ribes Grossularia*, vive en la mayor parte de Europa y en Asia; tiene sus ramas espinosas, los racimos con una a tres flores nada más, y bayas verdosas, amarillas o rojas, lampiñas o vellosas, según las variedades, de las cuales se conocen hasta 300 formas. El *grosellero rojo* es el *R. rubrum*, difundido por todo el hemisferio boreal, que carece de espinas y tiene racimos multifloros colgantes; sus frutos, de color y tamaño variables, son las *grosellas*, comestibles, de sabor acídulo, con las cuales se preparan el zumo y el jarabe, refrescantes. Otras especies se cultivan como ornamentales.

Familia **Hamamelidáceas**

Las Hamamelidáceas son plantas arbustivas o arbóreas de los países subtropicales, en número de medio centenar, que habitan principalmente en Asia y en la parte atlántica de Norteamérica hasta la América Central. Faltan en Europa y América del Sur. Tienen las flores pequeñas, tetrámeras o pentámeras, con gineceo de dos carpelos y ovario biocular, dispuestas en espigas o cabezuelas densas, a menudo envueltas en la base por brácteas coloreadas; el fruto es capsular y las hojas suelen ser coriáceas y enteras, más raramente palmatífidas, y van acompañadas de estípulas las más veces.

Son oficinales el **Liquidambar** *orientale* (fig. 357), de Asia Menor, árbol parecido a nuestros plátanos de sombra, con hojas palmatilobuladas, y flores pequeñas, unisexuales, apétalas, las femeninas dispuestas en cabezuelas densas, que da como producto patológico la resina llamada *estoraque líquido (Styrax liquidus)*; la **Hamamelis** *virginiana* es un arbolillo de hojas parecidas a las del avellano, y flores tetra o pentámeras, con los pétalos largos y lineales, que habita en los bosques de la América del Norte, desde el golfo de Méjico hasta el Canadá. Sus hojas y su corteza se usan como hemostáticas.

Familia **Rosáceas**

Son muy variadas por su aspecto las Rosáceas, unas veces herbáceas, en otros casos matas, arbustos o árboles, con las hojas alternas, más o menos profundamente divididas o compuestas, provistas de



FIG. 358
Hoja de rosa con las estípulas soldadas al pecíolo

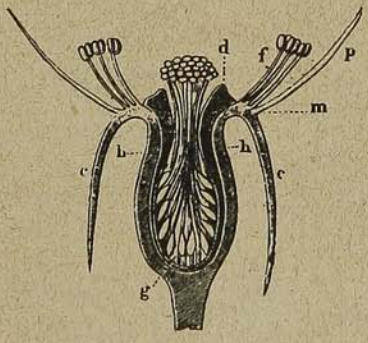


FIG. 359. Sección longitudinal de una flor de rosa. *h*, receptáculo urceolado; *d*, disco nectarífero; *c*, sépalos; *p*, pétalos; *m*, punto de inserción de los mismos; *f*, estambres; *g*, carpelos, numerosos y libres

estípulas que se sueldan a menudo a la base del pecíolo (fig. 358). Las flores son completas y actinomorfas, pentámeras y, por lo general, típicamente periginas, es decir, con el receptáculo más o menos elevado en sus bordes alrededor del gineceo, formando un conceptáculo a modo de taza o copa, que lleva insertos en lo alto los sépalos, pétalos y estambres (fig. 359). Esta morfología floral fué interpretada poco exactamente por Linné al considerar los «estambres insertos en los bordes

del cáliz », incluyendo en parte las Rosaceas en la clase XII de su sistema. La fórmula floral es :

$$K5, C5, A5 — \infty, G1 — \infty.$$

El receptáculo no siempre da lugar por su crecimiento marginal a la forma utricular o profundamente excavada, que antes mencionamos; puede ser apenas cóncavo, o completamente plano, disciforme, o, por el

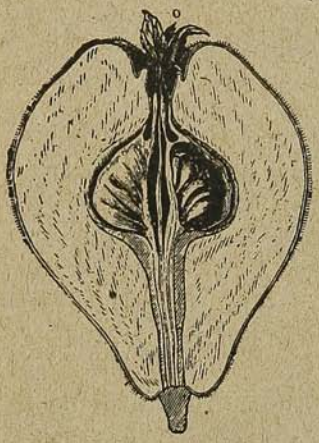


Fig. 360. Fruto complejo de *Cydonia vulgaris*, cortado longitudinalmente

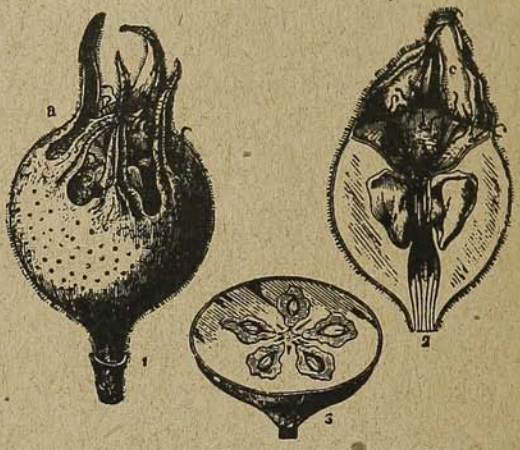


Fig. 361

1, fruto complejo de *Mespilus germanica*; 2, el mismo, en sección longitudinal; 3, en corte transversal; *a* y *c*, resto del cáliz

contrario, más o menos convexo, semiesférico o alargado. A menudo el receptáculo interviene en la formación del fruto, que consta en estos casos del ovario u ovarios maduros, más o menos íntimamente unidos a aquél; tales son los cinorrodón de los rosales, las fresas, las peras y manzanas, etc. Según sean el número de ovarios de que se compone el gineceo y los frutos diversos a que dan lugar, así se dividen las Rosáceas en varias subfamilias, a saber:

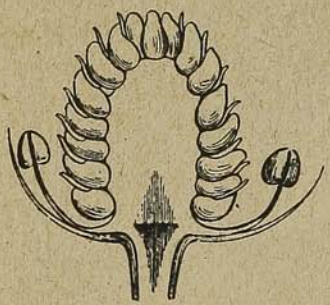


Fig. 362. Sección longitudinal de una flor de *Fragaria*, aumentada, mostrando los carpelos insertos sobre el receptáculo convexo; comestible

a) **Espireoideas:** $K5, C5, A10 — \infty, G5 — 2$. El gineceo consta de cinco carpelos insertos en un receptáculo plano o embudado, que se convierten en folículos al madurar.

b) **Pomoideas:** $K5, C5, A10 — \infty, G\underline{(2-5)}$. Los carpelos son concrescentes entre sí y con el receptáculo cóncavo, dando lugar a un fruto más o menos carnoso, coronado en el ápice por los restos del cáliz, el llamado *pomo* (figs. 360, 361).

c) **Rosoideas**: $K5$, $C5$, $A\infty$, $G\infty$. El gineceo se compone de numerosos carpelos libres, que se transforman en frutos monospermos e indehiscentes, sostenidos por un receptáculo convexo, semiesférico, globuloso o alargado, o insertos unos en el fondo y otros lateralmente en un receptáculo poco excavado o profundamente hundido, ensan-

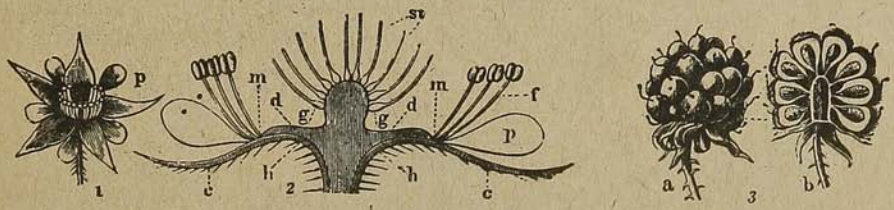


FIG. 363

1, flor de *Rubus Idaeus*; 2, la misma, cortada a lo largo y aumentada: *h*, receptáculo; *d*, disco; *c*, sépalos; *p*, pétalos; *f*, estambres; *m*, punto de inserción de los mismos; *g*, carpelos, numerosos y libres; *st*, estilos; 3, *a*, fruto compuesto, polidrupa de *Rubus Idaeus*; *b*, sección longitudinal del mismo

chado en la base y estrechado en el ápice, por cuya abertura superior sobresalen los estilos.

Después de la fecundación, el receptáculo, acrescente, sufre diversos cambios, dando lugar a la formación de falsos frutos. En el primero de los casos apuntados los verdaderos frutos se insertan en su superficie externa, y son secos y nuciformes, como en la fresa, o drupas bacciformes, como en las moras de zarzal y en la frambuesa. En las fresas y fresones es el receptáculo carnoso y jugoso lo realmente comestible, el fruto en el sentido vulgar del vocablo, en cuya superficie se asientan como menudos granitos los verdaderos frutos (fig. 362). En las frambuesas y zarzamoras, por el contrario, el receptáculo globuloso o alargado no es comestible, y el fruto es múltiple en estos casos, en realidad un agregado de frutitos carnosos (fig. 363, 3). En el segundo caso de los referidos anteriormente, los frutitos son secos e indehiscentes, monospermos, muy duros, situados en el interior de un receptáculo utriculiforme carnoso y más o menos intensamente coloreado, tal, por ejemplo, en los escaramujos (cinorrodón) de los rosales silvestres (fig. 364).



FIG. 364. Cinorrodón de *Rosa canina*

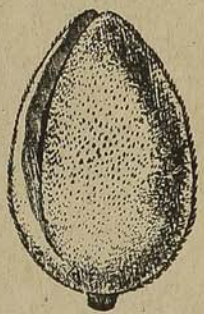


FIG. 365. Fruto de *Prunus Amygdalus*, comenzando a abrirse

d) **Prunoideas**: $K5$, $C5$, $A\infty$, $G1$. El gineceo consta sólo de un carpelo que forma generalmente una drupa monosperma. El receptáculo se desprende con el cáliz antes de la completa madurez del fruto. La drupa tiene en unos casos el mesocarpio jugoso (ciruelas, melocotones), en otros sin jugo (almendras, fig. 365).

a) Espireoideas

Toma nombre esta subfamilia del género **Spiraea**, compuesto de cerca medio centenar de especies, matas o arbustos, con hojas sencillas y sin estípulas, y flores pequeñas agrupadas en racimos o panojas. Habitan en la zona templada del hemisferio boreal. En España las *S. Aruncus* y *S. rhodoclada*; en los jardines se cultivan la mayoría de las especies de este género, con numerosos híbridos.

Sólo tres especies integran el género **Quillaya**, árboles de hojas siempre verdes, sencillas y coriáceas, con las flores provistas de un receptáculo disciforme muy

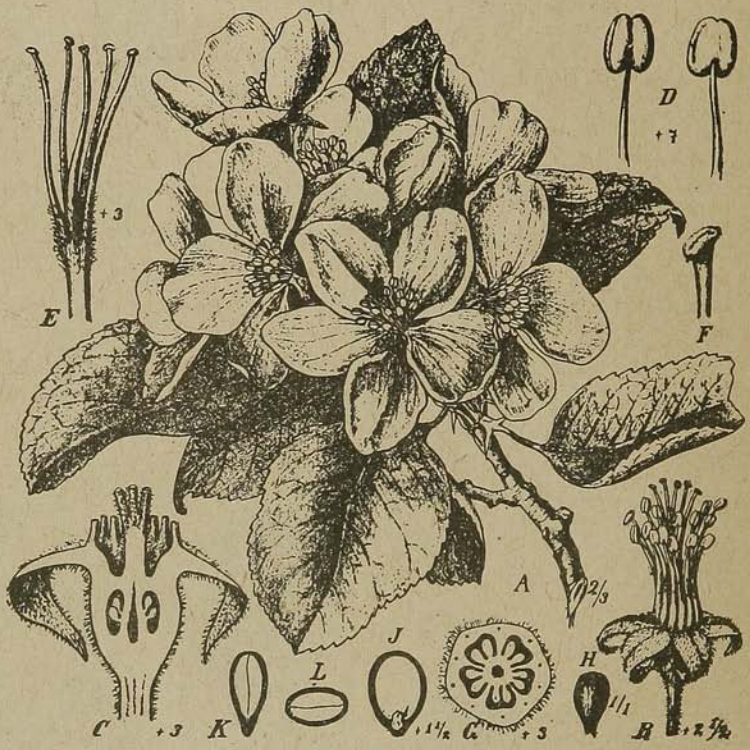


FIG. 366. . *Pirus Malus*.
. ., **ramita florida**; *B*, flor, sin los pétalos; *C*, sección longitudinal de la flor, sin la corola, y **con los órganos** sexuales cortados; *D*, estambres; *E*, estilo; *F*, estigma; *G*, corte **transversal** del ovario; *H*, semilla; *J* y *K*, secciones longitudinales, y *L*, transversal, de la semilla

desarrollado, y con frutos estrellados, que habitan en la América del Sur. De la ***Quillaya saponaria***, de Chile, se aprovecha su corteza, ***palo-jabón***, rica en saponina ***(Cortex Quillajae)***.

b) Pomoideas

Los Pirus *malus* (fig. 366), *manzano*, y *P. communis* (fig. 367), *peral*, originarios **de Oriente**, se cultivan en todas las regiones de clima templado, ambos con innumerables variedades, que se distinguen por la forma, tamaño y sabor de sus frutos.

La Cydonia *vulgaris*, probablemente originaria de Oriente y de la Europa **austro-oriental**, el *membrillero*, se cultiva por sus frutos (fig. 360), los membrillos, **piriformes**, de sabor muy áspero, que se comen asados o cocidos con azúcar y sirven además para preparar el dulce llamado también membrillo, la jalea del mismo nombre, y en Farmacia el jarabe con su zumo. Sus semillas, numerosas en cada

carpelo, son ricas en mucilago *(Sem. Cydoniae)*. La *C. japonica* es un arbusto del Japón, a menudo cultivado en jardinería por sus hermosas flores rojo escarlata, en numerosas variedades.

El **Sorbus** *domestica, serbal*, de la región mediterránea, se cultiva a menudo en el Sur de Europa por sus frutos comestibles cuando están pasados. El *S. Aucuparia, serbal silvestre* (fig. 368), vive aislado en los bosques de Europa y Norte de Asia ; el jugo de sus frutos frescos (fig. 369) sirve para la obtención del ácido málico y del *Extr. Ferri pomatum*. Ambos *sorbus* tienen hojas imparipinnadas. Las especies de este género se incluyen a menudo como sección especial en el género **Pirus**.

En el género **Eriobothrya**, a diferencia de los anteriores, el receptáculo no envuelve completamente los carpelos, que quedan libres en el ápice. Comprende



FIG. 367. *Pirus communis*



FIG. 368. *Sorbus Aucuparia*

unas diez especies asiáticas, de las cuales mencionaremos la *E. japonica, níspero del Japón*, de hojas lanceoladas, dentadas, coriáceas, verdes y lustrosas por el haz y tomentosas en el envés, con inflorescencia en panoja, también muy tomentosa, y frutos del tamaño de albaricoques pequeños, de color anaranjado pálido y sabor acídulo agradable, cultivado frecuentemente en el Asia, región mediterránea, y en América.

Las **Photinia** son parecidas por la morfología de sus flores y frutos a las especies del género anterior. Son arbustos o arbolillos siempre verdes de Asia y América. En el Sur de Europa se cultiva en parques y jardines la *Ph. serrulata*, originaria de China, de hojas grandes, sencillas, coriáceas y denticuladas, con las cuales se falsifican las del laurel cerezo.



FIG. 369. Fruto complejo de *Sorbus Aucuparia*

El **Mespilus** *germanica*, de Oriente, el *níspero*, se cultiva por sus frutos, comestibles cuando están pasados (figura 361). El *M. Azarolus, acerolo*, de Oriente, tiene frutos acídulos ; los *M. Oxyacantha* y *M. monogyna, espino cerval* o *majuelo*, de Europa, sirven para setos vivos ; sus frutos son pequeños y muy sosos.

c) Rosoideas

El género **Rosa** comprende matas o arbustos con tallos provistos de aguijones y hojas imparipinnadas. El receptáculo es utricular, y las flores generalmente rosadas o blancas, raramente amarillas. Viven de preferencia en la zona templada Norte.

El número de especies, tomadas en sentido amplio, es de un centenar, pero muchas de ellas son en extremo polimorfas, tal la *Rosa canina*, de la cual se describen más de cien variedades sólo para Francia ; por otra parte, el cultivo de las rosas ha

dado lugar a la obtención de diversas razas hortenses y a numerosos híbridos, por todo lo cual resulta un género intrincadísimo.

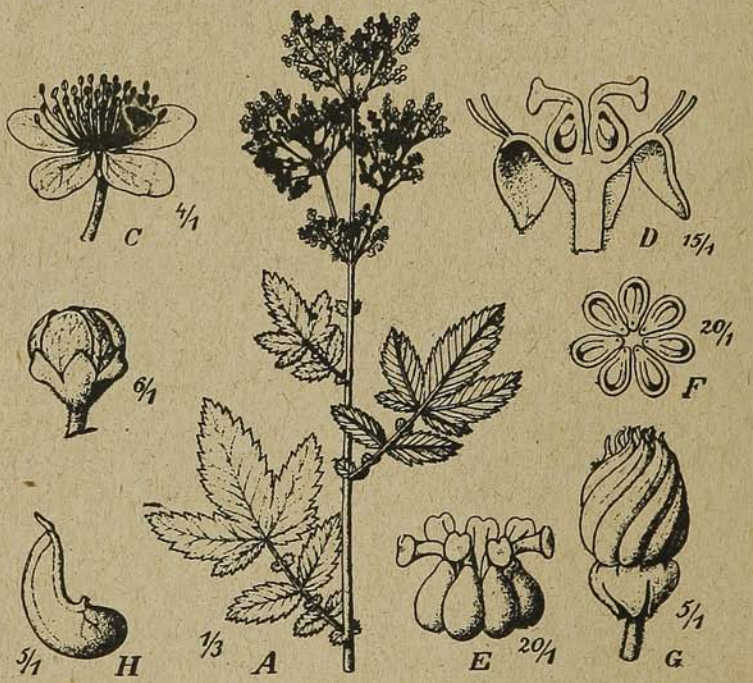
Una de las especies más comunes en Europa es la *R. canina*, *rosal silvestre* o *zarzarrosa* (figs. 364 y 370), cuyos receptáculos fructíferos, *cinorrodón*, se utilizan para la confección de conservas astringentes y sus frutos como vermífugos *(Fruct. y Sem. Cynosbati)*. A la *R. gallica*, difundida en el mediodía y oriente de Europa, también con numerosas razas y variedades, pueden referirse buen número de rosales cultivados: *R. centifolia, rosa de cien hojas; R. damascena, rosa de Alejandría; Rosa alba*, etc. De la *R. gallica, rosa roja*, se utilizan en Farmacia sus capullos *(rosa rubra)*, y los pétalos de la *R. centifolia*, para preparar la miel rosada y el agua de rosas. La esencia *(Oleum Rosae)* se obtiene principalmente en los países orientales de Europa, en los Balcanes; las suertes más delicadas provienen de la *Rosa damascena* y especies afines, del tipo *R. gallica*.



FIG. 370. *Rosa canina*

Las **Ulmaria** no comprenden sino unas pocas especies de la zona templada Norte. Tienen el receptáculo plano o poco cóncavo, y diez, más raramente cinco, carpelos libres; el fruto, monospermo, aparenta un pequeño folículo, pero es indehiscente. Flores numerosas en panojas, blancas o purpúreas. La **U. palustris** (= *Spiraea Ulmaria*), *reina de los prados*, que alcanza más de un metro de alto, está difundida por toda Europa; da las *Flores Ulmariae*. Menor que ésta es la *Ulmaria Filipendula* (= *Spiraea Filipendula*), también de Europa y Asia, de la cual se usaron las raíces, que son fusiformes *(Radix Filipendulae)*.

Más de 200 especies comprende el género **Potentilla**, con receptáculo disciforme, o convexo, sobre todo en la madurez, con numerosos carpelos; son plantas



FIGS. 371/2. *Ulmaria palustris*.

A, planta florida; *B*, botón floral; *C*, flor; *D*, sección longitudinal de la misma; *E*, gineceo; *F*, corte transversal del anterior; *G*, fruto; *H*, semilla

herbáceas vivaces, más raramente anuales o pequeñas matillas, con las hojas pinnati o palmaticompuestas, y flores blancas o amarillas, provistas de calículo. Habitan en los llanos y montañas de las zonas templadas y frías del hemisferio Norte, llegando algunas especies hasta las montañas sudamericanas. Algunas, como las *P. verna*, *P. reptans*, etc., son especies vulgares en Europa; de la *P. erecta*



FIG. 373. *Geum urbanum*



FIG. 374. *Rubus Idaeus*

(= *Tormentilla erecta*), que se distingue fácilmente por sus flores tetrámeras, se usa el rizoma (*Rhizoma Tormentillae*).

Los **Geum**, con unas cuarenta especies, se diferencian de las *Potentilla* por sus frutos terminados por el estilo persistente más o menos largo. El *G. urbanum*



FIG. 375. *Fragaria vesca*



FIG. 376. *Sanguisorba minor*

(fig. 373), difundido por la mayor parte del hemisferio boreal, se empleó antiguamente como oficinal (*Rhizoma Caryophyllatae*).

El género **Rubus**, como el género **Rosa**, es ricamente polimorfo. Concretándonos a sus especies tomadas en sentido amplio, llegaríamos al número de 200. Pero sólo para Europa se han descrito diez veces más de subespecies o pequeñas especies, resultando hoy un género embrolladísimo, tanto más cuanto que los híbridos son

frecuentes también. Los *Rubus* son plantas sarmentosas generalmente, con tallos provistos de aguijones recios, con las hojas palmaticompuestas, raramente pinnaticompuestas o sencillas ; los frutos se componen de numerosas drupitas dispuestas en cabezuela. Habitan en casi todo el globo, exceptuadas las regiones más cálidas y secas. En España son frecuentes los *R. tomentosus*, *R. thyrsoideus*, etc., *zarzamora*, de frutos negros, comestibles ; la *frambuesa* es el *R. Idaeus* (figs. 363 y 374), difundido por toda la zona templada, hacia el Sur, sólo en las montañas, de frutos rojos, acídulos, con los cuales se prepara un jarabe *(Sirup. Rubi Idaei)*.



FIG. 377. *Agrimonia Eupatoria*

Las **Fragaria** se distinguen de sus afines las *Potentilla*, por el receptáculo acrescente, carnoso y jugoso, coloreado más o menos intensamente, con los frutos secos e indehiscentes, nuciformes, en su superficie. No se conocen más que unas pocas especies muy parecidas entre sí, y todas de fructificaciones comestibles. La *F. vesca*, *fresa* (figs. 362 y 375), es frecuente en los sitios montuosos y frescos de la mayor parte de Europa y en Asia, y da fruta pequeña, muy aromática. Los fresones son los receptáculos maduros de otras especies cultivadas, principalmente de las *F. elatior* y *F. virginiana*. Los de mayor tamaño proceden de plantas híbridas de las *F. virginiana* de la parte oriental de la América del Norte y de la *F. chilensis*, de Chile y occidente de Norteamérica.

Algunos géneros de Rosáceas tienen flores unisexuales, y pueden ser plantas monoicas, dioicas o polígamas. Así, en los **Poterium** las flores son monoicas, dispuestas las masculinas en la base y las femeninas en lo alto de la misma inflorescencia, en espiga acabezuelada ; a veces, las flores medianas son hermafroditas y la planta es polígama. En este género falta la corola, el cáliz es tetrámero y existen numerosos estambres. El *P. Sanguisorba* (fig. 376), *pimpinela menor*, con varias subespecies, es planta frecuente en Europa. En el género **Sanguisorba**, parecido al

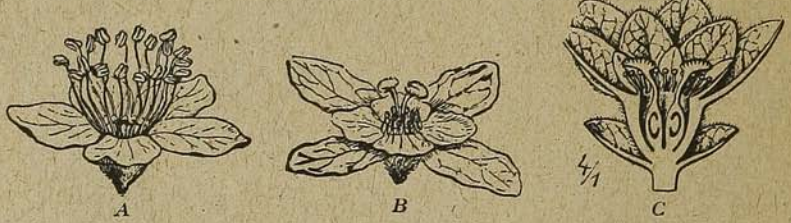


FIG. 378. *Hagenia abyssinica.*

A, flor masculina, pentámera, con grandes sépalos que ocultan en el dibujo el calículo ; *B*, flor femenina, tetrámera, con las piezas del calículo mayores que los sépalos ; los pétalos, lineales y diminutos, se han desprendido ; *C*, sección longitudinal de la flor femenina

anterior, los estambres se reducen a cuatro, y las flores son todas hermafroditas. La *S. officinalis*, de las praderas húmedas de Europa, es la *pimpinela mayor*. En las *Alchimilla*, las flores son también hermafroditas, carecen de corola, pero están provistas de un calículo, y los estambres se reducen a cuatro, a dos, o a uno solamente. Son las **Alchimilla** pequeñas plantitas herbáceas de flores menudas y hojas palmatilobas o palmatilobuladas, que viven de preferencia en los peñascos de las altas cumbres ; buen número de ellas se halla en las montañas elevadas de la América tropical, desde Méjico hasta el desierto de Atacama. En Europa son frecuentes la *A. vulgaris*, de los prados, y la *A. alpina*, rupícola ; la *A. cornucopioides*, plantita anual con uno o dos estambres nada más, es especie española endémica ; la *A. nivalis*

es un curioso vegetal de los Andes del Perú, que, con sus hojas pequeñas y abrazadoras, casi envainadoras, pegaditas a los tallos e imbricadas, ramificados éstos en el ápice, tiene cierto aspecto de licopodio o de equiseto.

El género **Hagenia** no comprende más que una sola especie, la *H. abyssinica*, llamada también *Brayera anthelmintica*, el *couso* (figs. 378 y 379), que se halla en



FIG. 379. *Hagenia abyssinica*

Abisinia y en las montañas del África tropical. La *Hagenia* es un árbol con hojas pinnaticompuestas, con grandes panojas de flores polígamo-dioicas, provistas de calículo, que en las flores femeninas es mayor que el cáliz y que la corola caediza. Sus flores son oficinales: *Flor. Koso.*

d) Prunoideas

Hasta unas 75 especies comprende el género **Prunus**, que da nombre a esta subfamilia. Son los *Prunus* matas a veces muy pequeñas, como el *P. prostrata* de



FIG. 380 *a*. *Prunus cerasus*



FIG. 380 *b*. *Prunus spinosa*

las montañas españolas, o arbustos o árboles, de hojas simples, caedizas o siempre verdes, que habitan de preferencia en la zona templada del Norte. Se cultivan por sus frutos comestibles varias especies de *Prunus*, representadas por razas hortenses numerosas; mencionaremos el *albaricoquero*, *P. Armeniaca*, de Tur-

questán y Mongolia; el *ciruelo*, *P. domestica*; los *cerezos* y *guindos*, *P. Avium* y *P. cerasus* (fig. 380 *a*); el *melocotonero*, *P. persica*, etc. El *endrino*, *P. spinosa* (fig. 380 *b*), es una mata frecuente en Europa, con frutos pequeños, globulosos, de color azul oscuro y de sabor muy áspero, los *bruños* o *endrinos*, que se emplean como astringentes; las flores del endrino se usan raramente como laxantes (*Flores Acaciae*). Con las hojas del *laurel cerezo*, *P. Laurocerasus*, oriundo del Asia Menor, se prepara el agua destilada de laurel cerezo (*Aqua Laurocerasi*).

El almendro, *P. Amygdalus*, considerado por Linné como constitutivo de un género independiente, por sus frutos con el mesocarpio seco y coriáceo, que se abre en la madurez (fig. 365), procede del Asia central, con sus dos variedades de semillas dulces y amargas. El almendro dulce se cultiva mucho, sobre todo en la región mediterránea, por sus semillas comestibles, las almendras; son oficinales, así las dulces como las amargas; de las primeras se obtiene, además, el aceite, y de las segundas, el agua y la esencia de almendras amargas.

Familia **Leguminosas**

Las Leguminosas tienen las flores con periantio doble, pentámeras, con estambres numerosos, o con sólo diez, periginas, actinomorfas o zigomorfas. Ovario único, unilocular, con óvulos numerosos en la sutura ventral. Fruto legumbre. Semillas sin tejido nutricio, con cotiledones gruesos.

Esta familia importantísima, que comprende cerca de 7000 especies, se divide en las tres subfamilias siguientes, a menudo tomadas como familias independientes:

1. Subfamilia **Mimosoideas**

Las Mimosoideas comprenden plantas arbóreas o arbustivas, más raramente herbáceas, con hojas bi o tripinnadocompuestas, paripinnadas. Las flores son actinomorfas, con prefloración valvar. La fórmula floral es así: $K5$, $C5$, $A5 - 10 - \infty$, $G\underline{1}$. El número de estambres del androceo varía mucho. Las flores, generalmente pequeñas, se disponen con frecuencia en cabezuelas, que se suelen agrupar a su vez en inflorescencias espiciformes.

El género **Inga**, con cerca de ciento cincuenta especies, está constituído por árboles o arbustos con las hojas simplemente compuestas, estambres numerosos y monadelfos, que habitan de preferencia en la América tropical y meridional. Varias especies de este género poseen cortezas ricas en tanino, y usadas como astringentes y para teñir de negro. Tales, por ejemplo, las *I. fagifolia* e *I. marginata*, del Brasil y Guayana; *I. vera*, de la América central; otras son apreciadas por sus frutos dulces, como las *I. Feuillei*, del Perú, a menudo cultivada; *I. edulis*, llamada *inga espada*, de la América tropical, etc.

Las **Pithecolobium** son arbolillos o arbustos principalmente americanos, en número de más de cien especies; tienen las hojas bipinnadocompuestas, y las legumbres comprimidas y arrolladas helicoidalmente. Del *P. Avaremotemo* se emplea la corteza, muy amarga.

El género más rico en especies de las Mimosáceas es el **Acacia**, que comprende cerca de medio millar, principalmente africanas y australianas; queda caracterizado por sus flores con estambres numerosos y libres. Son casi todas las *Acacia* arbolillos o arbustos espinosos, o inermes, raramente plantas herbáceas. Nos interesa mencionar la *A. Senegal* (*A. Verek*) y la *A. arabica*, que con alguna otra especie del África tropical producen la *goma arábiga*; la suerte oficinal es la que se recoge de la primera de las especies mencionadas. La *A. Catechu* (fig. 381), de la India, de cuyo leño se obtiene el *catecú*. Numerosas especies de *Acacia*, con las hojas bipinnadocompuestas, africanas, o con filodios, australianas, se cultivan en jardinería con el nombre de *mimosas*.

El género **Mimosa** está integrado por unas trescientas especies, en su mayoría de la América tropical y subtropical; unas son herbáceas, tendidas, erguidas o trepadoras; otras, arbustos o arbolillos. Las *Mimosa* tienen el androceo con un número de estambres igual al de los pétalos (generalmente 4-5), o doble, y libres entre sí. La más conocida de todas es la *M. pudica, sensitiva*, originaria del Brasil y naturalizada en todos los países tropicales, que se cultiva en jardinería; es notable por la *sensibilidad* extremada de sus hojas y foliolas, que se abaten a la más leve sacudida, tomando la posición nocturna o de reposo.



FIG. 381. *Acacia Catechu*

Las **Prosopis** son árboles o arbustos tropicales o subtropicales, a menudo espinosos, frecuentes en América. La *P. alba, algarrobo blanco*, que con otras congéneres abunda en las asociaciones xerofitas de la República Argentina, se utiliza por su madera, de gran resistencia, y de sus legumbres se obtiene por fermentación una bebida alcohólica muy agradable, llamada *chicha de algarroba*.

Del **Striphnodendron** *Barbatimao*, del Brasil, se usa la corteza, rica en tanino, *Cort. adstring. Brasiliens.*

2. Subfamilia **Cesalpinioideas**

Las Cesalpinioideas son árboles o arbustos de los países cálidos, con las hojas compuestas o bicompuestas, más raramente sencillas.

Sus flores son zigomorfas, a veces actinomorfas ; en el primer caso, sin embargo, no son amariposadas. Los pétalos tienen prefloración imbricada, llamada aquí *carenal*, con el pétalo superior interno, es decir, de manera inversa a como están en las papilionadas. A veces abortan algunos pétalos, o faltan por completo. El número y disposición de los estambres varían mucho, y pueden ser libres entre sí o concrescentes.

El género **Caesalpinia** comprende unas cuarenta especies, de los países cálidos, la mayoría arbóreas, con hojas bicompuestas y flores vistosas, con diez estambres libres. Varias especies de este género, de madera roja, se usan como tintoriales.



FIG. 382. *Cassia fistula*

Entre las americanas cabe señalar la *C. brasiliensis*, que produce el llamado *leño de Pernambuco* o de *Santa Marta*.

Una porción de especies medicinales de primer orden se incluyen en esta subfamilia de las Cesalpiniáceas. Conviene saber: del género **Cassia**, con cerca de cuatrocientas especies tropicales, representado por árboles, arbustos o matas con las hojas paripinnadas, y flores grandes, generalmente amarillas, con androceo de 5-10 estambres libres, las *C. angustifolia* y *C. acutifolia*, cuyas foliolas constituyen el *sen de hoja estrecha ;* las de la *C. obovata*, el *sen de España*. Todas ellas proceden del África oriental, así como la *C. fistula* (fig. 382), de la cual se usa el fruto, *Fruct. Cassiae fistulae*. Del género **Tamarindus**, es oficinal la única especie que posee, *Tamarindus indica* (fig. 383), originaria probablemente del África, pero cultivada en los países tropicales de todo el globo. El *tamarindo* es un árbol de gran talla que alcanza hasta 30 m. de altura, con hojas paripinnadas, siempre verdes, y grandes flores amarillas y rojas. La corola se compone sólo de tres pétalos ; los otros dos reducidos a escamas, y, asimismo, el androceo no tiene más que tres estambres fértiles, soldados en la base. La carne de su fruto, de propiedades laxan-

tes, se usa con el nombre de *pulpa de tamarindos*, *Pulpa Tamarindorum*. Del género **Copaifera**, que comprende unas pocas especies americanas, árboles con hojas paripinnadas, de flores pequeñas, apétalas y frutos monospermos, mencionaremos la *C. officinalis*, de Colombia, Venezuela y Guayana, y la *C. guianensis*, de la cuenca del Amazonas, que, con otras congéneres, nos proporciona el *bálsamo de Copaiba*. Las **Krameria** poseen flores purpúreas, de tipo reducido también, con corola de dos a tres pétalos, reducidos a escamas carnosas los dos delanteros, a veces gamopétala ; estambres en número de tres o cuatro, libres o concrescentes. Son las *Krameria* plantas herbáceas o matas, con las hojas generalmente sencillas, que en número de una docena viven en América, desde Méjico hasta Chile. De la *K. triandra, ratania*, de las regiones elevadas de los Andes del Perú, de hojas plateadas y vistosos racimos de flores purpúreas, se usa la raíz, *Radix Ratanhiae*.

Notable es el género **Bauhinia**, no tanto por el número de sus especies, que llega a 150, como por las varias anomalías y rarezas de su rica morfología. Son las



FIG. 383. *Tamarindus indica*

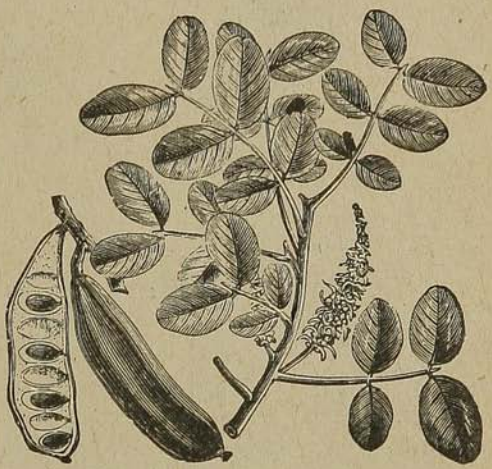


FIG. 384. *Ceratonia siliqua*

Bauhinia árboles o arbustos ; algunas, plantas trepadoras con las ramitas transformadas en zarcillos ; su tallo cilíndrico en unas, se presenta en otras más o menos comprimido, o completamente aplanado, laminar y ondulado, y con estructura anormal muy complicada. En el androceo encontramos grandes variaciones ; así, mientras en unas especies existen diez estambres libres e iguales, en otras se reducen en mayor o menor proporción, llegando en algunos casos a ser monandras, con los restantes nueve estambres reducidos a estaminodios. Las hojas sencillas en las más, se presentan a menudo más o menos escotadas o bilobuladas en mayor o menor grado, hasta llegar a ser en ocasiones paripinnadas, con sólo una pareja de foliolas. Las hay inermes, otras se presentan armadas de espinas intraestipulares. Viven las *Bauhinia* en los países tropicales de casi todo el globo.

Los **Cercis**, entre los cuales está el *árbol del amor*, tan a menudo cultivado en paseos y jardines, *Cercis siliquastrum*, habitan en número de cinco en la zona templada Norte. El *C. siliquastrum*, del oriente mediterráneo, florece precozmente, antes de desarrollarse las hojas, que son enteras y redondeado-acorazonadas. Como árbol de sombra, más bien que de adorno, se cultiva también la **Gleditschia** *triacanthos, acacia de tres espinas*, de Norteamérica, con recias espinas tripartidas y flores blanco verdosas. La madera de esta especie es de muy buena calidad, como la de otras muchas Cesalpiniáceas. Desde este punto de vista cabe señalar como excelentes las de la **Stahlia** *maritima*, de Puerto Rico, el *palisandro*, magnífico árbol que alcanza hasta 20 m. de altura, y la **Dimorphandra** *excelsa*, que llega hasta 40, de Guayana y Trinidad. Finalmente, algunas se utilizan para la obtención del *copal*, tales como el **Trachylobium** *verrucosum*, del África oriental, árbol elevado, del cual se extrae el llamado *copal de Zanzíbar*, y la **Hymenaea** *Courbaril*, brasileña, que da el *copal americano*, y otras son tintoriales, entre las cuales descuella el *palo de Campeche*, de los trópicos de la América central y meridional, principalmente de Méjico, **Hematoxylon** *campechianum (Lignum campechianum)*.

3. Subfamilia **Papilionáceas**

Toma nombre esta subfamilia de la forma de sus flores amariposadas (figs. 385 y 387 *a*). De los cinco sépalos que integran el cáliz, los dos posteriores forman el labio superior; los tres delanteros el inferior, o uno el labio superior y los cuatro restantes el inferior o, finalmente, el cáliz no es bilabiado, y todos los sépalos son iguales o casi iguales. La corola, amariposada, tiene prefloración imbricada del tipo

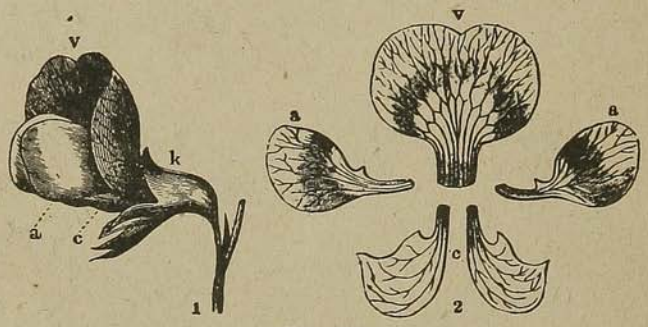


FIG. 385

1, flor de papilionácea; 2, pétalos de la misma; *v*, estandarte o vexilo; *a*, las dos alas; *c*, los dos pétalos inferiores cuyo conjunto forma la quilla; *k*, cáliz

vexilar, es decir, con el pétalo posterior (fig. 385, 2 *v*), generalmente mayor que los otros, el estandarte o *vexilo*, envolviendo a los demás; los dos laterales (*a*) llamados *alas*, cubiertos por el estandarte y cubriendo a su vez a los dos inferiores, que resultan ser los más internos y constituyen en junto la *quilla*. Los diez estambres que integran el

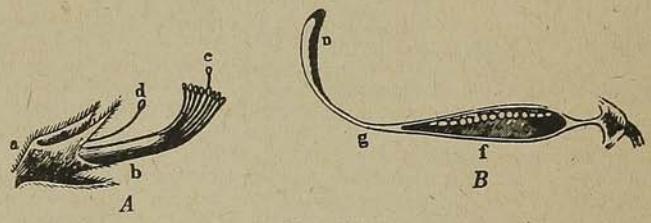


FIG. 386

A, flor de papilionácea, separados los pétalos: *a*, cáliz; *b*, hacecillo de nueve estambres; *c*, estigma; *d*, el décimo estambre libre. *B*, gineceo de una papilionácea: *f*, el ovario; *g*, el estilo; *n*, el estigma

androceo están generalmente soldados por los filamentos en un solo lote (monadelfos), o bien el posterior libre de adherencia (fig. 386, *A*) queda fuera del manojo (diadelfia), muy raramente los diez estambres están sueltos y libres. La fórmula floral es así: $K5$, $C5$, $A5+5$, $G\underline{1}$ (fig. 387 *a*). El fruto es en legumbre, que, como sabemos, se abre simultáneamente por la sutura ventral y el nervio dorsal (fig. 387 *b*), pero se presenta a menudo tan modificada, que es difícil en muchos casos reconocerla como tal.

Son las Papilionáceas plantas herbáceas anuales o vivaces, a menudo trepadoras y con zarcillos o enredaderas, volubles, o matas, arbustos y aun árboles, que habitan en las zonas templadas y cálidas.

Los **Myroxylon** son papilionáceas americanas arbóreas, con hojas imparipinnadas y flores blancas con los estambres libres. El *M. Balsamum*, var. *Pereirae*, árbol siempre verde de las costas occidentales de la América central, produce el *bálsamo del Perú (Balsamum Peruvianum)*; el *M. Balsamum*, var. *genuinum* (fig. 393), de tallo todavía más elevado que el anterior, hasta cerca de 30 m., vive en la parte septentrional de Sudamérica y da el *bálsamo del Tolú (Balsamum Tolutanum)*.

Las **Sophora** son también, en su mayoría, árboles o arbustos con hojas imparipinnadas; sus flores tienen el androceo de estambres libres, y el fruto moniliforme, carnoso o coriáceo, generalmente indehiscente. Se cultiva a menudo en los parques y avenidas la *S. japonica*, de China y Japón, con su variedad *pendula*, de ramas colgantes.

El género **Gourliea** pertenece también a la tribu de las sofóreas, con estambres libres, y es monotípico. Su única especie es la *G. decorticans*, de la Argentina, arbolillo espinoso de flores amarillas, pequeñas, cuyas legumbres azucaradas son comestibles.



FIG. 387 *a*. Diagrama de una papilionácea

La única Papilionácea española con estambres libres es la **Anagyris** *foetida*, el *altramuz hediondo*, del Sur y levante de España e islas Baleares, diseminado por toda la región mediterránea. Tiene las hojas trifolioladas, y las flores amarillo verdosas, con el estandarte más corto que las alas. El género **Anagyris** no posee más que esta especie y la *A. tomentosa*, de Canarias.

La *ginesta* o *retama de olor*, **Spartium** *junceum*, es la única que comprende este género, arbusto o arbolillo de ramas junciformes, con hojas menudas y fugaces y grandes racimos de flores amarillas de olor suave, que vive en gran parte de España y en toda la región mediterránea, cultivada con frecuencia, además, en parques y jardines. De sus ramas jóvenes se obtienen fibras textiles.

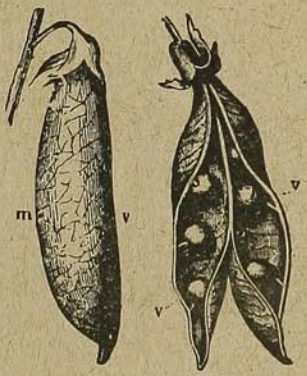


FIG. 387 *b*. Fruto de una papilionácea *(Pisum sativum)*. *m*, sutura dorsal; *v*, sutura ventral

Son comunes en Europa y en toda la región mediterránea las especies del género **Genista**, en su mayoría matitas o pequeños arbustos de hojas sencillas o trifolioladas o con hojas fugaces, espinosos o no, y con flores amarillas. La mitad de especies del género, hasta unas cincuenta, viven en España, muchas como endemismos ibéricos, tales como las *G. Boissieri*, *G. Barnadessi*, *G. doryenifolia*, *G. hirsuta*, *G. falcata*, *G. baetica*, *G. florida*, *G. micrantha*, etc. La *G. tinctoria*, diseminada por toda Europa, gozó de gran fama contra la hidrofobia *(Herba Genistae tinctoriae)*.

La **Erinacea** *pungens*, *piorno azul*, en Cataluña *coixins de monja*, es la única especie de este género, notable por su cáliz vejigoso y por sus flores azules. Es una matita espinosa, que crece almohadillada, formando densos cojinetes espinosos en las cumbres de las montañas mediterráneas de la Península ibérica.

El **Laburnum** *vulgare*, *lluvia de oro*, de los Alpes y mediodía de Europa, arbusto o arbolillo de hojas trifolioladas y grandes racimos colgantes de flores amarillas, se cultiva a menudo en jardinería; es muy venenoso en todas sus partes, sobre todo las semillas.

Los **Adenocarpus** se distinguen fácilmente de los anteriores géneros por sus legumbres glandulosas; son matas o arbustos con las flores amarillas. De las diez o doce especies que comprende el género, más de la mitad se halla en España: *A. hispanicus*, *A. decorticans*, *A. grandiflorus*, etc., llamados *sietesayos*, *rascaviejas*, etc.

El género **Cytisus** comprende hasta medio centenar de especies, la mayoría de las cuales habita en la Península ibérica. Los de la sección *Sarothamnus* se caracterizan por su estilo más o menos arrollado en espiral y ensanchado en el ápice.

El *C. (Sarothamnus) scoparius, retama de escobas* o *negra*, que habita en gran parte de Europa, es rico en esparteína; los *C. grandiflorus, C. cantabricus, C. eriocarpus*, etc., de esta sección, habitan exclusivamente en la Península ibérica.

Son las **Ononis** plantas herbáceas, anuales o perennes, o bien matas, con las hojas trifolioladas, a veces unifolioladas, y con las hojuelas dentelladas en sus bordes, a menudo viscosas y pegajosas. Poseen flores amarillas o rosadas, con los estambres monadelfos. Habitan de preferencia en la región mediterránea; el género comprende hasta 70 especies. Una de las más frecuentes es la *pegamoscas, Ononis*

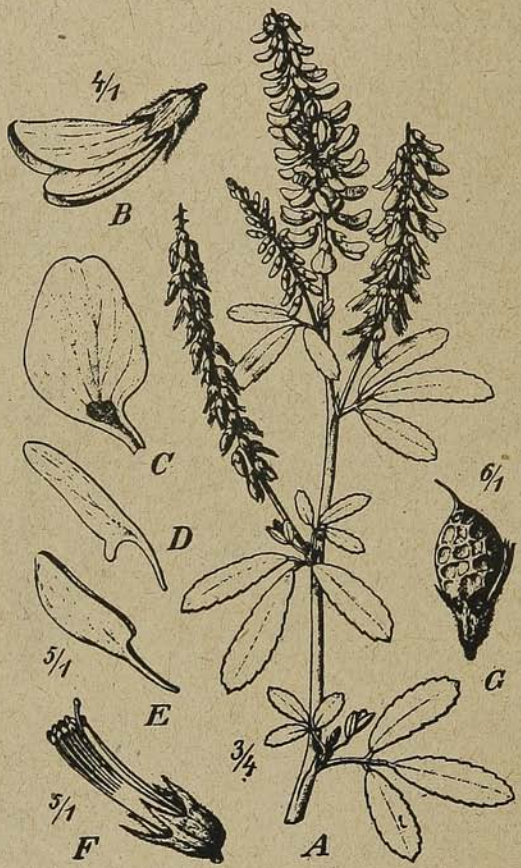


FIG. 388. *Melilotus officinalis.*
A, ramita en flor, 3/4 del tamaño natural; *B*, flor, vista de lado (4/1); *C*, estandarte; *D*, ala; *E*, quilla (5/1); *F*, cáliz con el hacecillo estaminal y el estilo (5/1); *G*, fruto (6/1)

Natrix, que crece en lugares incultos. La *O. spinosa* (fig. 391), de los sembrados y barbechos, tiene espinas y sus flores son purpúreas; de ésta se usó la raíz como aperitivo *(Rad. Ononidis)*. Algunas especies de este género son endemismos ibéricos o ibero-mauritánicos, tales como la *O. aragonensis*, de las montañas calizas de la Península, desde Cataluña hasta la Serranía de Ronda y el Atlas; la *O. speciosa*, de Andalucía, etc. La *O. tridentata*, de hojas crasas y flores rosadas, es característica de los terrenos salinos llamados esteparios, de la mayor parte de España.

Alrededor de 70 especies integran también el género **Trigonella**, hierbas con las flores solitarias, apareadas o reunidas en corto número de racimos breves, notables por sus legumbres lineales, a menudo terminadas en pico. Habitan la mayoría en el oriente mediterráneo. La *T. Foenum graecum, alholva*, se cultiva como forrajera; las semillas se usan raramente como medicinales *(Sem. Foeni greci)*.

El género **Medicago** se distingue fácilmente de sus afines por las legumbres arrolladas helicoidalmente, o falciformes, raras veces arriñonadas. Casi todas sus especies son herbáceas, anuales, frecuentes en los barbechos y tierras incultas de Europa ; otras perennes, como la *M. sativa*, *alfalfa*, tan cultivada como forraje ; raramente matas, o arbustos, como la *M. arborea*, de Ibiza y oriente del Mediterráneo.

Los *melilotos*, **Melilotus**, son hierbas anuales o vivaces, con las flores pequeñas, amarillas o blancas, en racimos largos ; sus frutos son indehiscentes, más o menos cortos o globulosos. Habitan en las zonas templada y subtropical del Antiguo



FIG. 389. *Astragalus verus*

Mundo. De los *M. officinalis* y *M. altissimus* (fig. 388) se obtiene la *Herba Meliloti*, que contiene cumarina.

El género **Trifolium** comprende gran número de especies, hasta cerca 250, la mayor parte de las zonas templada y subtropical del Antiguo Mundo y del occidente de Norteamérica. Son todos los *Trifolium* plantas herbáceas con las flores de colores diversos y dispuestas las más veces en racimos densos y cortos, acabezuelados, y con los pétalos soldados en la base con el tubo estaminal. Se cultivan a menudo como forrajeras muy apreciadas los *T. pratense* y *T. incarnatum*.

A unas 250 especies llega también el género **Indigofera**, compuesto de plantas herbáceas, matas o arbustos, con las hojas generalmente imparipinnadas y las flores rosadas o purpúreas, dispuestas en racimos axilares. Viven en los países tropicales, principalmente en África. Las más importantes son las *I. tinctoria* e *I. Anil*, cultivadas en las zonas tropicales de todo el mundo para la obtención del añil, si bien hoy ha decaído ya su uso con la obtención del añil artificial.

Se cultiva muy a menudo en Europa, como árbol de sombra, la **Robinia** *pseudoacacia*, *acacia* o *falsa acacia*, de hojas grandes, imparipinnadas, y flores blancas, olorosas, originaria de Norteamérica. Numerosísimas especies integran el género **Astragalus**; llegan a 1600, de manera que es el más rico de todo el reino vegetal. Se hallan más o menos numerosas en todo el globo, si exceptuamos Australia, pero abundando sobremanera en Oriente; en la América meridional crecen en gran número en Chile. Género tan rico por lo numeroso de sus especies, y de área de-dispersión tan dilatada, se comprende la variedad de formas que presenta, desde menudas hierbas anuales hasta matas y arbustos, a veces armados de espinas de



FIG. 390. *Glycyrrhiza glabra*

origen peciolar. Flores violadas, rosadas, blancas o amarillentas, en racimos más o menos densos o espiciformes. La legumbre es más o menos completamente bilocular por el desarrollo de un falso tabique originado por la sutura dorsal o por ambas suturas. Los *A. adscendens*, *A. leioclados*, *A. brachycalyx*, *A. gummifer*, *A. microcephalus*, *A. pycnoclados* y *A. verus* (fig. 389), del Oriente y Asia Menor, producen la *goma tragacanto*. Los *A. nevadensis*, *A. Clusii*, *A. hispanicus*, etc., son especies españolas endémicas.

Escasas especies comprende el género **Glycyrrhiza**, plantas herbáceas vivaces, o matas raramente, con las hojas imparipinnadas, a menudo glandulosas. La más conocida de todas es la *regaliz*, *G. glabra* (fig. 390), oficinal, sobre todo su variedad *glandulifera*; vive en España y mediodía de Europa, en el Sur de Rusia y en Oriente, y se cultiva además. Se utilizan sus raíces, de sabor dulce, *Rad. Liquiritiae*, y el extracto, *Succus Liquiritiae*.

El *cacahuet*, **Arachis** *hypogea*, se cultiva a menudo en el mediodía de España y en todos los países tropicales por sus semillas comestibles, que sirven además para la obtención de *aceite de cacahuet* (fig. 392). Es notable por sus legumbres indehiscentes, subarticuladas, que maduran bajo tierra. Es de origen americano, probablemente brasileño, como las restantes especies congenéricas en número de media docena.



Fig. 391. *Ononis spinosa*. *A*, rama florida; *B*, fruto maduro

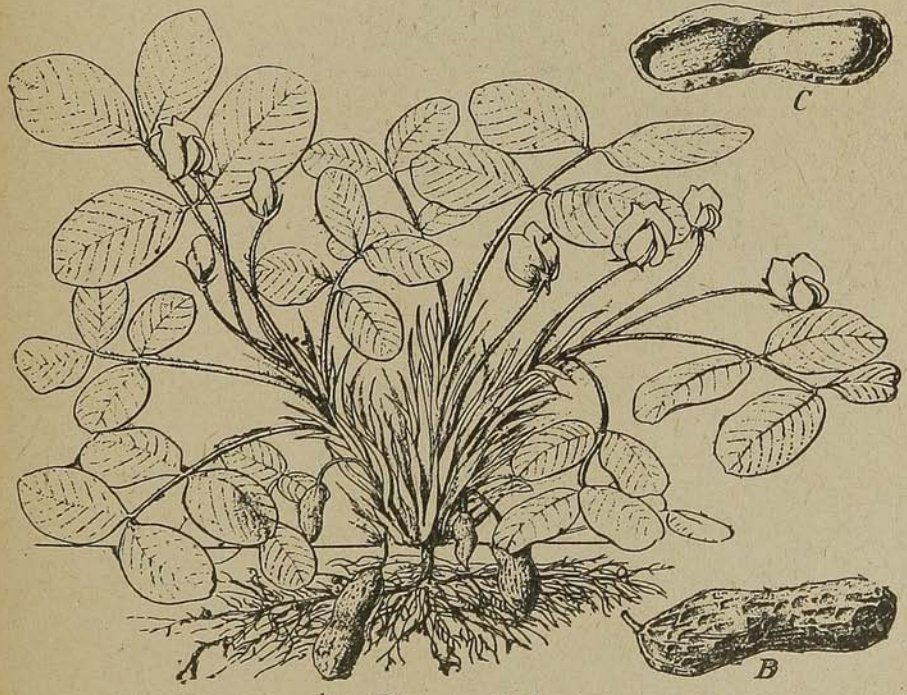


Fig. 392. *Arachis hypogea*.
A, planta con flores y frutos; *B*, legumbre; *C*, la misma, cortada a lo largo, con dos semillas

De los **Pterocarpus** *Marsupium* y *P. indicus*, de la India, se obtiene el *Kino*; del *P. Draco*, de la América central, la *sangre de drago americano*.

De la **Piscidia** *erythrina*, única especie de este género, árbol de la Florida y Méjico, se usa la corteza de la raíz como analgésica.

De la **Andira** *Araroba*, árbol sudamericano, de gran talla, con hojas imparipinnadas y flores violeta, se obtiene la crisarrobina.

Las semillas de la **Dipteryx** *odorata*, árbol de Venezuela y Guayana, muy olorosas, constituyen la llamada *haba tonka*.

Las semillas del **Cicer** *arietinum*, de patria desconocida, muy cultivado en España y en el Sur de Europa, son los *garbanzos*.



FIG. 393. *Myroxylon Balsamum*, var. *genuinum*

Afines al anterior son los géneros **Vicia**, con la *V. sativa*, *alverja* o *veza*; *V. Faba*, *haba*, *V. Ervilia*, *yeros*, y numerosas especies en la región mediterránea. **Lens**, con las *lentejas*, *L. esculenta*; **Lathyrus**, que comprende un centenar de especies, con las *guijas* o *almortas*, *L. sativus*; **Pisum**, con los *guisantes*, *P. sativum*; plantas de todos conocidas, muy cultivadas para alimento del hombre y de los animales.

Las semillas del **Physostigma** *venenosum* (fig. 394), enredadera del África tropical occidental, con hojas imparipinnadas, de tres foliolas, y flores purpúreas, en racimos, constituyen las *habas del Calabar*, *Fabae Calabaricae*, muy tóxicas por la fisostigmina que contienen.

Afín del anterior es el género **Phaseolus**, con unas 150 especies tropicales y subtropicales. La especie más conocida es el *Ph. vulgaris*, *judía*, *alubia*, o *habichuela*, originaria de la América meridional, y de la cual se cultivan muy numerosas variedades por sus semillas comestibles. Los *Ph. multiflorus*, *judía escarlata*, y *Ph. Caracalla*, *caracol real*, se cultivan como plantas de adorno.

Orden 14.º GERANIALES

Flores actinomorfas, o más raramente, zigomorfas, pentámeras, con el androceo también de cinco estambres, o de diez, coherentes en la base, los más externos epipétalos (flor obdiplostémona). Gineceo pentámero, o con menos de cinco carpelos, generalmente con dos óvulos en cada uno, las más veces colgantes y con el micropilo superior y externo (fig. 395, *A*), raramente al revés (*B*). Los carpelos son aristados en el ápice, formando un pico más o menos largo por la reunión de los cinco del gineceo; el fruto es capsular, o bien los carpelos se separan entre sí y de la columna axil que permanece en su puesto. El polen tiene tres núcleos.



FIG. 394. *Physostigma venenosum*

Familia **Geraniáceas**

Son las Geraniáceas plantas herbáceas, raramente sufruticosas, anuales o perennes y con las hojas sencillas, que, en número de unas 360, habitan en casi todos los países del globo, pero, sobre todo, en el África del Sur.

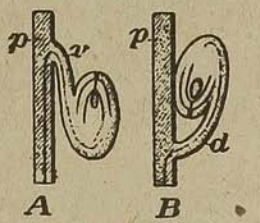


FIG. 395. Placentación en las geraniales.. *A*, óvulo colgante, con rafe ventral (*v*) y micropilo superior; *B*, óvulo erguido, con rafe dorsal (*d*) y micropilo inferior; *p*, placenta. (Figura esquemática)

El género **Geranium**, del cual toma nombre la familia, comprende hasta 160 especies de los países templados de todo el globo. Se distinguen por sus carpelos aristados, cuyas aristas se arrollan en la madurez, y por sus diez estambres fértiles. Los *G. rotundifolium*, *G. molle*, *G. Robertianum*, *G. dissectum*, son frecuentes en la Península y en la mayor parte de Europa; los *G. cinereum*, *G. subargenteum*, *G. cataractarum*, son endemismos ibéricos.

El género **Erodium**, mucho menos numeroso que el anterior, contiene varias especies comunes en España: *E. cicutarium*, *E. malacoides*, *E. ciconium*, etc., llamados *relojes*, *alfileres*, *picos de grulla* o *de cigüeña*, etc.; se distinguen fácilmente de los anteriores por su androceo con sólo cinco estambres fértiles. Varias especies perennes, de rizoma grueso y carnoso, son endémicas en la Península

tales como los *E. macradenum*, *E. supracanum*, *E. cheilanthifolium*, *E. daucoides*, *E. carvifolium*, *E. astragaloides*, etc.

El más rico en especies de las Geraniáceas es el género **Pelargonium**, que comprende cerca de 200, la mayoría del Cabo de Buena Esperanza. Varios *Pelargonium* se cultivan a menudo como plantas de adorno con el nombre de *geranios*, principalmente el *P. inquinans*, asilvestrado en el Sur de España; de otras especies se obtiene en España, Francia y Norte de África la *esencia de geranio*, usada en perfumería.

La **Rhynchotheca** *spinosa* es una matita espinosa de los Andes del Perú. Las **Viviania** son geraniáceas americanas muy distintas de las europeas por sus cálices gamosépalos y hojas opuestas, que habitan en número de unas quince en Chile, Brasil y Uruguay; la *V. rosea* asciende hasta los 3000 m. en los Andes.

Familia **Oxalidáceas**

Flores actinomorfas, pentámeras en sus dos verticilos externos, con androceo de diez estambres dispuestos en dos verticilos, los externos epipétalos y más cortos que los internos, todos soldados en tubo por sus filamentos. Ovario de cinco carpelos pluriovulados, y fruto capsular, o bacciforme.

Son las Oxalidáceas hierbas vivaces, con las hojas compuestas, que en número de unas 230 habitan de preferencia en los países cálidos.

El género **Oxalis** comprende la casi totalidad de las especies de esta familia. Se caracteriza por su androceo de diez estambres y por su fruto cápsular con los carpelos soldados en toda la región ovárica, que se abren por el nervio medio y quedan adheridos por sus bordes a la columna axil. Una de las especies más difundidas es la *O. Acetosella*, pequeña hierbecita de hojas trifolioladas y flores blancas, la *acederilla*, que vive en los bosques frescos del hemisferio boreal; en España, en los Pirineos y montañas del Centro. Posee dos clases de flores: unas, casmógamas, bien que pequeñas, vistosas; otras, cleistógamas, apenas visibles, que permanecen siempre cerradas; existe además heterostilia. Más frecuente que ésta, es en España la *O. corniculata*, de los bordes de los caminos y márgenes de los campos, *aleluya* o *quitatinta*, de flores amarillas. En los cultivos del Sur y levante de España y en Baleares se ha naturalizado una especie asaz perniciosa por lo difícil que resulta el extirparla cuando se ha apoderado del terreno, la *O. cernua*, de flores grandes, sulfúreas, bulbilífera, originaria del Cabo, donde abundan sus congéneres. Las *Oxalis* son ricas en bioxalato potásico, de donde el sabor acídulo de sus hojas y tallos, y el uso que se hace de ellas para quitar manchas de tinta, a cuya propiedad alude el nombre español. Los tallos de alguna especie chilena se usan para fabricar esteras.

El género **Averrhoa** corresponde a las Oxalidáceas de fruto en baya. La *A. Carambola; carambolero*, al parecer de origen americano, es un árbol de hojas imparipinnadas y flores pequeñas en cimas corimbiformes, que se cultiva en los trópicos por sus frutos comestibles, parecidos a las grosellas.

Familia **Tropeoláceas**

Flores zigomorfas, con el receptáculo alargado por detrás y formando con la base de los sépalos posteriores un espolón más o menos largo; cáliz y corola pentámeros, ésta con dos pétalos posteriores y tres delanteros; androceo de ocho estambres libres y gineceo tricarpelar, con los carpelos uniovulados. Fruto seco o bacciforme, que se separa en tres partes en la madurez.

Esta familia no comprende más que el género **Tropaeolum**, con unas 35 especies de las montañas del centro y Sur de América. La más difundida como planta de adorno es el *T. majus*, del Perú, *capuchina*; bonita enredadera de grandes hojas

peltadas, cuyos brotes y frutos tiernos son comestibles conservados en vinagre; parecido al anterior, y también peruano, es el *T. minus*. El *T. tuberosum*, de Chile y Perú, tiene tubérculos comestibles; el *T. sessilifolium*, de hojas menudas y sentadas, llega a grandes alturas en los Andes chilenos y peruanos.

Familia **Lináceas**

Flores actinomorfas, generalmente pentámeras, con la corola retorcida en el capullo las más veces; androceo de 5, 10 ó 20 estambres, a veces con algunos de ellos reducidos a estaminodios, concrescentes en la base. Ovario de cinco carpelos, por lo común biovulados, y con diez cavidades por la existencia de un falso tabique en cada uno. Fruto generalmente capsular.

Plantas herbáceas o arbustos, con las hojas sencillas, alternas, raramente opuestas, que en número de unas 120 habitan en las zonas templadas y cálidas de todo el globo.



FIG. 396. *Linum usitatissimum*

El género **Linum** comprende la mayoría de las especies de la familia, hasta 90, de las zonas templadas y subtropicales de todo el globo, sobre todo de la región mediterránea. El lino, *Linum usitatissimum* (fig. 396), planta anual, de flores azules, al parecer de origen caucásico, se cultiva desde la más remota antigüedad, para aprovechamiento de sus fibras textiles y de sus semillas *(Sem. Lini)*. Las semillas de lino producen, por cocción en agua, abundante mucilago, y por prensación se extrae su aceite *(aceite de linaza)*, que se solidifica rápidamente por la acción de los ácidos (aceite secante), y se usa por esta causa para la fabricación de barnices y del llamado *linoleum*. En Farmacia se usa principalmente el polvo de sus semillas, como emoliente. El *L. catharticum* es una pequeña plantita frecuente en los bosques de España y de toda Europa, con las hojas opuestas y flores pequeñas, blancas; se usa a veces como purgante; el *L. selaginoides* es una especie de hojas muy delgadas, densamente imbricadas, que vive en la América del Sur; el *L. grandiflorum*, del Norte de África, de flores rojas muy vistosas, se cultiva a menudo como planta de adorno.

Familia **Eritroxiláceas**

Flores actinomorfas, con cáliz y corola pentámeros, esta última con pétalos provistos en su cara interna de apéndices ligulares o callosidades salientes (fig. 398, *a*, *b*); androceo de diez estambres, soldados en la base en un tubo (fig. 398, *c*): gineceo de tres a cuatro carpelos, de los cuales sólo se desarrolla uno; fruto en drupa, con una o dos semillas.

Las Eritroxiláceas son arbolillos o arbustos de los países tropicales, principalmente de América, con hojas provistas de estípulas escamiformes e intrapeciolares y flores pequeñas (fig. 397). Comprenden cerca de un centenar de especies.

Todas las especies de esta familia, exceptuada la **Aneulophus** *africana*, arbusto de Guinea, pertenecen al género **Erythroxylon**. La más conocida es la *coca del Perú*, *E. Coca* (fig. 397), arbusto de hojas alternas, enteras, ovaladas, con las flores poco vistosas y frutos pequeños, rojos, que habita en los Andes. Sus hojas *(Fol. Coca)* sirven para la obtención de la *cocaína*; por ésta razón su cultivo, como el de su congénere *E. novogranatense*, se ha extendido mucho, tanto en el Nuevo como en el Antiguo Mundo.



FIG. 397. *Erythroxylon Coca*

Familia **Zigofiláceas**

Flores actinomorfas, con cáliz y corola pentámeros; androceo de diez estambres, raramente quince; gineceo de cuatro o cinco carpelos, raramente en número menor o mayor, concrescentes en un

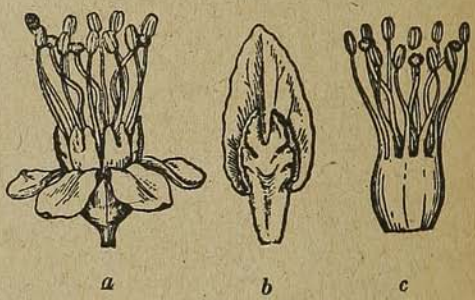


FIG. 398. *Erythroxylon Coca.*
a, flor; *b*, pétalo; *c*, estambres soldados en tubo inferiormente

ovario esquinado o aislado; fruto capsular, excepcionalmente bacciforme o drupáceo.

Las Zigofiláceas, en número de unas 150, son matas o arbustos, más raramente plantas herbáceas anuales, con las hojas opuestas o alternas, por lo general paripinnadas y acompañadas de estípulas. Habitan en los países cálidos, mayormente en estaciones secas o salinas.

En España esta familia está representada por los géneros **Fagonia, Zygophyllum, Tribulus** y **Peganum**. Las **Fagonia** son plantas herbáceas o sufruticosas, muy ramificadas, con las hojas opuestas, sencillas o trifolioladas, y fruto seco, pentagonal, que se deshace en cinco cocas monospermas. La *F. cretica* habita en el mediodía y levante de España, Baleares, etc.; muy parecida a ésta es la *F. chilensis*, de Chile.

Los **Zygophyllum** se distinguen de las *Fagonia* por sus tallos y hojas crasos, éstas comúnmente paripinnadas, por las flores con estambres apedinculados en la base y por su fruto en cápsula. En los saladares del litoral levantino español vive el *Z. Fabago*, cuyos capullos, encurtidos, son comestibles, como las alcaparras. Varias especies en África del Norte, hasta 60 que tiene el género, se hallan en los terrenos esteparios o desérticos, salinos, de todo el globo.

Los **Tribulus** son plantas herbáceas, por lo común tendidas, con hojas paripinnadas y frutos secos, angulosos, espinosos o alados, que se deshacen en cinco porciones mono o polispermas. En España el *T. terrestris* es una especie de *abrojo*, de flores pequeñas, amarillas; el *T. cistoides* en las costas tropicales.

El género **Peganum** se distingue de los anteriores por tener hojas sencillas y alternas, por su androceo con cuatro estambres, y ovario de dos a tres cavidades. En los terrenos salinos de España, el *P. Harmala, gamarza*, matita lampiña, de hojas multipartidas y flores blancas, cuyas semillas se usaron antiguamente como sudoríficas y antihelmínticas. En Méjico, el *P. mexicanum, garbancillo.*

El género más interesante de esta familia desde el punto de vista farmacéutico es el **Guajacum.** Los *Guajacum*, en total cuatro especies, son arbolillos o arbustos americanos, de hojas paripinnadas, coriáceas, flores azules o rojas y frutos secos, coriáceos también, con dos a cinco cavidades monospermas. El *G. officinale* (fig. 399) es un arbolillo de hojas siempre verdes, con dos o tres pares de foliolas y frutos de dos cavidades, de las costas secas de la América central, y parte Norte de la meridional, de Colombia, Venezuela, Antillas, Florida, etc. ; su madera, muy dura, se usa para la fabricación de bolas y constituye el *leño de guayaco* oficinal

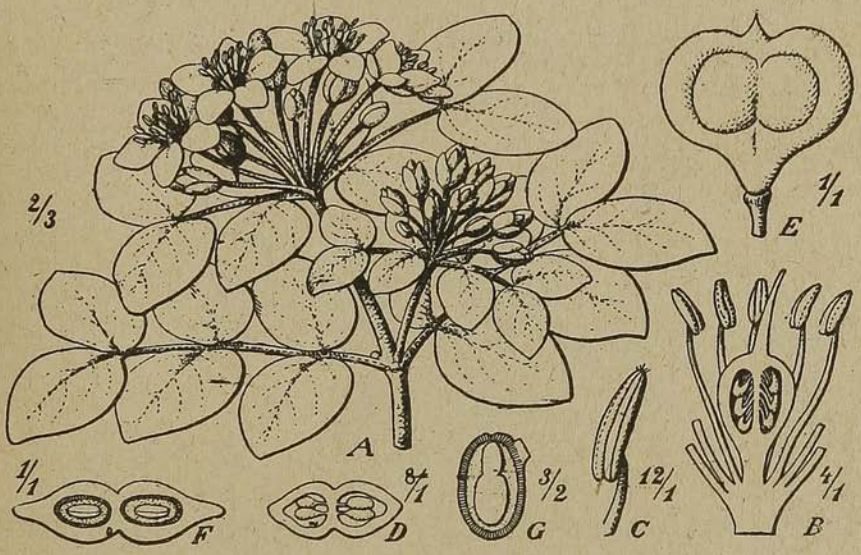


FIG. 399. *Guajacum officinale.*
A, ramita en flor ; *B*, flor cortada longitudinalmente ; *C*, estambre ; *D*, corte transversal del ovario ; *E*, fruto maduro ; *F*, sección transversal del mismo ; *G*, corte longitudinal de la semilla

(Lign. Guajaci). El *G. sanctum* se distingue del anterior por sus hojas con cuatro parejas de foliolas y por sus frutos de cuatro o cinco cavidades ; habita en Guatemala, Antillas, Islas de Bahama y Florida, y su leño, semejante al de la especie anterior, se usa parecidamente.

Familia **Rutáceas**

Flores actinomorfas, raramente zigomorfas, con un disco hipogino, anular o en cojinete (fig. 401, *C*), o alargado, formando un ginóforo, generalmente pentámeras, con el androceo muy variado, o bien obdiplostémono, con dos verticilos de cinco estambres, o con un solo verticilo pentámero, o, por el contrario, con 15-20 — ∞ estambres, a menudo con los filamentos ensanchados en la base o concrescentes. Carpelos por lo común cuatro o cinco, a veces en mayor número, o reducidos a uno, libres en la región ovárica, con los estilos o estigmas concrescentes, o más o menos soldados en un ovario plurilocu-

lar. Fruto muy variado también, capsular, o polifolículo, drupáceo, polidrupáceo, bacciforme, etc.



FIG. 400. *Ruta graveolens*

La de las Rutáceas es una familia de plantas que comprende alrededor de 900 especies, habitantes de los países cálidos de todo el globo. La mayoría son árboles o arbustos, las menos plantas herbáceas, con bolsas secretorias lisígenas, y con las hojas alternas, sencillas o compuestas.

El género **Ruta**, del cual toma nombre la familia, se compone de unas 40 especies de Canarias y región mediterránea principalmente. Son plantas herbáceas vivaces o matas, muy olorosas, con cavidades glandulosas en todas sus partes externas, y flores amarillas tetra o pentámeras, con doble número de estambres insertos en un disco en cojinete; el fruto está dividido superiormente en 4 ó 5 lóbulos profundos, y cuando es dehiscente, cada carpelo se abre por la parte superior de su borde interno. La *Ruta graveolens* (fig. 400), ruda, tiene, como sus afines, las flores terminales pentámeras y todas las restantes tetrámeras, y los pétalos cóncavos, denticulados en los bordes. De esta especie propia de Italia y sudeste de Europa, cultivada o asilvestrada en España, se utilizan en Farmacia las sumidades y las hojas *(Folia Rutae)*; además se obtiene de ella la esencia *(Oleum Rutae)*. Son especies fre-

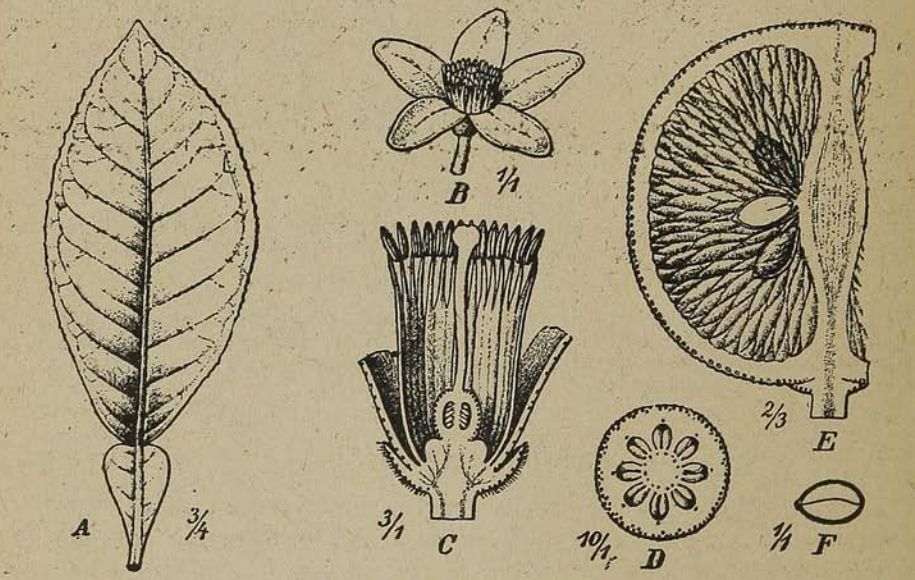


FIG. 401. *Citrus Aurantium.*

A, hoja, con el peciolo alado; *B*, flor; *C*, sección longitudinal de la misma, cortados en su mayor parte los pétalos; *D*, ovario en sección transversal; *E*, mitad de una sección longitudinal de un fruto; *F*, semilla cortada a lo largo

cuentes en España las *R. montana*, de hojas finamente divididas, con los segmentos muy estrechos; *R. Chalepensis*, var. *angustifolia*, de pétalos laciniados en los bordes, la más común del género, llamada, como las otras dos, *ruda*, y la *R. linifolia*, de hojas enteras, lanceoladas, propia de la Península y Norte de África.

Los **Dictamnus** se distinguen fácilmente de las Ruta por sus hojas imparipinnadas, flores grandes, en racimos terminales, zigomorfas, con los pétalos blancos. Del *D. albus, dictamo blanco*, del centro y mediodía de Europa, raro en la Península, se usó la raíz antiguamente, *Rad. Dictamni;* en el Sur de Cataluña, y en el mediodía y levante de España, el *D. Fraxinella*, especie endémica, peninsular.

El **Pilocarpus** *pennatifolius* (fig. 402), arbusto siempre verde del Brasil, de hojas compuestas y flores pequeñas, en racimos, y otras especies americanas afines. dan las *hojas de jaborandi (Folia Jaborandi).*

La *corteza de Angostura, Cortex Angosturae*, se obtiene de la **Cusparia** *trifoliata* (también llamada **Galipea** *officinalis* y *Cusparia febrifuga*), de hojas muy aromáticas, magnífico árbol de más de 20 m. de altura, que vive en Colombia y Venezuela.

Las **Barosma** son arbustos muy ramosos, con las hojas opuestas y flores blancas o rojas, axilares, ya solitarias o en cimas umbeliformes, con sólo cinco estambres fértiles. Son unas quince especies propias del Cabo de Buena Esperanza ; las hojas



FIG. 402

A y *B*, *Pilocarpus Selloanus : A*, ramita florida ; *B*, flor en sección longitudinal ; *C*, fruto de *P. giganteus ; D*, semilla de *P. macrocarpus ; E-J*, *P. pennatifolius ; E*, flor ; *F*, corte transversal de la hoja (en la parte mediana superior una glándula) ; *G*, epidermis de la página inferior ; *H*, segmento del fruto ; *J*, sección longitudinal de la semilla. (Según A. Meyer y Engler)

de la *B. crenata* constituyen el *bucú*. El *bucú de hoja larga* proviene del **Empleurum** *serrulatum*, arbusto de flores polígamas, monocarpelares, también del Cabo.

El género más importante de las Rutáceas, ya que no por el número de sus especies, que sólo llegan a media docena, por su valor por los árboles frutales que lo integran, es el **Citrus**. Son los *Citrus* arbolillos de hojas coriáceas, a menudo con el pecíolo alado (fig. 401, *A*), en cuyo ápice se articulan una, dos o tres foliolas grandes, aovadas o lanceoladas. Sus flores son blancas o rojizas, con el cáliz gamosépalo y los pétalos carnositos, en número variable, de 4 a 8, y el androceo, por lo común, de estambres numerosos, con los filamentos lanceolado-acuminados y más o menos soldados entre sí. El fruto, bacciforme *(hesperidio)*, globuloso u ovoideo, se compone de cinco o más carpelos cerrados, con cuatro a ocho semillas cada uno, rodeados de una pulpa jugosa constituída por emergencias internas de las paredes carpelares (fig. 401, *E*). El *C. trifoliata* es un arbusto espinoso del Japón que se distingue por sus hojas trifolioladas, caedizas. El *C. nobilis*, arbolillo, originario de la Cochinchina y Norte de China, tiene hojas unifolioladas, lanceoladas, apenas aladas en el pecíolo y frutos pequeños, algo deprimidos, cuya cubierta se desprende fácilmente del endocarpio, las llamadas *naranjas mandarinas*, o *mandarinas* simplemente. El *C. Aurantium* (fig. 401), de origen asiático también, se distingue por sus flores blancas, y frutos globulosos o apenas deprimidos, mayores que en el anterior ; comprende varias subespecies, entre las cuales la subespecie *amara*,

naranjo agrio, de hojas, flores y epicarpio muy aromáticos, pecíolos anchamente alados y pulpa ácida, que se utiliza por sus hojas (*Folia Aurantii*), por sus flores (*Flor. Aurantii*), con las cuales se obtiene la esencia y se prepara el *agua de azahar* o *de neroli*, y por sus frutos (*Fruct. Aurantii immat.* y *Cort. Aurantii fruct.*); de la subespecie *Bergamia*, *bergamota*, de flores pequeñas y frutos globulosos o piriformes, con el pericarpio amarillo pálido, liso en la superficie, y pulpa ácida, se obtiene la *esencia de bergamota*; la subespecie *sinensis*, *naranjo dulce* o simplemente *naranjo*, de todos conocida por sus frutos de pulpa dulce o apenas ácida, las *naranjas*, es muy cultivado en el mediodía y levante de España. El *C. medica*, originario de Asia como los anteriores, es un arbolillo de flores rojizas, las hermafroditas mezcladas con algunas masculinas por aborto del gineceo, y frutos globulosos u ovoideos, generalmente mamelonados en el ápice; la subespecie genuina constituye el *cidrero*, con pecíolos desprovistos de alas y frutos grandes rugosos o verrugosos y pulpa acídula, con cuyo epicarpio se prepara el agua y el alcohol de cidra; la subespecie *Limonum*, *limonero*, se distingue por sus pecíolos con alas muy estrechas y por sus frutos de pericarpio amarillo y pulpa abundante, muy ácida, los *limones*; del pericarpio se obtiene la esencia de limón y del zumo de su pulpa el ácido cítrico.

Familia **Simarubáceas**

Las Simarubáceas son vegetales leñosos, a veces de gran talla, que en número de más de cien habitan en los países tropicales. Por su morfología floral son muy parecidos a las Rutáceas, y sus frutos son también tan variados como en la familia anterior. Poseen generalmente principios amargos, y carecen, en cambio, de las cavidades secretorias que caracterizan las Rutáceas; sus hojas, por esta causa, no presentan nunca puntos translúcidos.

El género **Simaruba**, del cual toma nombre la familia, está constituído por media docena de árboles del Brasil, América central y Antillas, con las hojas imparipinnadas y flores pequeñas, unisexuales, dioicas, en panojas, con los estambres provistos de apéndices ligulares escamiformes. De la *S. amara*, árbol de más de 20 m. de altura, de las Pequeñas Antillas y Guayana, y de la *S. officinalis* de la América central y las Antillas, se usa la corteza de sus raíces con el nombre de *simaruba*, *Cortex Simarubae*.

La **Quassia** *amara* (fig. 403) es un arbolillo del Brasil y Guayana, cultivado y asilvestrado en la América tropical, con las hojas paripinnadas o imparipinnadas, de pecíolos alados, y con las flores grandes, cárneas, en racimos. Se usa su leño con el nombre de *cuasia de Surinam* (*Lignum Quassiae surinamense*).

Las **Picrasma** son árboles de hojas imparipinnadas, con las flores pequeñas, amarillo verdosas, en cimas corimbiformes, polígamas, con androceo de cinco estambres, sin apéndices ligulares, y gineceo de carpelos libres en la región ovárica y soldados en la estilar. De la *P. excelsa*, de Jamaica y Pequeñas Antillas, se usa el leño con el nombre de *cuasia de las Antillas* (*Lignum Quassiae jamaicense*).

Los **Ailanthus** son árboles asiáticos de hojas imparipinnadas y flores polígamas, con diez estambres, y gineceo de carpelos libres y monospermos, con frutos en sámara. El *A. glandulosa*, de China, se cultiva muy a menudo en parques y avenidas.

Familia **Burseráceas**

Las Burseráceas son también plantas leñosas de los países tropicales, cuya morfología floral, como la de las Simarubáceas, no se diferencia esencialmente de la de las Rutáceas. Constituye, en cambio, un carácter distintivo para las especies de esta familia la presencia de canales resiníferos en la corteza de los tallos.

Son oficinales la **Commiphora** *abyssinica* (a veces designada genéricamente como **Balsamodendron**), y otras especies del nordeste de África, de las cuales se obtiene la *mirra*.

La **Boswellia** *Carteri*, y otras especies del mismo género, producen la *gomorresina de olibano*. De la **Icica** *icicariba*, de Sudamérica, así como del **Canarium** *commune* de la región indo-malaya, se obtiene la *gomorresina de elemi*.



FIG. 403. *Quassia amara*.
A, ramita en flor; *B*, sección longitudinal de una flor; *C*, anteras; *D*, base de los estambres, vista por delante y por detrás; *E*, fruto

Familia **Poligaláceas**

Las flores de las Poligaláceas son zigomorfas, con el plano de simetría ánteroposterior (fig. 404 *a*). El cáliz es pentámero, con los tres sépalos externos verdes y pequeños (fig. 404 *b*, 1 *k*), y los dos internos mayores y petaloideos (*a*), tan grandes a menudo, que más o menos conniventes ocultan por completo las restantes piezas florales. La corola sólo posee tres pétalos, de los cuales el delantero, mucho más desarrollado que los laterales y aquillado, es laciniado en el ápice (fig. 404 *b*, 1 *c*). Los estambres son ocho, soldados en un tubo abierto en canal por la parte superior (fig. 404 *b*, 4 *st*) y hendido en dos lóbulos en el ápice. El ovario es bilocular con el estilo encorvado hacia la

parte posterior (fig. 404 *b*, 3 y 4 *p*). La fórmula floral es *K* 5, *C* 3, *A* (8), *G* (2). El fruto es generalmente una cápsula bilocular comprimida lateralmente (fig. 404 *b*, 3).

Las Poligaláceas son plantas herbáceas o leñosas con hojas enteras; contienen principios amargos y saponina. Exceptuadas las tierras árticas y Nueva Zelanda y Polinesia, habitan en todo el globo.

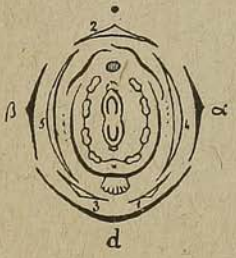


FIG. 404 *a*. Diagrama de una *Polygala*. *d*, bráctea; *α* y *β*, bracteíllas

La mayoría de las especies de esta familia corresponden al género tipo **Polygala**, con los caracteres que hemos asignado a la familia. Comprende el género hasta cerca de medio millar de especies, unas herbáceas, anuales o perennes; otras subfruticosas, y aun matas y arbustos. La mitad de las especies son americanas. La *P. amara*, de la Europa central (fig. 405), se usa con el nombre de *Polygala amara*, o *Herba Polygalae*. En las montañas de la Península suele confundirse con ella la *P. calcarea*. De la *P. Senega*, de Norteamérica, plantita de hojas estrechas y flores blancas o rojizas, se usa la raíz, *Radix Senegae*, o *polígala*, simplemente.

Las *P. microphylla*, *P. baetica* y *P. Boissieri* son endemismos ibéricos; la *P. Vayredae* habita únicamente en las cercanías de Olot, en Cataluña. Se cultiva a menudo como planta de adorno la *P. myrtifolia*, arbusto del África austral.

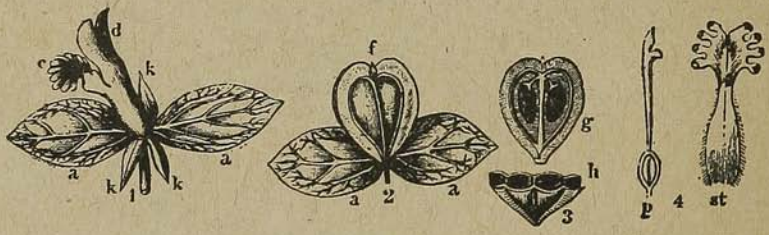


FIG. 404 *b*

1, flor de *Polygala vulgaris*: *k*, sépalos externos; *a*, sépalos internos, o alas; *d*, tubo corolorino hendido a lo largo, con el llamado labio superior (*d*) y el inferior laciniado (*c*); 2, fruto (*f*), con las dos alas calicinas persistentes; 3, *g*, fruto abierto; *h*, partido transversalmente; 4, pistilo (*p*) y hacecillo de estambres (*st*)

Familia **Euforbiáceas**

Las plantas de esta familia tienen las flores unisexuales, y son monoicas o dioicas. El periantio se reduce a una sola cubierta floral en la mayoría, y aun puede faltar por completo o, por el contrario, está integrado por el cáliz y la corola. El androceo varía mucho; puede estar formado por un solo estambre en los casos más sencillos, o por varios, en igual número que las piezas del periantio, por ejemplo, o por numerosos estambres; en el género **Ricinus** son ramificados (fig. 406). El gineceo se compone las más veces de tres carpelos, uni o biovulados, con los óvulos anátropos, colgantes y con rafe ventral; el micropilo está recubierto por la llamada *carúncula*. El fruto es casi siempre una cápsula que se deshace en tres cocas monospermas. Las semillas contienen abundante tejido nutricio (fig. 407).

Las Euforbiáceas son plantas de aspecto muy vario, unas herbáceas y anuales, o perennes, a veces, matas o arbustos, y aun árboles,

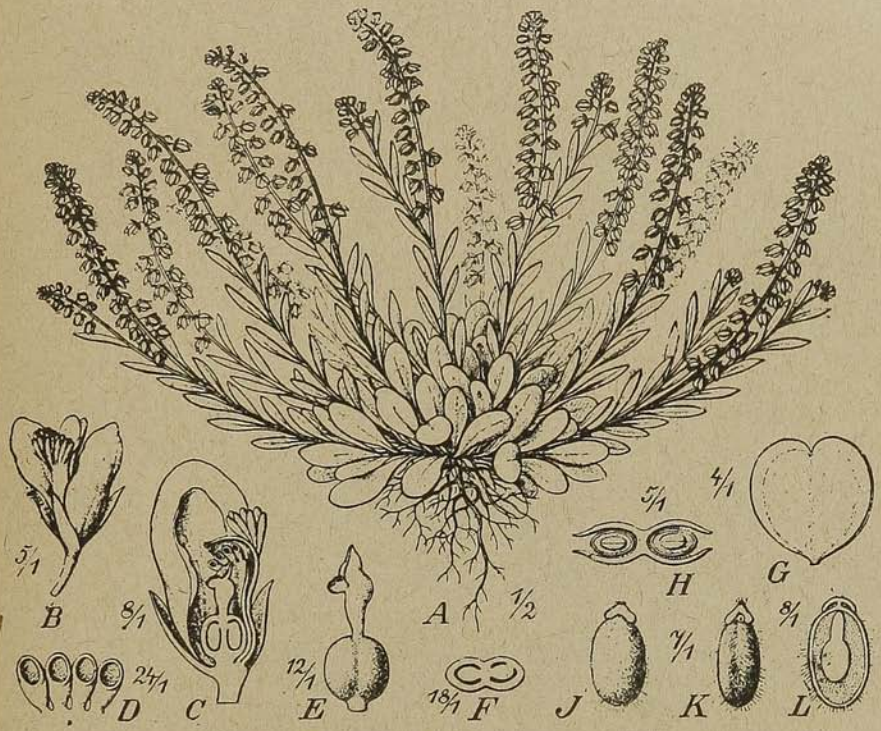


Fig. 405. *Polygala amara.*
A, la planta en su aspecto natural (2 : 3) ; *B*, flor ; *C*, sección de la misma ; *D*, anteras ; *E*, ovario, con su estilo y estigma ; *F*, sección del ovario ; *G*, fruto ; *H*, sección transversal del anterior ; *J*, *K*, semilla, vista por delante y por detrás ; *L*, sección longitudinal de la anterior

a menudo con tubos laticíferos. Comprende esta familia muy numerosas especies difundidas por todo el globo, exceptuadas las regiones más frías, las altas montañas y las tierras árticas.

El género **Euphorbia**, del cual toma nombre la familia, comprende hasta 600 especies, que habitan de preferencia los países templados y cálidos. Las plantas de este género ofrecen las flores masculinas reducidas al máximo de sencillez, pues no se componen más que de un estambre (figura 408, *h*) ; las femeninas constan únicamente de un ovario largamente pedicelado. Varias flores masculinas y una femenina central (fig. 408, *c*) constituyen aquí una inflorescencia especial, que asemeja una flor y por tal la tomaron los botánicos antiguos, llamada *ciatio* (de *kyathos* = copa).



Fig. 406. Estambre ramificado de *Ricinus communis*

El número de flores masculinas de un *ciatio* varía de dos a doce, y de dos a doce, por lo tanto, el de estambres, cuyo filamento aparece articulado; la parte inferior del mismo representa el pedúnculo (figura 408, *h*). El conjunto de florecitas masculinas y la femenina está rodeado por una especie de involucro con glándulas de forma variable, frecuentemente semilunares, en su borde. Las *Euphorbia* son

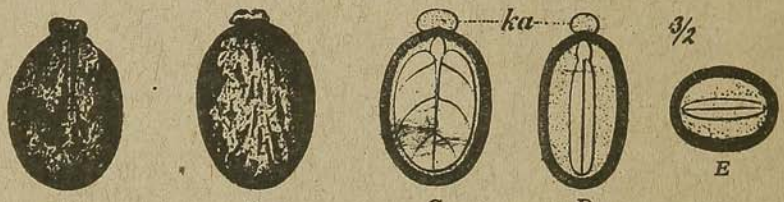


FIG. 407. Semilla de ricino.
A, vista por delante; *B*, por detrás; *C* y *D*, dos secciones longitudinales de la misma; *E*, sección transversal; *ka*, carúncula

plantas herbáceas o matas o arbustos, con látex abundante; las hay de aspecto cactiforme, con las hojas muy reducidas, como el *cardón* de Canarias, *Euphorbia canariensis*, o la *E. splendens*, de la India y Madagascar, a menudo cultivada.

El **Ricinus** *communis* (fig. 410), originario de la India o del Africa septentrional, es una planta herbácea, anual en los países fríos, plurianual en los climas cálidos, con las hojas palmatipartidas y los estambres muy ramificados. Comprende numerosas razas de cultivo. De las semillas de esta planta se obtiene el *aceite de ricino*, *Oleum Ricini*.

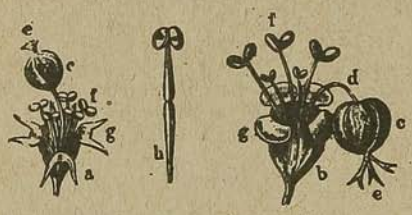


FIG. 408
a, inflorescencia de *Euphorbia Peplus*; *b*, inflorescencia de *E. helioscopia*: *a* y *b*, involucro; *g*, glándula nectarífera; *f*, flores masculinas; *c*, femeninas; *h*, una flor masculina aislada, compuesta de un sólo estambre sostenido por un pedicelo

Son también oficinales el **Croton** *Tiglium*, asimismo originario de la India, del cual se usan las semillas, *Sem. Crotonis*, y el aceite, *Oleum Crotonis*. El *C. Eluteria*, de las islas Bahama, es una de las especies que producen la llamada corteza de cascarilla, *Cort. Cascarillae*.

Las glándulas de los frutos del **Mallotus** *philippinensis* (llamado también *Rottlera tinctoria*) constituyen el polvo conocido con el nombre de *Kamala*.

De las semillas de la **Aleurites** *moluccana*, árbol muy cultivado en los trópicos, se obtiene un aceite graso; otro, parecido, de la *A. Fordii*, de China.

La **Hevea** *brasiliensis* y otras especies de este género de la América tropical producen la mejor suerte de *caucho*, el de Pará.

También se obtiene caucho de la **Manihot** *Glaziovii* y de otras especies de este género propias del Brasil, hoy muy cultivadas en todos los países tropicales. Es asimismo originaria del Brasil la *M. utilissima*, cultivada en gran escala en los países cálidos para la obtención de la *tapioca* de sus raíces tuberosas.

De la **Euphorbia** *resinifera* del Norte de África se beneficia el *euforbio*; ésta es una especie crasa y espinosa, de aspecto cactiforme (fig. 409). Viven en España numerosas especies de este género: *E. helioscopia*, *E. Peplus*, *E. exigua*, *E. serrata*, *E. nicaensis*, *E. Characias*, etc.; las semillas de la *E. Lathyris*, *cagamuja*, se usan por el pueblo como purgantes; las *E. isatidifolia*, *E. gaditana*, *E. pauciflora*, *E. mauritensis*, etc., son endemismos españoles. La *E. dendroides*, de la región mediterránea, que vive en Cataluña y Baleares, es la de mayor talla de la Península.

Comunísimos son también en España los **Mercurialis** *annua* y *M. tomentosa*. Las especies de este género son dioicas, o polígamas, con el cáliz tripartido y sin corola.

El género **Chrozophora** es monoico, y sus flores con cáliz y corola son pentámeras, con gineceo tricarpelar. La *Chrozophora tinctoria*, frecuente en los cultivos

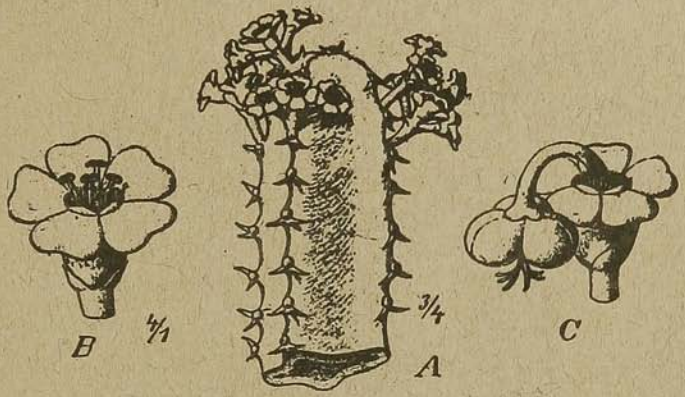


Fig. 409. *Euphorbia resinifera*.
A, ápice de una rama florífera; *B*, ciatio masculino; *C*, ciatio cuya única flor femenina ya se ha transformado en fruto

y terrenos incultos de toda la región mediterránea, llamado *tornasol* o *girasol*, sirve para preparar el tornasol.

La **Securinega** *buxifolia* (llamada también *Colmeiroa buxifolia*), arbusto de las ramblas y torrentes del centro y occidente de la Península, es el único representante europeo de este género tropical.



Fig. 410. *Ricinus communis*. Aspecto. 1, flor femenina; 2, flor masculina; 3, semilla

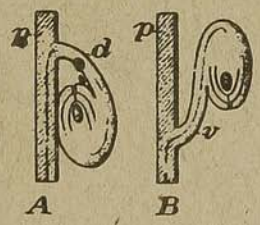


Fig. 411. Placentación en las Sapindales.
A, óvulo colgante con rafe dorsal (*d*) y micropilo en lo alto, apótropo; *B*, óvulo colgante con rafe ventral (*v*) y micropilo epítropo en la parte inferior; *p*, placenta. (Figura esquemática)

Orden 15.º SAPINDALES

Este orden, por sus caracteres florales, no difiere del anterior; se diferencia, sin embargo, por la disposición de los óvulos en el ovario, que aquí son colgantes, con rafe dorsal y con el micropilo en la parte superior, o erguidos, el rafe ventral y el micropilo hacia bajo (fig. 411).

Familia **Buxáceas**

Pequeña familia de unas treinta especies leñosas, de hoja siempre verde, del Antiguo y Nuevo Mundo. Sus flores son unisexuales, generalmente monoicas, con una sola cubierta floral o desnudas. Ovario tricarpelar, con dos o un óvulo en cada cavidad, con rafe dorsal, carácter éste que separa claramente estas plantas de las Euforbiáceas.

El género **Buxus** es el más importante por el número de sus especies y por la utilidad del *B. sempervirens*, *boj*, arbusto de la Europa atlántica y montañas del Mediterráneo, a menudo cultivado en jardinería, cuya madera dura y compacta sirve para fabricar diversos instrumentos. En las Baleares, en África del Norte y en el Sur de España, el *B. balearica*, de mayor talla y hojas mayores que el anterior. En la isla de Cuba los *B. subcolumnaris* y *B. citrifolia*.

Tres especies de los Andes comprende el género **Styloceras**, árboles de hojas enteras y coriáceas. La *S. columnare* asciende por encima de los 3000 m. en Bolivia.

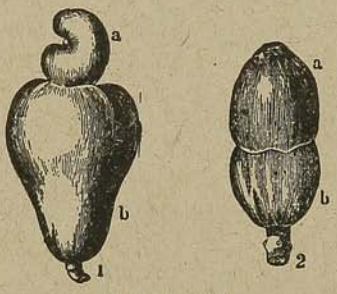


FIG. 412/13
1, fruto de *Anacardium occidentale*; 2, fruto de *Semecarpus Anacardium*: *a*, fruto; *b*, pedúnculo carnoso (véase también fig. 82)

Familia **Anacardiáceas**

Las Anacardiáceas poseen generalmente flores actinomorfas y pentámeras. Carpelos libres o concrescentes, siempre uniovulados. El fruto es en drupa las más veces (figs. 412 y 413). La mayor parte de las Anacardiáceas se caracterizan por contener substancias muy picantes (entre ellas cardol).

Son las plantas de esta familia árboles o arbustos tropicales con canales resiníferos en la corteza; tienen hojas esparcidas y sin estípulas, y flores pequeñas y numerosas.

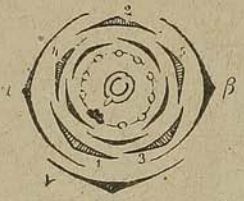


FIG. 414. Diagrama de *Anacardium occidentale*

El género **Mangifera** comprende alrededor de 30 especies de la India y Archipiélago malayo. La *M. indica* es un árbol de hojas lanceoladas, coriáceas, con flores de un solo carpelo y fruto en drupa. Es muy cultivada en los trópicos por su fruto comestible, el *mango*.

Los Anacardium, en número de unos ocho, son especies tropicales americanas, árboles o arbustos de hojas coriáceas y frutos arriñonados sostenidos por pedúnculos muy carnosos (fig. 412-13). Éstos son comestibles, de sabor agridulce, en el *A. occidentale*, que produce además la llamada *nuez de Acajú*, rica en aceite, y de su tallo se obtiene la *goma de Acajú*.

El género **Pistacia** se compone de especies dioicas, con las flores apétalas o desnudas, y frutos en drupa, más o menos globulosos o algo alargados. Son matas, arbustos o árboles, con las hojas por lo regular paripinnadas o imparipinnadas, y las flores pequeñas en racimos o panojas. En España viven el *lentisco*, *Pistacia Lentiscus*, que habita en toda la región mediterránea, y en el Archipiélago griego produce la *almáciga*, y la *P. Terebinthus*, *terebinto*, que se halla en los montes bravíos o peñascosos, y es de talla mayor que la antes mencionada. De ésta se obtiene en Oriente la *trementina* de Chío; produce además, por la picadura del *Aphis Pistaciae*, unas agallas largas, corniformes, ricas en tanino, *Gallae Terebinthi*, por cuyo motivo recibe también esta planta el nombre de *cornicabra*. Los frutos de la *P. vera*, también mediterránea, y cultivada en España, los *pistachos*, son comestibles.

El **Schinus** *molle, pimentero falso*, de la América central y meridional, es un árbol de hermoso porte, a menudo cultivado.

Los **Rhus** son hasta 120 especies arbustivas o arbóreas de los países subtropicales y tropicales. Tienen hojas sencillas, trifolioladas o pinnadocompuestas, las flores pequeñas, en panojas, con cáliz y corola, polígamas, y el fruto es una drupa. El *R. Toxicodendron* (fig. 415) es el *zumaque venenoso*, que habita en la América del Norte y en el Japón. Sus jugos, aun en pequeña cantidad, aplicados sobre la piel producen fuertes irritaciones. El *Rhus Cotinus*, del mediodía de Europa, es el *fustete* o *árbol de las pelucas*, cuyas hojas se usan como curtientes. En España vive silvestre únicamente el *R. Coriaria*, *zumaque de tenerías*, usado también como curtiente. Del *R. semialata*, del Asia oriental, se benefician las agallas, *Gallae Chinenses*, ricas en tanino.

El género **Schinopsis** está integrado por unas cinco especies arbóreas, de frutos alados, en forma de segur, que habitan en la Argentina, Brasil y en las vertien-

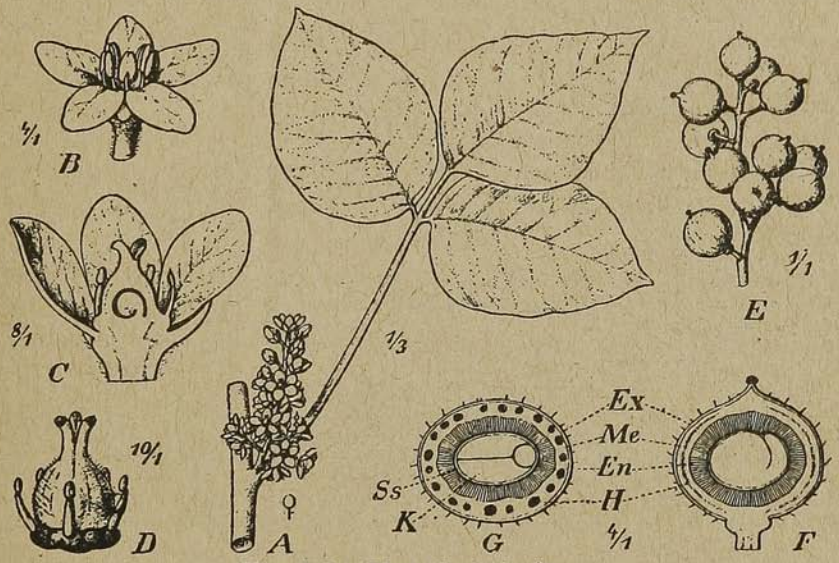


FIG. 415. *Rhus Toxicodendron.*

A, fragmento de una ramita femenina en flor; *B*, flor masculina; *C*, flor femenina cortada a lo largo; *D*, ovario con el disco hipogino y cinco estaminodios insertos en éste; *E*, ramita fructífera; *F*, corte longitudinal; *G*, corte transversal de un fruto: *Ex*, exocarpio o epicarpio; *Me*, mesocarpio con canales resiníferos (*H*); *En*, endocarpio; *Ss*, cubierta de la semilla; *K*, embrión

tes andinas orientales. Los *S. Lorentzii* y *S. Balansae*, árboles de los bosques de la Argentina y Paraguay, tienen una madera muy dura y de color rojo, muy estimada, el *quebracho colorado*. Tanto éste como el extracto, ricos en tanino, se usan como curtientes.

El **Semecarpus** *anacardium*, que vive en las Indias orientales, es la planta productora de los frutos de anacardo oriental (fig. 413, 2). En *Anacardium* y en *Semecarpus* en la formación del fruto también toma parte el pedúnculo, que se hincha en el primero en forma de pera y en el segundo resulta abotagado.

Familia **Aquifoliáceas**

Comprende esta familia unas 176 especies, arbustos o árboles de hojas siempre verdes, sencillas, enteras, dentadas o espinosas. Las flores son pequeñas y unisexuales; las plantas, dioicas. A menudo los estambres, en igual número que los pétalos, se sueldan con éstos

en la base. El fruto es una drupa con varios huesos monospermos, generalmente de cuatro a ocho.

Todas las especies de esta familia, menos una media docena, corresponden al género **Ilex**. La mayoría de los *Ilex* viven en el centro y Sur de América. En los bosques del mediodía y occidente de Europa vive salpicado el *I. Aquifolium*, *acebo*, de hojas coriáceas y lustrosas, ondeadas y espinosas; tiene flores blancas y frutos como guisantes de un hermoso color escarlata. Son éstos purgantes, y de la corteza del tallo se obtiene liga para cazar pájaros. La especie más interesante del género es el *I. paraguariensis*, que habita en el Paraguay, en el Norte de la Argentina y Sur del Brasil; las hojas de esta especie constituyen el *mate* o *hierba mate*, rica en cafeína. Se usa mucho en América, bebida en infusión.

Familia **Aceráceas**

Las Aceráceas son plantas arbóreas o arbustivas, con las hojas opuestas y las flores actinomorfas y unisexuales, con dos cubiertas florales, raramente apétalas. El androceo se compone, por lo general, de ocho estambres libres, y el gineceo de dos carpelos soldados en un ovario bilocular con dos óvulos en cada cavidad. El fruto es una sámara doble.

No comprende esta familia más que los géneros **Dipteronia**, con una sola especie de China, que se distingue por sus frutos alados todo a su alrededor, y **Acer**, con unas 100 especies. Habitan los *Acer* en las montañas del hemisferio boreal, siendo particularmente abundantes en el Asia oriental, en la región mediterránea y en Norteamérica. Habitan en España los *A. campestre*, *A. monspessulanum*, *A. hispanicum*, *A. granatense*, *A. Cadevallii*, *A. pseudoplatanus*, *A. platanoides*, designados con el nombre de *arce* y algunos muy afines entre sí. La corteza de estos árboles contiene azúcar en mayor o menor proporción. Entre las especies peninsulares parece ser la más rica en azúcar el *A. pseudoplatanus*, pero ninguna de ellas puede compararse a éste respecto con las americanas *A. Negundo* y *A. saccharinum*, de las cuales se obtiene en gran cantidad taladrando su corteza hacia últimos de invierno y concentrando la savia que fluye por las perforaciones.

Familia **Sapindáceas**

Las Sapindáceas se caracterizan por sus flores provistas de un disco en forma de anillo nectarífero situado entre los estambres y la corola. Las flores son polígamas, ya actinomorfas, ya zigomorfas, y en este caso con el plano de simetría oblicuo, pentámeras o tetrámeras. El androceo se compone fundamentalmente de diez estambres, pero por aborto de los que corresponden al plano de simetría floral, a menudo reducidos a ocho. Así, la fórmula más general es ésta: $K5$, $C5$, ó $\frac{4}{4}$ $A8$, $G\underline{(5)}$. El fruto es variabilísimo, cápsula, sámara, baya, drupa, etc.

Familia numerosa la de las Sapindáceas, compuesta de árboles o arbustos, a menudo de especies trepadoras, bejucos, y aun de plantas herbáceas, que habitan los países tropicales.

El género **Serjania** comprende cerca de 200 especies de bejucos americanos, provistos de zarcillos, con tallo de estructura anómala, y con látex.

Las **Paullinia**, en número de 120, son también, excepto una, americanas, parecidas a las anteriores, pero distintas por su fruto, que es capsular, mientras el de las *Serjania* es indehiscente. La más importante es la *P. Cupana* (= *P. sor-*

bilis), bejuco del Brasil, con cuyas semillas se prepara la *Pasta Guarana*, muy rica en cafeína.

El género **Cardiospermum** comprende como una docena de especies americanas, una de las cuales, el *C. Halicacabum*, se halla además en los trópicos de todo el globo. Son notables por sus frutos capsulares, con pericarpio papiráceo, y vejigosos. La especie mencionada es una plantita anual muy a menudo cultivada con los nombres de *farolillos*, *bombitas*, alusivos a su fruto.

Habitan los **Sapindus** en los trópicos de América y de Asia. El más conocido es el *S. Saponaria*, de la América del Sur, cuyos frutos, ricos en saponina, se usan como jabón, de donde el nombre de *jabonero* con que se le conoce.

Dos especies únicamente comprende el género **Koelreuteria**, árboles de hojas pinnadocompuestas o bipinnadocompuestas, originarios de China. Se cultiva algunas veces el llamado *jabonero de China*, *K. paniculata*.

El **Aesculus** *Hippocastanum* es el *castaño de Indias*, magnífico árbol de sombra de grandes hojas palmeadocompuestas y flores muy vistosas, originario de las montañas de Tesalia, Epiro, Macedonia y Asia occidental. Con este género *Aesculus* y con el género **Billia**, de Méjico, Venezuela, Guatemala, etc., se forma a menudo una familia aparte, la de las **Hippocastanáceas**, que sirve de enlace entre la anterior, Aceráceas y ésta de las Sapindáceas, todas muy afines entre sí.

Familia **Balsaminácea**s

Flores zigomorfas, pentámeras, con los sépalos muy desiguales, los dos delanteros muy pequeños, o más comúnmente abortados; los pétalos laterales soldados por parejas y el delantero libre. Estambres con filamentos cortos y concrescentes. Fruto en cápsula que se abre elásticamente en cinco valvas.

No comprende esta familia más que los géneros **Hydrocera**, con una sola especie, e **Impatiens**, con unas 220, que habitan de preferencia en los países tropicales y subtropicales de Asia. En la Península ibérica se halla localizado en el Valle de Arán el *I. noli-tangere*, diseminado por gran parte de Europa y de Asia. En los jardines y en macetas se cultiva con frecuencia la *balsamina*, *I. Balsamina*.

Orden 16.º **RAMNALES**

Flores hipoginas, raramente periginas o epiginas, actinomorfas, con periantio doble, y androceo haplostémono, con los estambres epipétalos. Existe por lo regular un disco bien desarrollado. Ovario de dos a cinco cavidades.

Las Ramnales son arbustos o bejucos con hojas sencillas, enteras o partidas, y flores pequeñas.

Familia **Ramnáceas**

Flores hermafroditas o polígamas, más raramente dioicas, actinomorfas, tetra o pentámeras (fig. 417, *A* y *B*), con el receptáculo levantado en los bordes en forma de copa, en cuyo borde se asientan los sépalos y los pétalos, éstos pequeños y, a veces, abortados (figura 416). Ovario libre o concrescente con el receptáculo, generalmente tri o bicarpelar, a menudo por aborto unilocular, con un óvulo en cada carpelo. Fruto las más veces drupa bacciforme, con uno o varios huesos.

Las Ramnáceas son árboles o arbustos con las hojas sencillas, enteras o dentadas y con estípulas, que en número de cerca medio millar se hallan dispersos por la mayor parte del globo.

El género **Rhamnus**, del cual toma nombre la familia, se compone de arbustos o arbolillos de hojas coriáceas y flores pequeñas y poco vistosas; habitan en número de unos 70 en las zonas templadas del hemisferio boreal, principalmente. En los montes y matorrales de la Península y en toda la región mediterránea es frecuente

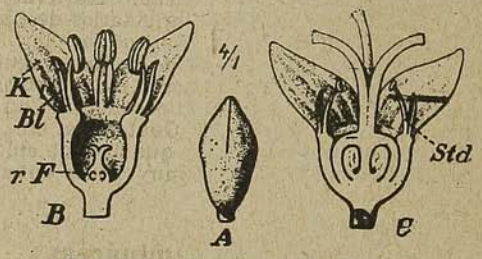


FIG. 416. *Rhamnus cathartica.*

A, capullo o botón floral; *B*, flor masculina; *C*, flor femenina, ésta y la anterior cortadas longitudinalmente; *K*, sépalos; *Bl*, pétalos; *Std*, estaminodios; *r.F*, ovario rudimentario

el *Rh. Alaternus*, *durillo* o *alaterno;* en los matorrales también o en sitios áridos, el *Rh. Lycioides*, de la Península y Norte de África; habita exclusivamente en las Baleares el *Rh. Ludovici-Salvatoris* (= *Rh. balearica*), de hojitas redondeadas y ferruginosas en la página inferior, y en las Canarias el *Rh. glandulosa*. El *arraclán*, *Rh. Frangula*, se halla también en los montes del centro y Norte de la Península (fig. 418), así como en los de la mayor parte de Europa; antiguamente se usaron su corteza y sus frutos como purgantes, *Cort. Frangulae;* es especie afín el *Rh. lon-*

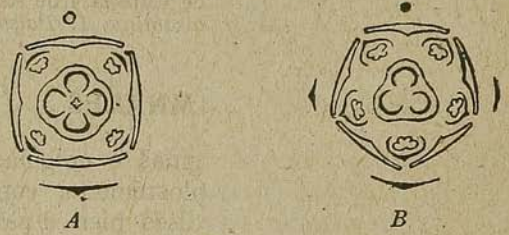


FIG. 417

A, diagrama de la flor tetrámera del *Rhamnus cathartica; B*, diagrama de la flor pentámera del *Rhamnus frangula*

gifolia (— *R. baetica*), árbol hasta de 20 m. de altura, propio del extremo meridional de España. Del *espino cerval*, *Rh. cathartica*, frecuente también en Europa y en la mayor parte de la Península, se usan los frutos, *Fruct. Rhamni cathart.;* de él se obtiene además una substancia colorante verde. La especie más usada como medicinal, de propiedades laxantes, es hoy, sin embargo, el *Rh. Purshiana*, de Norteamérica, del cual se usa la corteza con el nombre de *cáscara sagrada*, *Cort. Rhamni Purshiana*.

Los **Paliurus** se distinguen fácilmente por su fruto alado circularmente en la parte superior. El *P. aculeatus*, *espina vera*, se halla de vez en cuando en los setos y bosquecillos de la Península, extendiéndose por todo el mediodía de Europa y Oriente. Este género no comprende sino otra especie de China y Japón.

Los **Zizyphus** son numerosos, por el contrario; el más conocido es el *Z. vulgaris*, *azufaifo* o *jinjolero*; arbolillo de estípulas espinosas y drupas comestibles, los *azufaifos*, usados en Medicina como pectorales, *Fruct. Jujubae*. Es originario de Oriente y se cultiva a menudo; se halla además asilvestrado en la Península ibérica.

Las especies del género **Discaria,** como sus afines las **Retanilla, Colletia,** etc., de la América del Sur, son arbustos o arbolillos muy espinosos, con las ramas opuestas, tetrásticas. En los jardines de Europa se cultiva alguna vez la *Colletia cruciata,* del Uruguay y Sur del Brasil, notable por sus ramas espinosas comprimidas lateralmente. Las hojas de ésta y de las otras especies del género y de los géneros afines suelen ser muy pequeñas y fugaces. Sobre todo en el género ya nombrado *Retanilla,* una de cuyas especies, *R. Ephedra,* de Chile, ya indica con el nombre

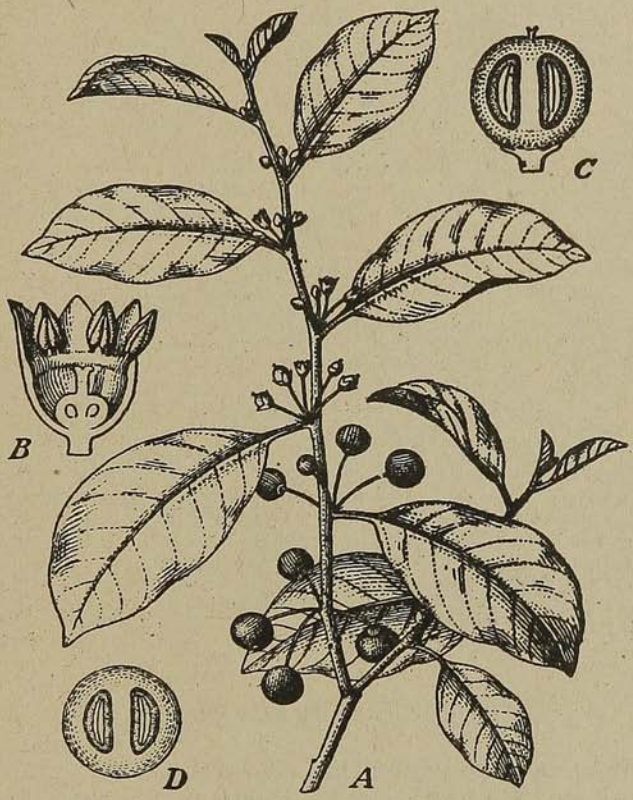


Fig. 418. *Rhamnus frangula.*
A, rama con flores y frutos; *B,* flor en corte longitudinal, aumentado; *C,* fruto en corte longitudinal, aumentado; *D,* fruto en corte transversal, aumentado

específico este carácter. La *Discaria nana* asciende en los Andes chilenos hasta las zonas superiores. Todas ellas o casi todas poseen principios amargos, y se usan como purgantes o febrífugas en sus países de origen.

Familia **Vitáceas**

Flores hermafroditas o polígamas, a veces dioicas, actinomorfas, tetra o pentámeras, con el cáliz pequeño, más o menos cóncavo, y con el limbo poco desarrollado. Pétalos a menudo soldados en el ápice constituyendo una especie de cofia que se desprende de la flor al desarrollarse los estambres. Éstos insertos sobre un disco hipogino. Ovario bilocular, con dos óvulos por cavidad. Fruto en baya (fig. 419).

Las Vitáceas son, casi sin excepción, plantas leñosas, trepadoras mediante zarcillos, con las hojas a menudo palmatipartidas o compuestas, y flores pequeñas en inflorescencias complejas, que habitan en los países cálidos de todo el globo, en número poco menor que las Ramnáceas.

El género más importante de esta familia es el Vitis, que comprende la *vid*, con sus numerosas razas y variedades. El número de especies de este género alcanza a unas treinta, poco distintas entre sí, que habitan de preferencia en las colinas y bajas montañas de los países subtropicales del hemisferio boreal. La más importante es la *vid común*, *Vitis vinifera*, derivada seguramente de la planta salvaje, propia de los países mediterráneos, desde la Península ibérica al Cáucaso, conocida entre nosotros con los nombres de *lambrusca* o *llambrusca*. Se la halla silvestre en la Península, en los barrancos del litoral de Cataluña, en los de Sierra Morena, en los gaditanos, etc. La vid común, atacada por la filoxera, se sustituye hoy por las llamadas vides americanas, *V. riparia* y *V. rupestris*, de Norteamérica, cuyas raíces no ataca aquel insecto, injertadas con nuestra *V. vinifera*.

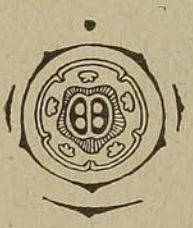


FIG. 419. Diagrama de la flor de *Vitis vinifera*; la parte sombreada representa el disco

Las especies del género **Parthenocissus** se distinguen de las anteriores por sus pétalos no unidos en el ápice, estilo alargado y zarcillos terminados por discos de adherencia. Se cultiva en los jardines la *viña virgen*, *P. quinquefolia*, originaria de la vertiente atlántica de Norteamérica. Se cultiva también para vestir muros la *P. tricuspidata* (= *Vitis Veitchii*), de China y Japón, con marcada heterofilia (en los brotes jóvenes con hojas unifolioladas, en las ramas viejas trifolioladas).

El género Cissus es el más numeroso de las Vitáceas; comprende hasta 250 especies de los países tropicales. Son arbustos trepadores mediante zarcillos, más raramente matas con el tallo considerablemente engruesado, formando a menudo un enorme tubérculo al ras del suelo. Las flores de los *Cissus* tienen corola de cuatro pétalos no soldados en el ápice. Habitan en Fernando Poo los *C. glaucophylla*, *C. diffusiflora*, *C. Vogelii*, etc.; en las estufas de Europa suele cultivarse un hermoso bejuco del Brasil y Perú, el *C. gongyloides*, de tallos y pecíolos alados; es muy frecuente en Chile el *C. striata*, etc.

Orden 17.º MALVALES

Flores hipoginas, actinomorfas, hermafroditas, con el cáliz y corola pentámeros. El androceo se compone fundamentalmente de cinco estambres, que por desdoblamiento pueden multiplicarse considerablemente permaneciendo a menudo soldados por la base de sus filamentos en uno o varios manojos, con las anteras libres. El ovario se compone de 2 a ∞ carpelos.

Familia Tiliáceas

Flores hermafroditas, actinomorfas, generalmente pentámeras. Cáliz con prefloración valvar; androceo de 10-∞ estambres, libres o soldados en 5 ó 10 hacecillos; gineceo de 2-∞ carpelos, uniovulados o pluriovulados. La fórmula floral puede darse así: $K5$, $C5$, $A\infty$, $G\underline{(5)}$ (fig. 420). Fruto generalmente seco, con una o varias cavidades, ya capsular, ya indehiscente; a veces se descompone en la madurez en varias cocas.

Las Tiliáceas, en número de unas 370, son árboles o arbustos, más raramente matitas leñosas en la base, con las hojas alternas acompañadas de estípulas caedizas, que habitan de preferencia en las zonas templadas.

El género **Tilia**, del cual recibe nombre la familia, se compone de unas diez especies de la zona templada Norte. Se caracteriza por su cáliz de sépalos libres, caedizos, estambres numerosos, soldados en cinco hacecillos, y fruto de cinco carpelos, inhehiscente, nuciforme, con una o muy pocas semillas. Son árboles de hojas cordiformes, asimétricas, con las flores blanquecinas, dispuestas en cimas, cuyo pedúnculo común se suelda a una bráctea lingüiforme (fig. 421). Se halla salpicado en los bosques montuosos de la Península, principalmente en los valles

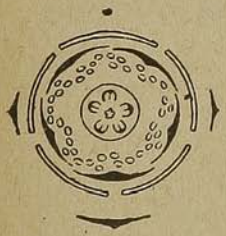


FIG. 420
Diagrama de la flor del tilo



FIG. 421
A, inflorescencia de la *Tilia cordata*; *B*, flor de la misma, cortada a lo largo; *C*, inflorescencia de la *Tilia platyphyllos*

pirenaicos y montañas del centro, el *tilo* de hoja ancha, *T. platyphyllos*, cuyas flores, así como las del tilo de hoja pequeña, *T. cordata*, también pirenaico, son oficinales, conocidas con el nombre de *tila* (fig. 421), *Flor. Tiliae*. Se distinguen estas dos especies por su inflorescencia, la primera no lleva sino dos o tres flores en cada una (de donde el nombre de *T. pauciflora* con que se ha designado esta planta); la segunda, por el contrario, lleva hasta siete flores. Ambas especies, y la *T. argentea*, del oriente de Europa, se cultivan como árboles de sombra.

Los **Corchorus** son plantas herbáceas o arbustivas, con androceo de estambres libres acompañados de estaminodios, y fruto capsular, silicuiforme. El *C. olitorius* es una planta anual que crece hasta dos metros de altura, con las flores amarillas solitarias o por parejas; ésta y el *C. capsularis* son originarias de la India, y muy cultivadas en los trópicos para beneficiar sus fibras textiles, conocidas con el nombre de *yute*.

Hasta 15 especies comprende el género **Luhea**, de América del Sur. Son árboles o arbustos, de flores vistosas, con el androceo de estambres soldados en cinco manojos, los externos reducidos a estaminodios, y fruto capsular, que se abre en el ápice en cinco valvas. La *L. speciosa* vive en la América central y Brasil; la *L. divaricata* es frecuente en la Argentina, etc.

Familia **Malváceas**

Las flores de las Malváceas se caracterizan por su cáliz con los sépalos concrescentes en la base, de prefloración valvar, y por su corola de pétalos soldados inferiormente entre sí y con la columna, hueca, de estambres monadelfos (fig. 422, 1 y 2). Los estambres, que son numerosos, quedan libres en la parte superior, y cada filamento lleva en su extremo sólo media antera (fig. 422, 3). Los estilos se sueldan

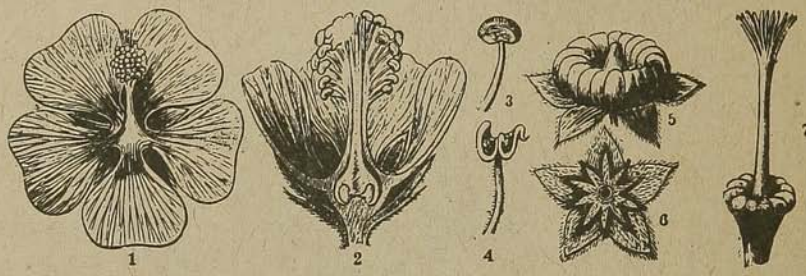


FIG. 422

1, flor de *Althaea officinalis*; 2, la misma, cortada longitudinalmente; 3, estambre; 4, el mismo, después de la salida del polen; 5, fruto; 6, calículo visto por debajo; 7, pistilo

también en una columna, que se divide superiormente formando a modo de un pincel con tantas ramas estigmáticas cuantos son los carpelos que integran el gineceo o en número doble de éstos (fig. 422, 7).

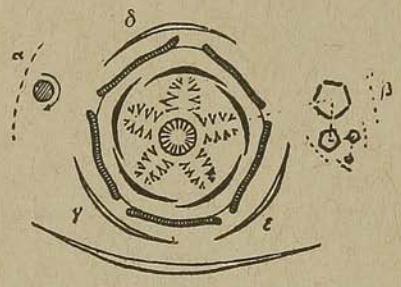


FIG. 423. Diagrama de una flor de malva (de la flor inferior de una cima): γ, δ, ε, brácteas del calículo

La fórmula floral (fig. 423) es así: $K\,5$, $[C(5), A(\infty)]$ $G\underline{\infty}$. El fruto es una cápsula plurilocular con dehiscencia loculicida, o esquizocárpico, separándose en este caso los carpelos de manera que el fruto se deshace en tantas secciones cuantos son aquéllos, y cada una de éstas, mono o polisperma, puede abrirse o permanecer indehiscente (fig. 422, 5). Es, además, característico para la mayoría de las Malváceas el sobrecáliz o calículo, constituído por brácteas que en número vario rodean la base del cáliz o se sueldan al mismo (figs. 422, 6, y 424, *B*, *h*).

Plantas herbáceas, arbustos y aun árboles, con las hojas a menudo palmeado-lobuladas o partidas, provistas de estípulas; flores con frecuencia grandes y vistosas, en inflorescencias más o menos complicadas a base de cimas uníparas. La mayoría poseen mucílago abundante en las hojas, corteza, etc. Se conocen más de 100 especies diseminadas por todo el globo, numerosas en los países tropicales y escasas en los fríos.

El género **Malva** comprende unas 30 especies herbáceas del hemisferio boreal, con los segmentos del fruto monospermos e indehiscentes, dispuestos circularmente formando un anillo ; cáliz provisto de un calículo de brácteas libres o sin él. Las *M. neglecta* (= *M. vulgaris*) y la *M. silvestris* (fig. 425) tienen el calículo con tres brácteas, y son frecuentes en Europa. De ellas se usan las hojas como emolientes, *Fol. Malvae*, y de la segunda, además, las flores, *Flores Malvae*. Algunas especies son endemismos españoles.

Las **Althaea** se distinguen fácilmente de las Malva por su sobrecáliz de seis a nueve brácteas soldadas en la base. Las especies de este género son unas 15, la mayoría de la zona templada del Antiguo Mundo. La más conocida es la *A. offici-*

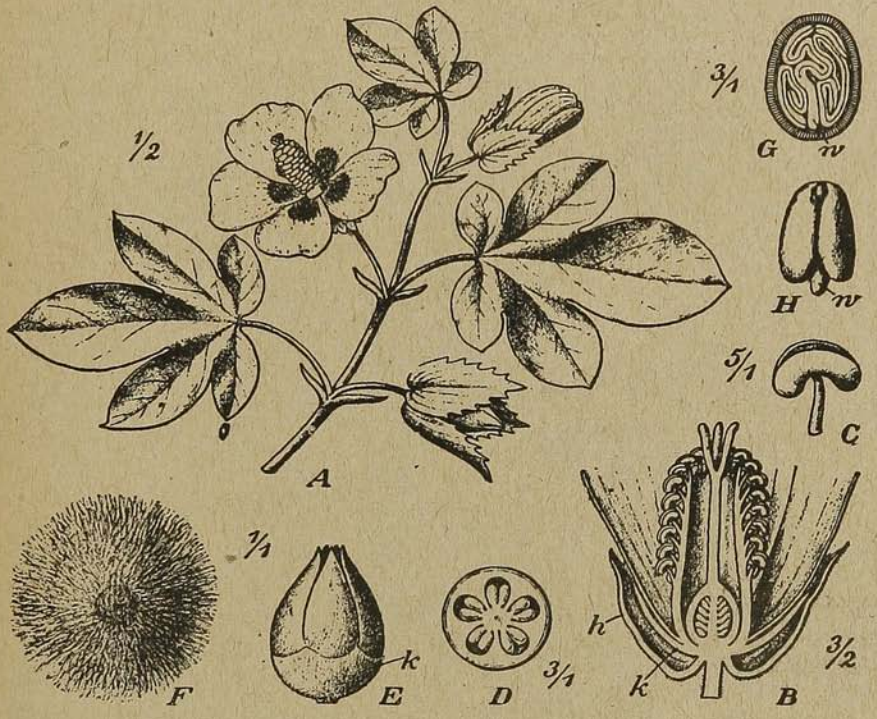


FIG. 424. *Gossypium herbaceum*, algodonero herbáceo.
A, ápice de una ramita florida ; *B*, corte longitudinal de una flor, con los pétalos seccionados ; *h*, calículo o sobrecáliz ; *k*, cáliz ; *C*, antera ; *D*, ovario cortado al través ; *E*, fruto joven ; *F*, semilla cubierta de algodón ; *G*, sección longitudinal de una semilla desprovista de sus pelos, mostrando el embrión arrugado con su radícula (*w*) ; *H*, el embrión aislado y visto por la parte externa

nalis, el *malvavisco* (fig. 426), planta herbácea vivaz, aterciopelada, que se encuentra principalmente en los terrenos arcilloso-salinos y húmedos, distribuída por la mayor parte de Europa y con relativa profusión en España. Contiene mucilago abundante, y se usa como emoliente su raíz, *Rad. Althaeae*. La *malva real*, tan a menudo cultivada en nuestros jardines, es una planta de este género hasta de 2 m. de alto con grandes flores de color variado, originaria del oriente mediterráneo. De la forma de corolas rojo oscuras se usan las flores, *Flor. Malvae arbor.*

El género **Gossypium** se distingue de los anteriores por su fruto capsular, de cinco carpelos, por su calículo constituído por tres grandes brácteas cordiformes y por sus semillas globulosas o un tanto esquinadas, cubiertas de largos pelos (fig. 427). Son estos pelos los que se benefician como *algodón* de los *algodoneros*, *G. herbaceum* (fig. 424), *G. arboreum*, *G. barbadense*, etc., oriundos de los países tropicales del Antiguo y Nuevo Mundo, extensamente cultivados.

Son abundantes en Chile y Perú las especies del género **Cristaria**, notables por los segmentos de su fruto provistos de dos alas membranosas, y por las flores

desprovistas de sobrecáliz. La *C. betonicifolia* se usa en Chile lo mismo que nuestras malvas.

Entre los géneros americanos son por demás curiosas algunas especies andinas del género **Malvastrum**, adaptadas a las condiciones de vida de las altas cumbres. Estas especies, entre las cuales como más conocida citaremos el *M. pedicularifolium*, tienen las flores axilares solitarias, con el pedúnculo soldado a la hoja adjunta, de manera tal que simulan nacer sobre su pecíolo.

En los jardines se cultivan como plantas de adorno diversas especies de **Abutilon, Sida, Hibiscus, Anoda**, etc.

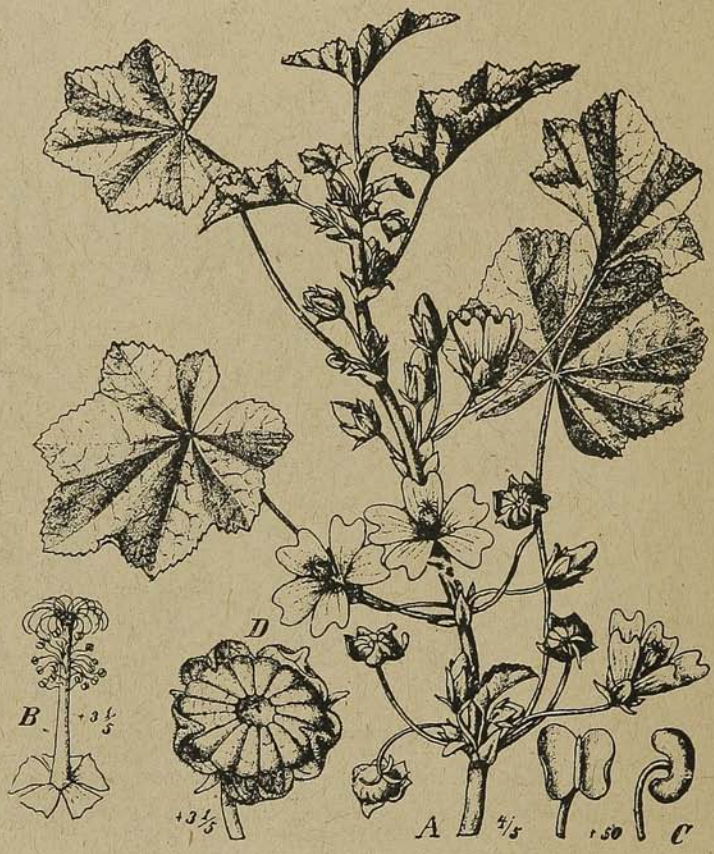


FIG. 425. *Malva silvestris*.
A, ramita en flor; *B*, columnas estaminal y estilar; *C*, anteras, la de la izquierda después de expulsado el polen; *D*, fruto

Familia **Esterculiáceas**

Flores generalmente hermafroditas y actinomorfas, pentámeras, sin calículo. Cáliz con prefloración valvar como en las familias anteriores, gamosépalo. Corola en algunos géneros muy reducida o abortada por completo. Estambres soldados en un solo haz. Ovario pentacarpelar, cada carpelo bi o pluriovulado; el fruto es en cápsula o baya; a menudo los carpelos se separan en la madurez en otras tantas cocas.

Comprenden las Esterculiáceas cerca de 700 especies tropicales leñosas, árboles, arbustos o bejucos, con las hojas sencillas y alternas, con estípulas caedizas.

La *nuez de cola* y el *cacao* son los productos más importantes que se benefician de esta familia. La primera procede de las Cola *vera* y



Fig. 426. *Althaea officinalis.*
A, brote de una ramita en flor; *B*, fruto, aumentado

C. acuminata, árboles que habitan como sus congéneres en las costas occidentales del África tropical, principalmente en Guinea y Mozambique. El género *Cola* se caracteriza por sus flores apétalas y unisexuales, con el androceo reducido a las anteras soldadas en anillo alrededor de un androginóforo, en número de diez o doce. El fruto es un polifolículo, con semillas desprovistas de tejido nutricio, de cotiledones gruesos. Son estas semillas las que constituyen la nuez de cola, *Sem. Colae.*



Fig. 427. Fruto abierto de *Gossypium herbaceum*, mostrando el capullo de algodón de sus semillas

El género **Theobroma** se caracteriza por sus flores hermafroditas con pétalos bien desarrollados, cóncavos en la base, donde forman a modo de un capuchón que lleva la lámina en lo alto; tubo estaminal con cinco estaminodios petaloideos. Fruto carnoso, bacciforme, con semillas numerosas y sin apenas tejido nutricio. Comprende este género como una docena de árboles americanos, cuyas flores dispuestas en cimas nacen a menudo sobre las ramas añosas. La especie más interesante es la *Theobroma Cacao* (fig. 428), originaria de las costas del Golfo de Méjico

y del Norte de la América meridional, cultivada en todos los países tropicales, árbol siempre verde, de hojas enteras, lanceoladas, y flores rojas, cuyas semillas constituyen el *cacao, Semen Cacao ;* de éstas se extrae la *manteca de cacao, Oleum Cacao.*

A esta familia pertenece también el **Brachychiton** *populneus*, árbol plantado a veces en nuestros parques, originario de Australia.

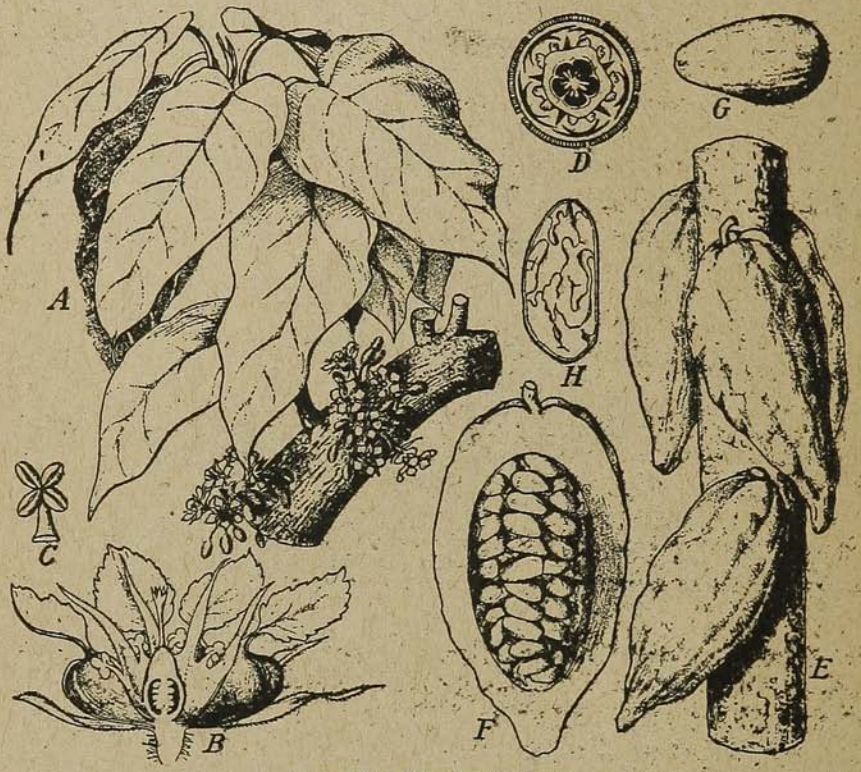


FIG. 428. *Theobroma Cacao.*

A, rama florida; *B*, sección longitudinal de la flor; *C*, estambre; *D*, diagrama floral; *E*, tronco fructífero; *F*, corte longitudinal del fruto, mostrando las semillas; *G*, semilla; *H*, la misma, cortada a lo largo, mostrando los cotiledones arrugados

Orden 18.º **PARIETALES**

Flores a menudo con estambres y carpelos numerosos, con periantio doble y ovario súpero o ínfero. Óvulos insertos frecuentemente sobre placentas parietales, de donde el nombre de este orden.

Familia **Camelliáceas**

Flores helicocíclicas o cíclicas, generalmente hermafroditas, con el cáliz y corola a menudo pentámeros. Androceo de estambres numerosos y libres, raramente concrescentes en la base. Ovario súpero, de dos a cinco o más carpelos. Fruto capsular, con dehiscencia loculicida, o indehiscente, drupáceo.

Comprenden las Cameliáceas como unas 175 especies de los países tropicales y subtropicales, árboles o arbustos de hojas enteras y coriáceas, esparcidas.

Esta familia toma su nombre del género **Camellia** (= **Thea**), que comprende unas 16 especies del Asia oriental y Japón. Son arbolillos o arbustos de hojas coriáceas, con las flores solitarias o en número de dos o tres, situadas en la axila de las hojas ; estambres numerosos, indefinidos, los externos soldados entre sí y con la base de los pétalos, los internos libres ; fruto capsular, de tres a cinco carpelos. La *C. sinensis* (fig. 429) es el *té*, extensamente cultivado en el Sur de Asia, del cual se usan las hojas, *té verde*, *Thea viridis*, y *té negro*, *Thea nigra*. La *C. Japonica*, de China y Japón, es la *camelia*, muy estimada como planta de adorno por sus hermosas flores de colores variados.

El género **Visnea** es monotípico ; la única especie que comprende, *V. Mocanera*, es exclusiva de Canarias, notable por su ovario semiínfero, que se convierte en un fruto seco e indehiscente. En América son frecuentes las especies de los géneros **Taonabo** y **Eurya**.



Fig. 429. *Camellia sinensis*

Familia **Gutíferas**

Flores actinomorfas, parecidas en general a las de la familia anterior, ya hermafroditas, ya unisexuales, con estambres numerosos a menudo soldados en varios hacecillos, o libres. Gineceo de tres a cinco carpelos las más veces, con otras tantas cavidades o con una sola. Fruto capsular, bacciforme o drupáceo.

Familia numerosa, compuesta de unas 700 especies, en su mayoría árboles y arbustos de los países tropicales, con las hojas sencillas y opuestas, las flores solitarias o en inflorescencias de tipo definido, con bolsas o canales resiníferos esquizógenos.

De esta familia no poseemos en la Península más representantes indígenas que los del género **Hypericum**. Los *Hypericum* tienen las flores actinomorfas, con sus estambres soldados en tres o cinco hacecillos ; el fruto puede ser capsular, o indehiscente, ya seco, ya más o menos carnoso, bacciforme. Las hojas son opuestas, con puntos translúcidos. El *H. perforatum*, *hipericón* o *hierba de San Juan*, por florecer a últimos de junio, es la especie más frecuente en la Península y en la mayor parte de Europa, de la cual se usan todavía las sumidades, *Herb. Hyperici*. También es planta peninsular, diseminada por el Sur y oriente de Europa, el *H. Androsaemum*, *todosana*, *cúralotodo*, notable por su fruto abayado. Es especie muy notable el pequeño y elegante *H. ericoides*, semejante a un pequeño brezo, que vive, rupícola, en las rocas y peñascos del mediodía y levante de España, emparentado con otras especies del Mediterráneo. En las Baleares y Pitiusas habita el *H. balearicum*, mata de hojitas carnosas, abolladas, muy glandulosas, florida casi todo el año ; en Canarias, los endemismos *H. canariense* y *H. floribundum*. Género de gran difusión, muchas especies son americanas, varias arbustivas o matas, *H. mexicanum*, en Méjico, *H. caracasanum*, en Venezuela, donde el *H. silenoides* alcanza las zonas subalpina y alpina de sus montañas, *H. limosum*, en Cuba, etc.

El género **Garcinia** comprende hasta 150 especies arbóreas y arbustivas de los países tropicales del Antiguo Mundo. Son con frecuencia dioicas o polígamodioicas,

con las flores de cáliz y corola tetrámeros ; el fruto es una drupa. La *G. Hanburyi* del Asia sudoriental y otras especies, producen la *gomorresina guta*. De la *G. Mangostana*, el *mangostán*, al parecer de origen asiático, hoy cultivada en los trópicos del Antiguo y Nuevo Mundo, se comen los frutos o, por mejor decir, el arilo pulposo que recubre sus semillas.

Sólo una especie comprende el género **Mammea**, la *M. americana*, *mamey*, hermoso árbol a menudo cultivado en los trópicos del Nuevo Mundo. Sus frutos, del tamaño de una naranja, son drupas con uno o varios huesos, de carne muy sabrosa.

Familia **Dipterocarpáceas**

Flores hermafroditas, actinomorfas, pentámeras ; el androceo se compone de cinco, diez o más estambres libres entre sí, y con los filamentos cortos. Gineceo tricarpelar, con tres cavidades ováricas biovuladas ; el ovario ya súpero y completamente libre, o más o menos empotrado en el receptáculo excavado, o incluído en el tubo calicinal, libre de adherencia con éste o concrescentes ambos. Fruto nuciforme y monospermo, acompañado del cáliz, con dos, tres, o los cinco sépalos acrescentes, formando otras tantas alas.

Las Dipterocarpáceas son plantas leñosas, la mayoría árboles, que en número de más de 300 habitan en los países tropicales de Asia y Oceanía, con las hojas sencillas, enteras y coriáceas, y con canales resiníferos en la corteza.

El género **Dryobalanops** se caracteriza por su androceo compuesto de numerosos estambres dispuestos en tres series, y por su fruto dehiscente, empotrado en el receptáculo cóncavo y acompañado del cáliz con los cinco sépalos transformados en alas.

Los *Dryobalanops* son árboles de gran talla, que en número de cuatro especies habitan en Borneo y Sumatra. Del *D. Camphora* se obtiene el llamado *alcanfor de Borneo* o de *Baros* (Sumatra).

El género **Dipterocarpus** se distingue del anterior por su fruto encerrado en el cáliz utricular, pero no concrescente con él ; dos de los cinco sépalos se transforman en grandes alas de color pardo o rojo. Este género abarca unas 65 especies arbóreas de la India, Ceilán, Filipinas, etc. Del *D. turbinatus*, de Indo-China, Malaca e islas Andamán, se obtiene el *bálsamo de Gurjún*.

Cerca de un centenar de especies se incluyen en el género **Shorea**, caracterizadas por su androceo de quince estambres, cuyo conectivo termina en punta larga, y por su fruto envuelto por el cáliz con tres sépalos acrescentes en forma de alas. Árboles de la India, Indo-China, Borneo, Filipinas, etc. De varias especies de este género y de otros de esta familia se obtiene en Sumatra la *resina de Dammar*.

Familia **Cistáceas**

Flores hermafroditas, actinomorfas, o, por desigualdad de los sépalos, asimétricas ; cáliz de cinco sépalos, a menudo los externos menores o abortados, persistente ; pétalos generalmente cinco, más o menos grandes y vistosos, rudimentarios o nulos. Estambres numerosos, libres, con los filamentos de longitud desigual. Ovario de cinco carpelos, más raramente diez o tres nada más, unilocular, o con tantas cavidades cuantos son los carpelos por la formación de falsos tabiques placentarios, con dos o varios óvulos ortótropos en cada una. Fruto en cápsula.

Las Cistáceas son, en su mayoría, matitas leñosas, matas, o arbustos, raramente hierbas, con las hojas opuestas generalmente, y

las flores solitarias o en cimas corimbiformes o racemiformes, con los pétalos de colores muy variados y caedizos. Comprenden unas 160 especies, la mayoría de la región mediterránea, y principalmente de la Península ibérica y Mauritania.

El género **Cistus** se caracteriza por su cápsula dehiscente por cinco, o raramente diez valvas, con muchas semillas en cada cavidad. Comprende unas 30 especies, con numerosos híbridos, frecuentes en los bosques y matorrales mediterráneos. Unos tienen flores purpúreas, como los *C. albidus, estepa, jara blanca*, y *C. crispus*, frecuentes en la parte mediterránea de la Península, y los *C. candidissimus* y *C. vaginatus*, propios de Canarias; otros las tienen blancas, como los *C. monspeliensis, C. salviifolius, C. laurifolius*, etc.; a este grupo pertenece también el *C. ladaniferus*, arbusto hasta de dos y tres metros de alto, de ramas muy pegajosas y grandes flores con los pétalos a menudo manchados de púrpura en su base, con el ovario de diez carpelos. Esta especie es la *jara* por excelencia, muy abundante en algunas regiones de España. Son famosos los *jarales* de Sierra Morena, constituídos principalmente por esta especie, acompañada de los *C. laurifolius, C. populifolius, C. salviifolius*, etc., tan altos y tupidos en algunos sitios que un hombre o el ganado mayor pueden esconderse fácilmente en ellos. Del *C. ladaniferus* y del *C. creticus* se obtiene la resina llamada *ládano*, usada en Farmacia antiguamente. El *C. Libanotis* es una jara de hojas estrechas parecidas a las del romero, que habita en la Península y África del Norte.

Los **Helianthemum** son pequeñas jarillas que se diferencian fácilmente de las jaras o *Cistus* por su cápsula tricarpelar. Son muy frecuentes en los matorrales de la Península, pertenecientes a especies numerosas. El *H. squamatum* es propio de los terrenos salinos, una de nuestras especies halófilas más curiosas; el *H. Caput-Felis* se halla únicamente en Hifac, de Valencia, y en África del Norte; los *H. montanum* y *H. vulgare* son los que llegan más hacia el Norte de Europa. Es curiosa la existencia de un representante de este género en la América austral, el *H. brasiliense*. El número total de especies llega a 120.

Las **Lechea** son cuatro especies americanas de Cistáceas, con cinco sépalos y sólo tres pétalos, con androceo de pocos estambres y dos óvulos por carpelo. La *L. cubensis*, en Cuba.

Familia **Violáceas**

Flores generalmente hermafroditas, ya actinomorfas, o zigomorfas. Cáliz de cinco sépalos persistentes; corola asimismo pentámera con todas sus piezas iguales, o con dos parejas de pétalos laterales semejantes y el delantero mayor y distintamente conformado, prolongado en su base a modo de saco o espolón. Androceo compuesto de cinco estambres alternipétalos, con los filamentos libres o concrescentes, todos iguales en las flores actinomorfas, o bien distintos en las zigomorfas, y en este caso los dos delanteros a menudo apendiculados en la base. Las flores de las Violáceas pentámeras en sus verticilos externos pasan a trímeras en el gineceo, con el ovario unilocular y las placentas parietales (fig. 430). El fruto es generalmente una cápsula (fig. 431), pocas veces permanece indehiscente o es bacciforme.

Plantas de muy variado porte, hierbas anuales o vivaces, matas, arbustos y aun árboles con las hojas sencillas y con estípulas, que en número de unos 300 habitan en casi todo el globo, más frecuentes en los países cálidos.

El **género Viola**, con 200 especies, es el más importante de esta familia. Se caracteriza este género por sus flores zigomorfas, axilares y solitarias, con los sépalos apendiculados en la base y el fruto en cápsula. La mayoría de las especies

de este género son plantas herbáceas anuales o vivaces, raramente pequeñas matitas, con las hojas provistas de estípulas. En este género son frecuentes las flores cleistógamas, tardías, muy poco aparentes y fértiles; las primerizas, en



FIG. 430. Diagrama de una flor de *Viola*

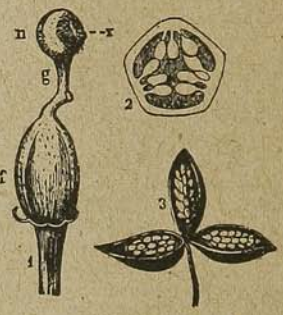


FIG. 431. Gineceo de la *Viola tricolor*. 1, el gineceo separado, el periantio y el androceo; 2, sección transversal del ovario; 3, cápsula abierta

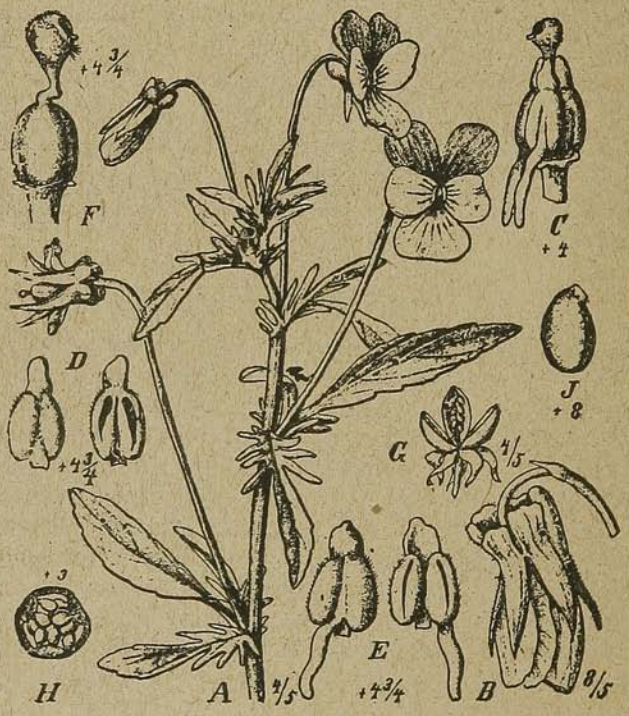


FIG. 432. *Viola tricolor*.
A, ramita en flor; *B*, capullo floral; *C*, los estambres adosados al ovario, los dos de la izquierda apendiculados; *D*, anteras no espolonadas; *E*, anteras con espolones; *F*, gineceo; *G*, fruto abierto; *H*, sección transversal del ovario; *J*, semilla

cambio, de grandes pétalos, suelen ser estériles. La *violeta común* es la *Viola odorata* (fig. 433), cuyas flores de perfume delicado aparecen ya al final del invierno; es planta frecuente en Europa, y muy cultivada. Sus flores son oficinales; con ellas se prepara un jarabe, *Sirup. Violarum*. Los *pensamientos*, *Viola tricolor*, pertenecen

a otro grupo genérico por su corola con cuatro sépalos levantados y estigma utricular (fig. 432). Es frecuente en Europa, y se cultiva muy a menudo por sus flores vistosas. A este grupo pertenecen varios endemismos peninsulares de nuestras montañas: *Viola cornuta*, del Pirineo; *V. Bubanii*, del Pirineo y Montseny; *V. montcaunica*, del Moncayo y Sierra de la Demanda; *V. nevadensis*, de Sierra Nevada, etc. En los Andes chilenos viven una porción de especies de este **género**, notables por sus hojas arrosetonadas en la base del tallo, de porte muy **característico**, entre otras las *V. Cotyledon*, *V. Aizoon*, *V. Sempervivum*, etc.

Los **Hybanthus** son Violáceas de los países tropicales, principalmente de América. Su número llega a medio centenar: unas, especies herbáceas; otras, **arbustivas**. Por las flores se distinguen fácilmente del género anterior: sus **sépalos** carecen de apéndices en la base; el pétalo delantero es unguiculado, y por **encima** de la uña forma en vez de espolón una bolsita o saco poco profundos. El *H. Ipecacuanha*, notable por sus sépalos laciniados, de la América del Sur, contiene **emetina**

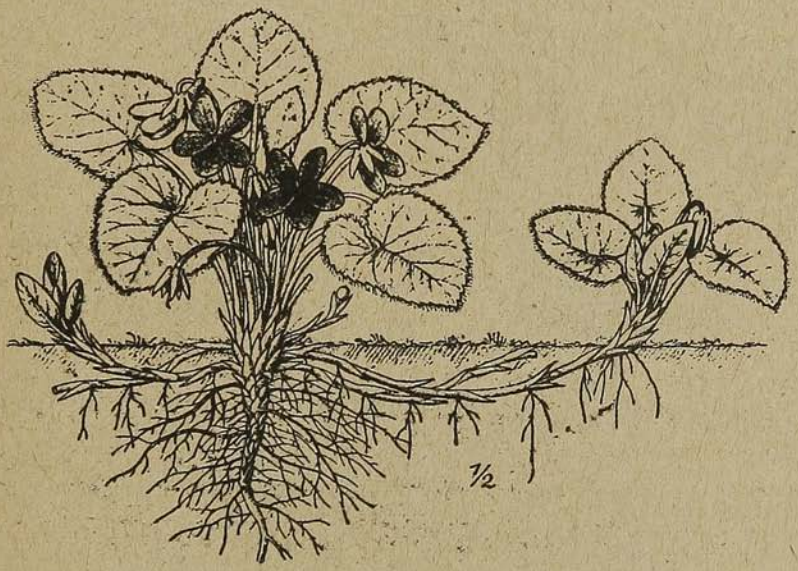


Fig. 433. *Viola odorata*. Planta florida con renuevos

en sus raíces que suelen usarse como las de la ipecacuana, *Radix Ipecacuanhae albae*.

Entre las Violáceas de flores actinomorfas o casi actinomorfas, citaremos el género **Rinorea**. Tienen las *Rinorea* el cáliz y la corola compuestos de cinco piezas iguales, sentadas o con uña muy corta; el androceo se compone también de cinco estambres, con los filamentos cortos o con las anteras sentadas, a menudo los filamentos apendiculados. Arbustos y aun árboles con las flores pequeñas, blancas o amarillas, dispuestas generalmente en racimos o panojas. Habitan en los trópicos del Antiguo y Nuevo Mundo. En Colombia se tiene en gran estima como febrífuga la corteza muy amarga de la *R. Cuspa*.

Familia **Pasifloráceas**

Flores hermafroditas o unisexuales, generalmente con el receptáculo muy desarrollado en forma de escudilla más o menos cóncava, o acampanado o cilíndrico. Cáliz de 5-3 sépalos, a menudo con apéndices dorsales; pétalos en igual número, libres en general, y alternos con aquéllos, a veces menores y más estrechos. Más al interior se

encuentra la llamada *corona*, que se inserta sobre las paredes del receptáculo y varía mucho por la forma, número y coloración de sus piezas, que pueden ser libres o adherentes entre sí. El androceo se compone generalmente de cinco estambres alternipétalos, a veces sólo de tres o cuatro, concrescentes muchas veces con el ginóforo (*androginóforo*, fig. 434), que lleva en lo alto el ovario, tricarpelar por lo general, unilocular y con las placentas parietales. El estilo puede ser único, con tantas ramas estigmáticas como carpelos, o pueden existir tantos estilos como hojas carpelares. El fruto es capsular, o abayado y dehiscente.

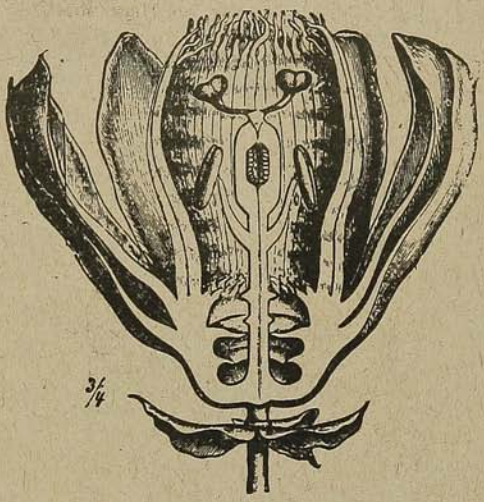


FIG. 434. Sección longitudinal de una flor de *Passiflora edulis*. (Según Baillon)

Comprenden las Pasifloráceas poco más de 300 especies de los países tropicales, plantas herbáceas o arbustivas, trepadoras mediante zarcillos, con las hojas alternas, más o menos divididas y estipuladas.

El género más importante es el que da nombre a la familia, **Passiflora**, que se caracteriza por su androceo de cinco estambres concrescentes con el ginóforo, y por su gineceo tricarpelar con tres estilos libres. Los pétalos suelen ser muy semejantes a los sépalos, tanto por su forma como por su tamaño y color. Corona muy variable, por lo general inserta en el borde del receptáculo y compuesta de varias series de apéndices lineales y libres. La mayoría de las especies de este género, que comprende hasta 250, habitan en América; es bien conocida la *P. coerulea*, *pasionaria*, tan a menudo cultivada como enredadera, y en cuya flor quiere distinguir el pueblo determinados instrumentos de la Pasión de Cristo: en la corona, la corona de espinas; en los estambres, los clavos; las llagas en las anteras; en el ginóforo con sus ovario y estigmas, los azotes, etc. Los frutos de algunas *pasionarias* son comestibles, y se cultivan por este motivo, entre otras, las *P. edulis* (fig. 434), *P. laurifolia*, *P. quadrangularis*, etc.

Familia **Caricáceas**

Pequeña familia de arbolillos casi exclusivamente neotropicales, con las flores, por aborto, unisexuales, pentámeras, con la corola gamopétala, y el androceo de dos verticilos estaminales concrescentes con aquélla. Las flores femeninas, de tubo corolino corto, poseen un ovario unilocular o con cinco cavidades, con las placentas parietales. El fruto es una baya. Poseen látex en todas sus partes.

Esta familia no comprende más que dos géneros: **Carica** y **Jacaratia**. El primero se caracteriza por los estambres libres entre sí y la corola alternisépala. El segundo, por tenerlos soldados y por su corola opositisépala. Las *Carica* poseen las hojas más o menos profundamente palmatilobuladas, a veces palmatisectas, raramente enteras. Se conocen una veintena de especies de este género, todas ame-

ricanas ; la más importante, la *C. Papaya, papayero*, cultivado en todos los países tropicales por sus frutos comestibles ; el látex de esta especie contiene un fermento, la *papaína*, que peptoniza la albúmina y coagula la leche. El *chamburú* del Ecuador es la *C. cundinamarcensis*, también de frutos comestibles.

Orden 19.º **CUCURBITALES**

Flores pentámeras, con cinco estambres libres, o cuatro soldados por parejas y libre el quinto, o todos soldados, monadelfos. Cada teca consta de un solo saco polínico.

Familia **Cucurbitáceas**

Flores unisexuales, raramente hermafroditas, pentámeras, con el cáliz y la corola actinomorfos y concrescentes en la base, los pétalos

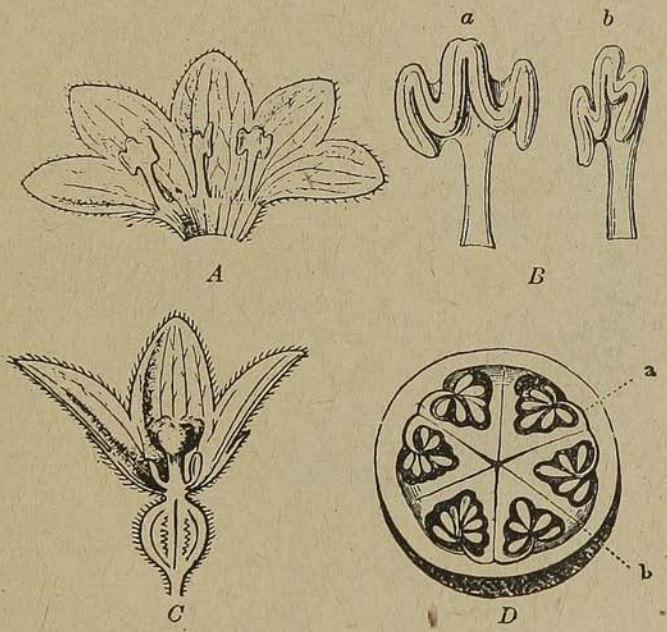


FIG. 435. *Citrullus Colocynthis.*
A, flor masculina cortada y abierta ; *B*, estambre doble (*a*) y estambre sencillo (*b*) ; *C*, flor femenina cortada a lo largo ; *D*, sección transversal del fruto : *a*, placentas, desarrolladas en falsos tabiques ; *b*, tabiques carpelares verdaderos

soldados entre sí o libres ; androceo de cinco estambres iguales, actinomorfo, o más comúnmente de tres, dos de ellos dobles, por concrescencia lateral de una pareja y el tercero sencillo (fig. 435, *A*), y en este caso el androceo es zigomorfo o, finalmente, los cinco concrescentes en una columna, soldados en toda su extensión ; las anteras generalmente son curvas o retorcidas (fig. 435, *B*). Gineceo compuesto de tres carpelos, soldados en un ovario ínfero (fig. 435, *C*), con placentación axil, y en su origen con tres cavidades, que se convierten en seis por

el desarrollo de falsos tabiques placentarios (fig. 435, *D*). Óvulos numerosos. Fruto bacciforme, a menudo endurecido en la parte externa, y de tamaño considerable muchas veces.

Las plantas de esta familia son herbáceas, la mayoría anuales, con los tallos gruesos y jugosos, las hojas alternas y sin estípulas; las

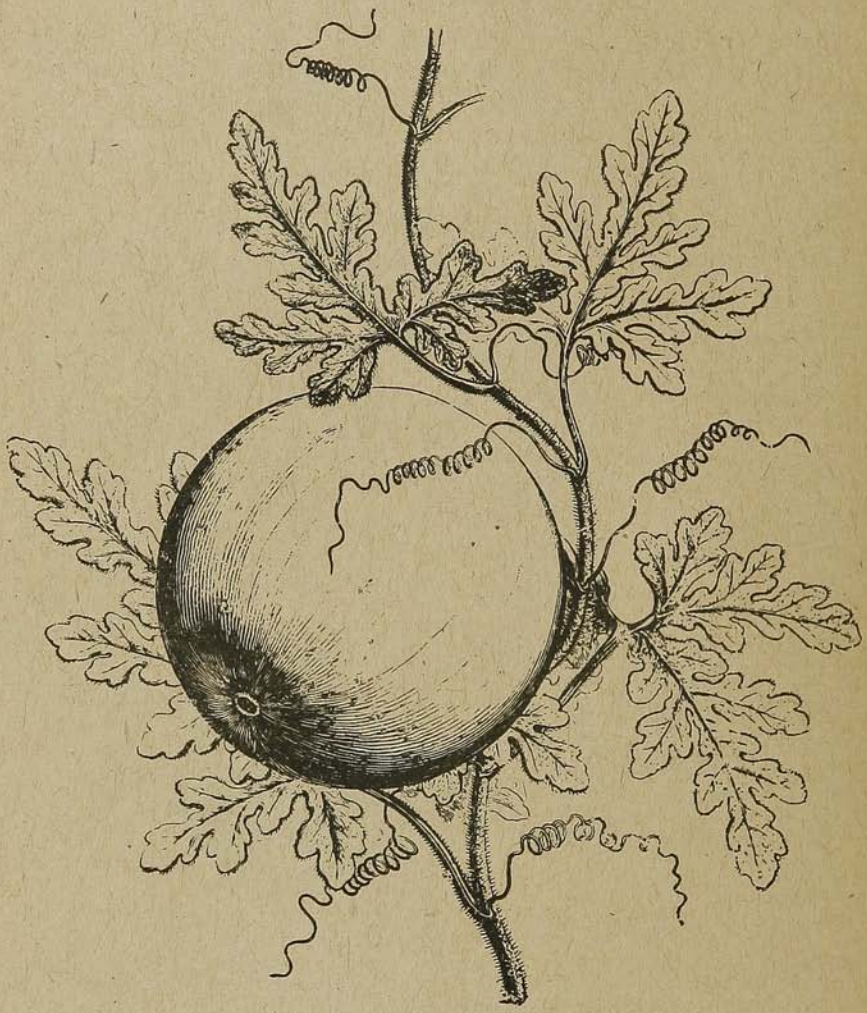


FIG. 436 *a*. *Citrullus Colocynthis*

más veces son plantas tendidas o trepadoras, con zarcillos foliares o caulino-foliares; monoicas, o más raramente dioicas. Se conocen unas 600 especies de los países cálidos de todo el globo; sólo tres géneros habitan como indígenas en Europa, los tres también en España.

Los géneros **Fevillea** y **Anisosperma** son de los pocos que tienen el androceo con cinco estambres libres. Ambos son americanos. La *Anisosperma Passiflora*

es propia del Brasil. Sus semillas, muy amargas, se usan como medicinales, con el nombre de *castanha de Jabotá*.

Las Cucurbitáceas más interesantes poseen tres estambres, dos dobles y uno sencillo, con las anteras en forma de S o de U. El género **Momordica** comprende unas 25 especies tropicales, con las flores de corola enrodada y fruto alargado, indehiscente, bacciforme, o capsular, abriéndose en tres valvas. Las hojas de la *M. Balsamina*, *balsamina*, originaria de la India, y sus frutos, comestibles, se usan muy raramente en Farmacia.

El género **Luffa** comprende unas pocas especies anuales, monoicas, con los pétalos libres. Los frutos, secos, cilíndricos o angulosos, poseen una red interior de hacecillos vasculares muy desarrollada y persistente, utilizada como *esponja vegetal* o *de lufa*. A este fin se cultiva, en América principalmente, la *L. cylindrica*.

Las **Bryonia** son plantas vivaces, con tallos aéreos anuales, la mayoría dioicas, con zarcillos y hojas lobuladas. La *Bryonia dioica* no es rara en los setos de la mayor parte de la Península (fig. 436 *b*), llamada *tuca* o *brionia ;* sus raíces se usaron en Farmacia, hoy raramente, como *Radix Bryoniae*. Las seis o siete especies restantes son mediterráneas ; la *B. verrucosa*, de Canarias.



Fig. 436 *b*. *Bryonia dioica*

El género **Ecballium** sólo tiene una especie : el *E. Elaterium*, *cohombrillo amargo*, frecuente en los escombros de la mayor parte de España. Es una hierba vivaz, tendida, con las hojas sinuado-lobuladas, muy ásperas, y sin zarcillos ; es monoica. Las flores femeninas solitarias ; el fruto es bacciforme, y en la madurez se separa del pedúnculo lanzando las semillas con violencia por el orificio basilar. Estos frutos se usan hoy raramente en Medicina.

Los **Citrullus** son hierbas anuales o vivaces, tendidas, con zarcillos ; las hojas son profundamente lobuladas, partidas. Tienen las flores solitarias. El *C. vulgaris* del África del Sur es el *melón de agua* o *sandía*, de frutos muy grandes, verdes por fuera y rosados en su interior, de carne azucarada, comestible. Se cultiva desde muy antiguo. El *C. Colocynthis* es la *colóquintida* (figs. 435 y 436 *a*), planta vivaz, de frutos esféricos, del tamaño de una naranja, de cubierta dura y carne seca, esponjosa y muy amarga. Vive en España en los arenales marítimos de las costas de Murcia y Almería, y en otras partes de la región mediterránea hasta la India. El fruto es oficinal, usado como purgante drástico, *Fruct. Colocynthidis*.

El género **Cucumis**, afín del anterior, se distingue, entre otros caracteres, por el conectivo de las anteras prolongado superiormente en una punta bifurcada y papilosa. Se conocen unas 25 especies. La más importante el *C. Melo*, originario de los trópicos del Antiguo Mundo, muy cultivado por sus frutos grandes, de carne blanca o de color anaranjado pálido, azucarada, los *melones ;* se cultivan numerosas variedades hortenses. El *C. sativus*, de fruto menor, oblongo, con tubérculos en su superficie, es el *pepino* o *cohombro*.

Del género **Lagenaria** sólo se conoce una especie : *L. vulgaris*, planta herbácea anual, trepadora, con zarcillos, de fruto muy variable, leñoso en su parte externa, esponjoso en su interior. Se cultivan variedades diversas de esta especie ; la más conocida es la *calabaza de peregrino* o *vinatera*.

El género **Cucurbita** comprende unas diez especies de flores grandes, amarillas, con la corola acampanada, monoicas. La *C. Pepo* es la *calabaza común*, muy cultivada por sus frutos comestibles, muy grandes.

Las **Cyclanthera** son americanas, notables por sus estambres soldados en una columna central, con las anteras formando un anillo completo. Se conocen unas 30 especies trepadoras, con zarcillos, monoicas. La *C. pedata*, de la América central, se cultiva a menudo en los jardines botánicos.

Orden 20.º **OPUNTIALES**

Flores epiginas, actinomorfas, hermafroditas, con el periantio y el androceo dispuestos helicoidalmente, ambos y el gineceo inclusive, constituídos por gran número de elementos. Ovario unilocular, con numerosas placentas parietales; óvulos sostenidos por largos funículos. Fruto en baya.

Familia **Cactáceas**

Las Cactáceas constituyen una numerosa familia de plantas casi exclusivamente americanas. Se distinguen fácilmente por su porte característico; son vegetales crasos, con el tallo carnoso, simple o más o menos ramificado, globuloso o cilíndrico, columniforme, a veces comprimido y articulado, con las hojas reemplazadas por espinas muy a menudo. Las flores, solitarias generalmente, son grandes y de colores vistosos. Su morfología queda expuesta en los caracteres del orden, que no comprende otra familia que ésta.

Son las Cactáceas plantas xerofitas adaptadas a un ambiente de gran sequedad. Se hallan principalmente en Méjico, no sólo en sus regiones más cálidas, sino también en las templadas y frías, pobres en lluvia; en la América meridional viven de preferencia en los *campos*. Algunas especies ascienden en los Andes a considerables alturas; las hay en Méjico que alcanzan los 3500 m. En las selvas vírgenes americanas las Cactáceas están adaptadas a la vida epifita; los géneros **Rhipsalis, Epiphyllum** y **Phyllocactus,** de tallos laminares o filiformes, se ven frecuentemente colgar de los árboles en las selvas brasileñas.

El género **Opuntia** es el más conocido en Europa. El porte característico de sus especies, con ramas aplanadas, semejando grandes hojas carnosas y articuladas, permite reconocer al punto estas plantas; en algunas, sin embargo, los artejos del tallo son más o menos cilíndricos, nada o apenas comprimidos. En la *O. coccionellifera, chumbera* o *cacto de cochinilla*, originaria de Méjico y cultivada en el mediodía de Europa, vive la *cochinilla. Coccus cactii*, estimada por la materia colorante que contiene, de color carmín. La *O. Ficus-indica* es la *chumbera* propiamente dicha, llamada también *nopal, higuera de pala* o *de moro*. Es asimismo originaria de Méjico, cultivada en los países cálidos de todo el globo, muy principalmente en la región mediterránea, donde vive asilvestrada. Se cultiva para formar setos vivos y por su fruto *(higo chumbo* o *de moro)* comestible. Algunas *Opuntia* seleccionadas por el cultivo, con las espinas muy reducidas o nulas, se cultivan como plantas forrajeras, principalmente en los terrenos secos de América.

Muchas especies de esta familia se cultivan también como ornamentales, ya por su tallo de formas raras y llamativas, ya por la belleza de sus grandes flores. En nuestros jardines no son raros los **Echinocactus, Melocactus, Cereus, Phyllocactus**, etc.

Orden 21.º **MIRTIFLORAS**

Flores periginas o epiginas, generalmente actinomorfas, con periantio doble. Androceo compuesto de uno o dos verticilos estaminales, a menudo con estambres numerosos por desdoblamiento. Gineceo sincárpico, con carpelos cerrados. Hojas las más veces opuestas y sin estípulas. Hierbas o plantas leñosas, generalmente ricas en aceites esenciales.

Familia **Timeleáceas**

Flores hermafroditas o unisexuales, polígamas o dioicas, las más veces tetrámeras. Receptáculo más o menos levantado en sus bordes, utricular o con mayor frecuencia tubuloso, petaloideo. Cáliz con los sépalos insertos en el borde del receptáculo, también petaloideo. Corola raramente normal, por lo regular más o menos atrofiada, o como en nuestra flora, abortada por completo. Androceo comúnmente diplostémono, con dos verticilos estaminales insertos en el tubo del receptáculo. Ovario monocarpelar y uniovulado. Fruto indehiscente y monospermo, nuciforme, o carnoso, drupa o baya.

Las Timeleáceas son, por lo regular, plantas leñosas, árboles, arbustos o matas, muy raramente hierbas, con las hojas sencillas y enteras, alternas, y las flores dispuestas en inflorescencias racemiformes, axilares. En total comprenden unas 400 especies esparcidas por toda la tierra, exceptuada la región ártica.

En nuestra flora no tenemos más que los géneros **Thymelaea** y **Daphne**, de flores apétalas y tubo del receptáculo sin apéndices, el primero con fruto seco, de pericarpio membranoso, y el segundo con fruto carnoso. La *T. hirsuta* es una mata de ramas colgantes y hojas pequeñas, carnositas e imbricadas, dioica, que vive en las costas, la *bufalaga;* la *T. tinctoria*, más pequeña, con las hojas mayores y menos apretadas, crece en los bosques y matorrales del interior, en la Península ibérica. De ésta y de algunas otras especies se obtiene una substancia colorante amarilla.

El género **Daphnae** comprende alrededor de 40 especies, la mayoría matas o arbustos. Es relativamente frecuente en Europa el *D. Mezereum*, *mecereón*, *leño gentil*, en los países mediterráneos localizado en las montañas, curiosa matita cuyas flores muy precoces aparecen al comienzo de la primavera, antes de las hojas, en pequeños fascículos en la axila de las hojas caídas, de un hermoso color rosado y delicadamente aromáticas. Su corteza se emplea como epispástica, *Cortex Mezerei*. La *adelfilla* es el *D. Laureola*, de hojas grandes, coriáceas y flores amarillo verdosas, que crece en nuestros bosques y se usa a veces por la gente del campo como purgante. El *torvisco* es el *D. Gnidium*, de las tierras incultas, matorrales y ramblas, de hojas herbáceas, pequeñas, y flores blancas, terminales. La corteza se usa como la del mecereón. En la isla de Menorca existe una especie endémica de este género, *D. vellaeoides*, pequeña matita muy ramosa, de hojas pequeñas.

Las **Lagetta** son árboles de las Antillas, cuyas flores tienen la garganta del receptáculo obstruída por apéndices del mismo. Se conocen tres especies de este género, notables por las fibras de su corteza, muy propias para la fabricación de papel. Vive en Cuba la *L. Wrightiana*, en Santo Domingo y en Jamaica la *L. Lintearia*.

Tienen asimismo fibras muy resistentes los **Linodendron**, árboles cubanos, en número de cuatro especies. Se distinguen de las anteriores por su receptáculo con los apéndices en el fondo del tubo, y por ser pentámeros y no tetrámeros los verticilos florales. Citaremos el *L. Lagetta*, propio, como se ha dicho, de Cuba.

Parecidos a los anteriores son los **Daphnopsis**; sus flores son dioicas, sin embargo, y tetrámeras. Los apéndices del receptáculo situados también en el fondo del receptáculo, acampanado o embudado, son pequeños y membranosos. Las especies de este género se usan en América del Sur como en Europa los *Daphne*, como epispásticas y purgantes. La *D. racemosa* habita en la República Argentina; la *D. salicifolia*, en Méjico; la *D. caracasana*, en Colombia; la *D. macrophylla*, en el Ecuador, etc., hasta el número de unas veinticinco especies americanas.

Familia **Punicáceas**

Arbolillos con hojas enteras y flores axilares, muy vistosas, con el receptáculo apeonzado, profundamente cóncavo y carnoso. Sépalos

en número de 5-7, también carnosos y persistentes; pétalos 5-7, alternisépalos. Estambres numerosos, y carpelos en número variable, generalmente ocho, superpuestos en dos verticilos, por el desarrollo del receptáculo, formando un ovario sincárpico en parte o totalmente soldado con aquél. El fruto es complejo, envuelto más o menos completamente por el receptáculo, con varias cavidades polispermas, separadas entre sí por tenues tabiques membranosos; se suele designar con el nombre de *balausta*. Las semillas son gruesas y tienen la cubierta carnosa.

Esta familia no comprende más que el género **Punica**. La *P. Granatum* es el *granado* (fig. 437), originario de Oriente, muy cultivado, y asilvestrado en la región



Fig. 437. *Punica Granatum*

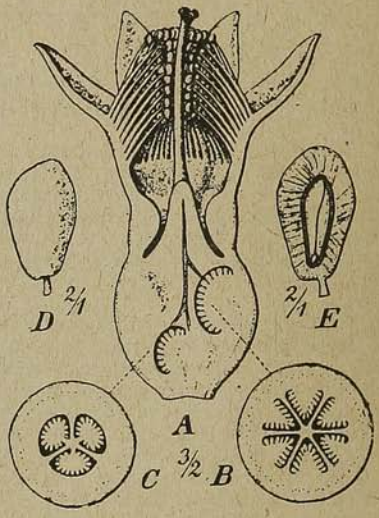


Fig. 438. *Punica Granatum.*
A, sección longitudinal de la flor; *B*, sección transversal del ovario en su parte superior y en su parte inferior en *C*; *D*, semilla, y *E*, corte longitudinal de la misma. (Según Niedenzu)

mediterránea; se cultiva principalmente por su fruto, las *granadas*. En éstas se ven los carpelos dispuestos en dos pisos; en el superior existen cinco generalmente, originados por los carpelos externos levantados por el receptáculo en su desarrollo; en el inferior no se hallan más que tres, por lo regular. Del granado se usaron las flores, *Flores Granati*, y se usan todavía la corteza del fruto, *Cortex Fruct. Granati*, y de la raíz, *Cortex Granati*. Las semillas son comestibles, muy agradables, y con ellas se prepara un jarabe.

Familia **Mirtáceas**

Flores hermafroditas, actinomorfas, con el cáliz de 4-5 sépalos libres y persistentes, o más o menos soldados entre sí; corola también con 4-5 pétalos, libres, o concrescentes en toda su extensión, formando a modo de una caperuza que se cae al abrirse las flores. Estambres numerosos, por lo regular libres entre sí. Gineceo constituído por un

ovario sincárpico, ínfero, de 2-5 carpelos, por lo general, con estilo y estigma único ; el número de óvulos de cada carpelo varía desde dos a muchos, raramente se reducen a uno solo. El fruto es una baya, o una drupa, o es seco, capsular o indehiscente.

Las plantas de esta familia son árboles o arbustos con las hojas opuestas las más veces y sin estípulas, más o menos coriáceas y enteras. Son aromáticas, por sus bolsas secretorias llenas de esencia. Numerosa familia de cerca tres mil especies localizadas principalmente en la América tropical y en Australia.

El género **Myrtus**, del cual deriva el nombre de la familia, comprende unas 60 especies esparcidas por la mayor parte del globo. Son arbustos con las flores axilares solitarias o en racimos corimbiformes, de fruto en baya con dos o tres cavidades más o menos incompletas. En la región mediterránea vive el *M. communis*, *mirto*



Fig. 439
Rama fructífera de la *Jambosa Caryophyllus*

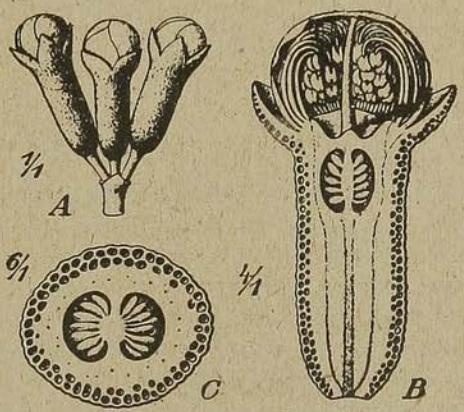


Fig. 440
A, ápice de una ramita de la inflorescencia de la *Jambosa Caryophyllus*, con tres capullos ; *B*, un capullo cortado a lo largo ; *C*, corte transversal del ovario

o *arrayán*, cuyos frutitos, *Baccae Myrti*, son comestibles y entran en varios preparados farmacéuticos. Es la única especie indígena en la Península de esta numerosa familia. En la América del Sur son, por el contrario, frecuentes las especies de este género, sobre todo en Chile, Perú y Brasil.

En los Andes viven como una docena de especies que integran el género **Ugni**, muy afín del anterior. Se distinguen fácilmente porque éstas tienen los filamentos estaminales laminares en vez de filamentosos desbordando las anteras por los lados y por arriba. El *uñí* de los chilenos es el *U. Molinae*, de fruto muy agradable, del tamaño de las cerezas.

También parecidos a los *Myrtus* son los **Pisidium**, arbustos o arbolillos centro y sudamericanos fáciles de distinguir de los anteriores por sus sépalos concrescentes en toda su longitud formando un cáliz gamosépalo que se desgarra longitudinalmente al abrirse la flor. Sus frutos son comestibles, muy estimados. Citaremos el *P. Guayava*, el *guayabo*, con varias razas, cultivado en todos los países tropicales ; *P. Araça, araçá*, del Brasil, Perú, Bolivia, etc. ; *P. molle, guayabo ácido*, etc. Se conocen hasta un centenar de especies.

Las **Pimenta** son arbustos centroamericanos y de las Antillas en número de cinco especies. Los frutos de la *P. officinalis* (= *Myrtus Pimenta*), cultivada en muchos países tropicales, constituyen la pimienta de Jamaica o de Tabasco, *Fruct. Pimentae*, usada como carminativa y estomacal y como especia.

El género **Eugenia** comprende más de 600 especies tropicales, principalmente americanas, con frutos en baya, como los anteriores, y comestibles muchos de ellos.

El *arrayán* del Ecuador es la *E. Hallii*; la *E. formosa* es la *mama de cachorro*; la *E. edulis*, la *pitangaluba* de los brasileños.

Las **Jambosa** se diferencian de las anteriores por su receptáculo atenuado largamente en la base que sobrepasa el ovario por la parte superior. Se conocen unas 120 especies de la región Indo-Malaya y Oceanía. La *J. Caryophyllus* (llamada también *Eugenia Caryophyllata* y *Caryophyllus aromaticus*) es originaria de las Molucas, muy cultivada en los países tropicales, para beneficiar sus capullos, que constituyen el *clavo de especia* (figs 439 y 440).

Los **Eucaliptus** se distinguen de los anteriores géneros por su corola con los pétalos completamente soldados entre sí formando un opérculo a modo de casquete que cae al abrirse la flor, y por su fruto seco. Se conocen más de 130 especies que habitan casi exclusivamente en Australia, árboles de gran talla la mayoría, de crecimiento rápido, muy apreciados por su madera de buena calidad y por sus hojas aromáticas, plantados a menudo en la región mediterránea y en otros países, muchas veces para sanear terrenos pantanosos. El más conocido es el *E. globulus*, *eucalipto común*, notable por su heterofilia, las hojas inferiores opuestas y anchas, y las de las ramas alternas, estrechas, falciformes y con el limbo vertical, por cuyo motivo dan escasa sombra estos árboles. Sus hojas son oficinales.

El género **Melaleuca** comprende alrededor de unas cien especies también australianas, notables por sus estambres soldados en hacecillos opositipétalos. La *M. leucadendron*, que, además de Australia, se halla en las Filipinas, en la India, etc., es un árbol elevado de cuyas hojas se obtiene la *esencia de cayeput*, *Oleum Cajeputi*.

Familia **Onoteráceas**

Flores hermafroditas, actinomorfas o zigomorfas, generalmente tetrámeras, y con el receptáculo profundamente excavado, en forma de embudo, cilíndrico o largamente prismático. En su borde se insertan los sépalos, con prefloración valvar; los pétalos son libres y alternos con los sépalos, y con prefloración retorcida, ya enteros, ya escotados o bilobulados. Androceo generalmente compuesto de dos verticilos estaminales insertos como los anteriores en el borde del receptáculo. El gineceo se compone de cuatro carpelos las más veces, soldados en un ovario ínfero, con cuatro cavidades más o menos completas, o con sólo una cavidad, y por lo regular con numerosos óvulos en cada una; estilo único alargado, con un estigma globuloso o con cuatro lóbulos más o menos profundos. Fruto envuelto por el receptáculo, seco, capsular o indehiscente, o bien carnoso, en baya.

Hierbas anuales o vivaces, raramente matas o arbustos, con las hojas sencillas, opuestas o esparcidas, y las flores axilares, solitarias o en racimos, que en número de unas 500 especies se hallan en casi todo el globo, particularmente abundantes en las zonas templadas de América.

Toma nombre esta familia del género **Onothera**, con unas 20 especies americanas, de la América central hasta Chile, plantas herbáceas con las flores amarillas; estambres de igual longitud, estigma cuadripartido y fruto en cápsula loculicida. En los jardines se cultivan algunas especies, entre las más frecuentes la *O. biennis*, a menudo asilvestrada en Europa, como la *O. rosea*, de flores rosadas, muy pequeñas.

El género **Epilobium** es el más rico en especies de esta familia; comprende cerca de 200, de las cuales poco más de una décima parte en Europa. Se distingue de las anteriores por sus semillas provistas de un penacho de pelos a modo de vilano, y por sus estambres epipétalos más cortos; sus flores suelen ser purpúreas, raramente blancas o amarillas. Son comunes en la Península los *E. parviflorum*, *E. hirsutum*, etc., de las orillas de las corrientes; algunos ascienden hasta las mayores altitudes de nuestras montañas, tal, por ejemplo, el *E. alpinum*, que se halla a

más de 3000 m. en Sierra Nevada. En América viven asimismo en las altas sierras el *E. nivale*, de los Andes chilenos, y otros.

El género **Jussieua** se diferencia de los dos anteriores por su cápsula con dehiscencia a la vez septicida y loculicida. Comprende unas 36 especies tropicales, principalmente americanas. La *J. caparosa* y alguna otra congénere sirven para obtener una tinta negra.

Las **Fuchsia** son matitas o arbustos con las flores muy vistosas, generalmente solitarias y colgantes, con el receptáculo y el cáliz intensamente coloreados, y el fruto en baya. Se conocen unas 60 especies casi exclusivamente americanas, muy apreciadas como plantas de adorno por la belleza de sus flores y por la facilidad de su cultivo. Las más estimadas son las *F. splendens*, *F. fulgens*, *F. gracilis*, etc. Los frutos de muchas *Fuchsia* son comestibles.

Curiosas por demás son las especies del género **Lopezia**, por sus flores zigomorfas que recuerdan las de las Orquídeas. Los sépalos forman un cáliz bilabiado, tres posteriores y uno delantero ; los dos pétalos superiores son articulados en la base ; no existen más que dos estambres, soldados entre sí y con el estilo, el posterior únicamente fértil, el anterior petaloideo. El fruto es una cápsula loculicida globulosa. Se conocen una docena de especies centroamericanas ; las *L. racemosa*, *L. coronata*, etc., se cultivan como plantas de adorno.

El género **Trapa**, que a veces se separa de esta familia para constituir con él solo otra independiente, se distingue fácilmente por su androceo con cuatro estambres nada más, y por su ovario con dos cavidades uniovuladas. El fruto, por no desarrollarse más que uno de los dos carpelos, es unilocular y monospermo ; es seco e indehiscente, coronado en la parte superior por los sépalos persistentes y endurecidos. Se conocen actualmente tres especies de este género, más diseminado y de mayor riqueza morfológica en épocas geológicas anteriores. En la Península se halla muy rara, por ejemplo, en las aguas del bajo Ampurdán, la *T. natans*, *castaña de agua*, planta acuática con rosetones foliares flotantes, cuyas hojas tienen los pecíolos hinchados. Las semillas de esta especie son comestibles.

Orden 22.º **UMBELIFLORAS**

Flores actinomorfas, raramente zigomorfas, con periantio doble, epigino, tetrámero o pentámero, haplostémonas. Receptáculo con un disco intraestaminal ; cáliz poco desarrollado ; gineceo generalmente bicarpelar, formando un ovario con dos cavidades uniovuladas. Semillas con endospermo abundante. Hojas las más veces ensanchadas en la base formando vaina ; flores pequeñas en umbelas. Polen de tres núcleos.

Familia **Araliáceas**

Flores generalmente pentámeras, con el gineceo de uno o varios carpelos, a menudo cinco ; fruto en baya o drupa, con uno o varios huesos.

Árboles o arbustos que en número de más de 300 especies habitan de preferencia en los países tropicales, particularmente abundantes en América y en la región Indo-Malaya, con las hojas alternas, simples, y más o menos profundamente divididas, o compuestas, y las flores dispuestas en cabezuelas, umbelas o espigas, que se agrupan a su vez en racimos o panojas. Poseen canales secretores oleíferos en los órganos vegetativos.

El género **Aralia** comprende unas 25 especies de América, Asia y Oceanía, arbustos con las hojas pennaticompuestas, o bi o tripennaticompuestas, alguna de las cuales se cultiva como planta de adorno.

Los **Oreoponax** son arbustos o árboles americanos, en número de unas 80 especies, con las hojas generalmente sencillas y las flores en cabezuelas que se agrupan formando racimos. Algunas especies se cultivan como plantas decorativas.

La única Araliácea indígena en la Península es la **Hedera** *Helix*, la *yedra*, notable por su heterofilia, frecuente en los bosques frescos y sombríos de la mayor parte de Europa, muy a menudo cultivada para vestir parterres, muros, etc. De este género sólo se conocen unas pocas especies más, con numerosas variedades, de Europa y Asia.

Familia **Umbelíferas**

Las Umbelíferas deben su nombre a la característica inflorescencia que poseen, que, por lo regular, es una umbela compuesta (fig. 441),

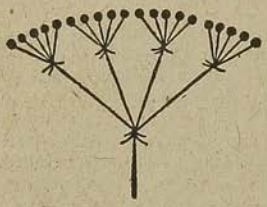


FIG. 441. Inflorescencia de las Umbelíferas (umbela compuesta)

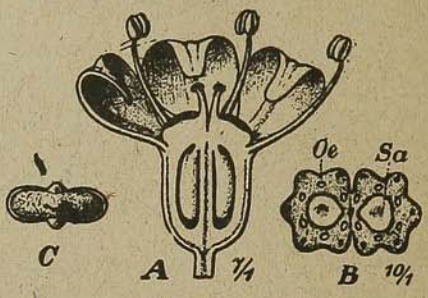


FIG. 442. *Carum Carvi.*
A, sección longitudinal de la flor; *B*, corte transversal del ovario, con la sección de los óvulos en el centro *Sa*, rodeado cada uno por seis canales oleíferos *Oe*, en el pericarpio; *C*, grano de polen en forma de bizcocho, con tres poros germinativos

es decir, una umbela cuyos radios sostienen a su vez otras menores. En la base de la umbela se halla generalmente un verticilo de brácteas cuyo conjunto constituye el *involucro*, y las umbelillas sostenidas por los radios de aquélla suelen llevar otro que recibe el nombre de *involucrillo*. Las flores son actinomorfas; en ocasiones, sin embargo, a medida que ocupan una posición más externa en la inflorescencia, aparece, cada vez más marcada, una cierta desigualdad en sus pétalos, el externo es mayor, más pequeños los laterales y los internos menores, pasando así las flores a ser zigomorfas (fig. 462, *C*). Son pentámeras, con el cáliz reducido generalmente a cinco pequeños dientes a veces completamente desvanecidos. Los pétalos son pequeños con su ápice más o menos puntiagudo, encorvado hacia el centro de la flor (fig. 442, *A*). El ovario, compuesto de dos carpelos, es siempre ínfero, coronado por un disco nectarífero formado por las bases engrosadas de los estilos, el llamado *estilopodio*, de forma variable. La fórmula floral de las Umbelíferas es la siguiente: $K5$, $C5$, $A5$, $G_{(\overline{2})}$ (fig. 443). El fruto de estas plantas es característico: es un doble aquenio. Los dos carpelos, y los dos aquenios del fruto, antes de su completa madurez aparecen yuxtapuestos por su cara interna; luego se separan uno del otro, bien por completo, o que-

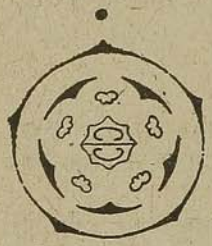


FIG. 443
Diagrama de una flor de Umbelífera

dan colgantes cada uno de ellos de una de las dos ramitas de un soporte especial llamado *carpóforo*, situado en el extremo del pedúnculo floral.

En la superficie de los medios frutos, o mericarpios, se aprecian más o menos claramente cinco costillas longitudinales (fig. 444, *Hr*), y entre ellas cuatro surcos, llamados *vallecitos* (fig. 444, *T*). En la parte mediana de estos vallecitos no es raro observar otro saliente alargado que los recorre en toda su longitud, constituyendo la llamada *costilla secundaria*. En este caso, el doble aquenio de las Umbelíferas posee todo en derredor diez costillas primarias y ocho (2 × 4) costillas secundarias. En la parte mediana de los vallecitos, cuando existen las costillas secundarias debajo de éstas, se hallan en el tejido del epicarpio las *bandas oleíferas*; éstas se encuentran también en las caras de yuxtaposición de los mericarpios, llamadas *caras comisurales*

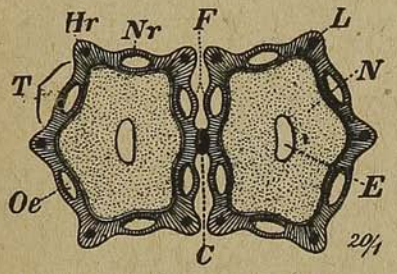


FIG. 444. *Carum Carvi*. Corte transversal de un fruto maduro.

C, carpóforo; *F*, cara comisural de los mericarpios. En el pericarpio son de ver las costillas primarias *Hr* y las secundarias, poco salientes, *Nr*, situadas en la parte mediana de los vallecitos *T*; *Oe*, canales oleíferos, designados con el nombre de bandas; *L*, hacecillo conductor en las costillas primarias; *N*, tejido nutricio; *E*, embrión

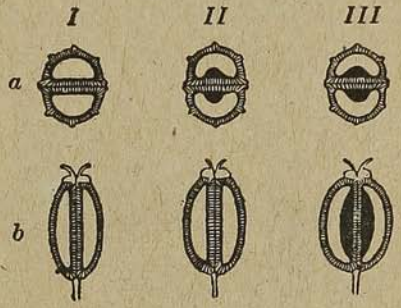


FIG. 445. Secciones transversales (*a*) y longitudinales (*b*), de frutos de Umbelíferas. *I*, ortospermas; *II*, campilospermas; *III*, celospermas. El pericarpio corresponde a la parte rayada, y el tejido nutricio se ha dejado en blanco. (C. Müller)

(fig. 444, *Oe*). Las dos costillas laterales o todas ellas se expansionan a menudo en forma de alas o láminas; en otros casos, en vez de láminas presentan espinitas (figs. 449 y 457).

En cada carpelo, como se ha dicho, no existe más que un solo óvulo, que, convertido en semilla, queda en contacto íntimo con el pericarpio, constituyendo un aquenio típico. La semilla es rica en tejido nutricio, que aparece claramente visible en su sección transversal (fig. 444, *N*).

Esta numerosa familia comprende cerca de 1500 especies, diseminadas por la mayor parte del globo, principalmente en las zonas templadas y subtropicales del hemisferio boreal, en América central y Chile, y en Australia. La mayoría de las Umbelíferas son plantas herbáceas, con las hojas generalmente alternas y muy divididas, con la vaina a menudo fuertemente desarrollada, y en algunos casos reducida a ella la hoja. Poseen canales secretores esquizógenos ricos en esencias, resinas o gomorresinas.

Las Umbelíferas pueden dividirse, atendiendo a la configuración del tejido nutricio de sus semillas, en los siguientes grupos:

a) Ortospermas,
b) Campilospermas,
c) Celospermas.

a) En el primer grupo, en las *ortospermas* (de *ortos* = recto, y *sperma* = semilla), la línea de la cara comisural, tanto en la sección transversal como en la hecha a lo largo de la semilla, aparece recta (fig. 445, *I*).

b) En las *campilospermas* (de *kampilos* = curvo), el tejido nutricio está asurcado longitudinalmente, de manera que, visto en sección



FIG. 446. *Carum Carvi*



FIG. 447. *Pimpinella Saxifraga*

transversal, aparece curvo, bien que la sección longitudinal permanece con el borde interno tan recto como en el caso anterior (fig. 445, *II*).

c) En las *celospermas* (de *koilos* = hueco o vacío), la línea comisural de las dos secciones de su semilla es curva (fig. 445, *III*).

a) Ortospermas.

El **Carum** *Carvi* (figs. 442, 444 y 446) es la *alcaravea* o *comino de prado*, común en gran parte de Europa; en la Península en los Pirineos. Sus hojas son bipinnatisectas; las umbelas carecen de involucro o se reduce a muy pocas brácteas; el fruto comprimido lateralmente, con las costillas sin alas y con una sola banda oleífera en cada vallecito (fig. 444). Se cultiva por sus frutos, que son carminativos, *Fruct. Carvi*, y se usan como condimento.

La **Pimpinella** *Saxifraga* (fig. 447), *saxífraga menor*, y la *P. magna*, *saxífraga mayor*, ambas de las montañas peninsulares, difundidas por casi toda Europa, tienen los mericarpios con cinco cantos y costillas apenas salientes, con varias bandas oleíferas en cada vallecito. La primera tiene el tallo liso, la segunda asurcado. De ambas se usa la raíz con el nombre de *Radix Pimpinellae*. La *P. Anisum* (llamada también **Anisum** *vulgare*) es el *anís* o *matafaluga*, originario del Oriente y cultivado para beneficiar su fruto, *Fruct. Anisi*. Se distingue de las anteriores por

sus hojas basilares reniformes y lobuladas, y por sus frutos pubescentes como toda la planta. En los vallecitos de sus frutos existen también numerosas bandas glandulosas.

El *hinojo* es el **Foeniculum** *vulgare* (llamado asimismo *F. officinale* y *F. capillaceum*), con lacinias foliares muy estrechas y pétalos amarillos arrollados hacia el centro de la flor (fig. 448). Las costillas de sus frutos son romas, en sus vallecitos sólo existe una banda glandulosa y dos en la cara comisural (fig. 448). Es frecuente en España y en toda Europa ; se usan sus frutos, *Fruct. Foeniculi*, y la esencia de los mismos.

La **Archangelica** *officinalis, angélica*, se caracteriza por sus frutos con las costillas laterales aladas (fig. 449), cuando maduros con el epicarpio separado del endocarpio. Cada vallecito tiene varios canales secretores. Vive en el Norte de Europa y Siberia, y se cultiva por su raíz muy aromática, *Radix Angelicae*, y por sus frutos.

Vive en la Europa central y oriental el **Levisticum** *officinale, levístico* (fig. 450), cuyos frutos tienen las costillas dorsales muy prominentes, casi aladas, y las laterales dilatadas netamente en forma de ala (fig. 450).

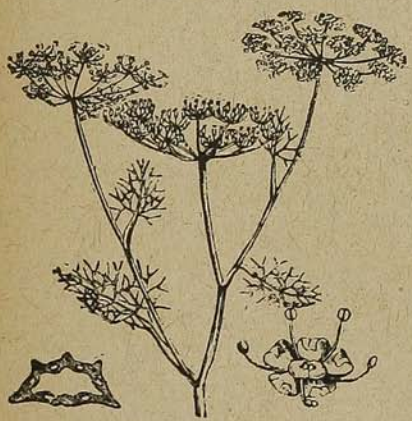


Fig. 448
Foeniculum vulgare

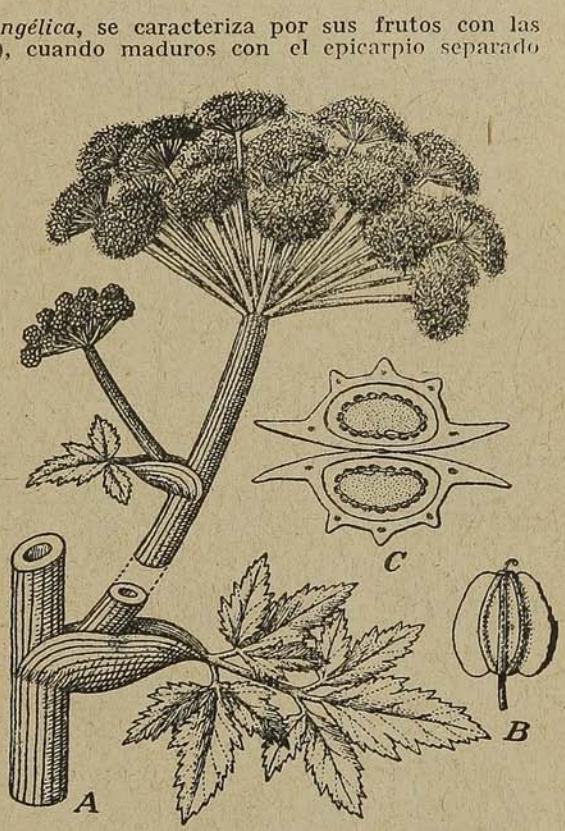


Fig. 449. *Archangelica officinalis.* *A*, parte de la inflorescencia; *B*, fruto; *C*, corte transversal del fruto, aumentado

Crece en las orillas de las aguas de la mayor parte de Europa el *felandrio acuático*, **Oenanthe** *Phellandrium* (fig. 451), cuyos diaquenios, a diferencia de lo que suele suceder en esta familia, no se escinden en dos mericarpios en la madurez. Sus frutos, tóxicos como los de la *Oe. crocata, nabo del diablo*, se usan a veces como medicinales, *Fruct. Phellandrii* (fig. 452).

La **Sanicula** *europaea, hierba de San Lorenzo*, se distingue fácilmente por sus umbelas de radios desiguales y en corto número, con las umbelillas acabezueladas y con las hojas casi todas basilares, palmatipartidas. Crece frecuentemente en los bosques sombríos y frescos de la Península, y en casi toda Europa. Se usan sus raíces y aun la planta entera, *Radix Saniculae* y *Herb. Saniculae*.

La **Cicuta** *virosa, cicuta acuática* (fig. 453), es notable por su rizoma con cavernas transversales (fig. 454) ; sus hojas tripinnatisectas tienen los segmentos aserrados (fig. 453). Es de las umbelíferas más venenosas de Europa.

El **Petroselinum** *sativum, perejil*, se cultiva mucho para aprovechar sus hojas, que se usan como condimento. Sus hojas bi o tripinnatisectas son lampiñas y

de un verde muy intenso (fig. 455, *A*). En los países donde abunda la **Aethusa** *Cynapium, cicuta menor* (fig. 455, *B*), se recomienda no confundirla con el perejil, porque es muy venenosa.



FIG. 450. *Levisticum officinale.* *A*, parte de una inflorescencia, detrás una hoja; *B*, fruto; *C*, corte transversal del fruto, aumentado



FIG. 451. *Oenanthe Phellandrium.* *A*, ramita en flor; *B*, flor; *C*, fruto



FIG. 452 Sección transversal del fruto de *Oenanthe Phellandrium*



FIG. 453. *Cicuta virosa*



FIG. 454. Rizoma de *Cicuta virosa* con cavernas transversales

En España, y en general en todo el mediodía de Europa, se cultiva el **Cuminum** *Cyminum*, el *comino*, originario del Oriente, del cual se benefician los frutos, *Fruct. Cumini* o *Fruct. Cymini* (fig. 456).

En los sitios incultos y matorrales de toda la Península es frecuente el **Daucus** *Carota*, de área de dispersión extensísima. Los frutos de esta especie y de sus con-

géneros tienen las costillas secundarias muy salientes y provistas de espinitas (fig. 457). Las variedades cultivadas de esta especie tienen la raíz gruesa y carnosa, y constituyen las diversas suertes de *zanahoria*. En el centro de la umbela de estas plantas se halla una o varias flores estériles, de color púrpura oscuro.

La **Imperatoria** *Ostruthium, imperatoria*, habita en los Pirineos y montañas próximas, así como en la mayor parte de las del centro y Sur de Europa. Tiene

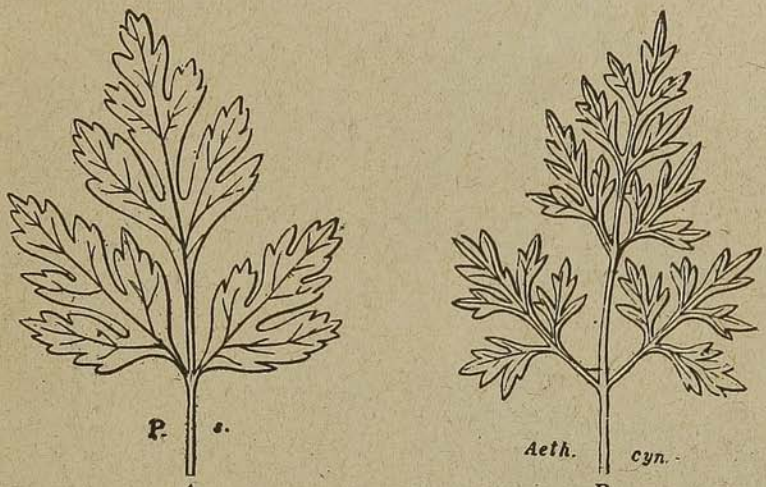


FIG. 455. Hojas de *Petroselinum sativum* (perejil), *P. s.*, y de *Aethusa Cynapium* (cicuta menor), *Aeth. cyn.*

frutos anchamente alados y rizoma grueso, ramoso, que se usa en Farmacia, *Rhiz.* o *Rad. Imperatoriae.*

Las **Ferula** *Assa-foetida, F. foetida* (fig. 458), y *F. Narthex*, de las estepas del Asia central, producen la *asafétida*. Las *F. galbaniflua* y *F. rubricaulis*, el

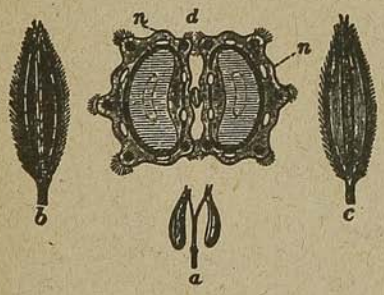


FIG. 456. Fruto de *Cuminum Cyminum*. *a*, los dos mericarpios colgando del carpóforo, tamaño natural; *b*, fruto visto de lado; *c*, en sección longitudinal, aumentado; *d*, sección transversal del mismo aumentada tres veces; *n*, costilla secundaria

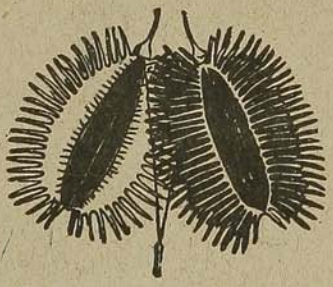


FIG. 457. Fruto de *Daucus Carota*, aumentado cinco veces

gálbano. Son las *Ferula* plantas herbáceas de gran porte, a menudo más altas que el cuerpo humano, con grandes hojas muy finamente divididas y pronto marchitas, las superiores reducidas por lo común a la vaina. Sus frutos son comprimidos por el dorso y alados en sus bordes.

La **Dorema** *Ammoniacum* recuerda las anteriores, y entre otros caracteres se distingue por sus inflorescencias en umbelas sencillas casi globulosas (fig. 459). Vive en las estepas del Sur de Persia y produce la *gomorresina amoníaco*.

El **Euryangium** *Sumbul*, también del Sur de Asia, es el que produce la *raíz de sumbul, Rad. Sumbul.*

Numerosas especies de **Eryngium**, la más vulgar el *E. campestre*, *cardo corredor*; **Bupleurum**, alguna arbustiva, como el *B. fructicosum*; **Laserpitium**, **Peucedanum**, etcétera, viven en España. La **Pastinaca** *sativa*, que se halla aquí indígena, se cultiva desde muy antiguo; las variedades cultivadas, como la zanahoria, se distinguen por sus raíces gruesas y carnosas, y constituyen las diversas suertes de *chirivía*.

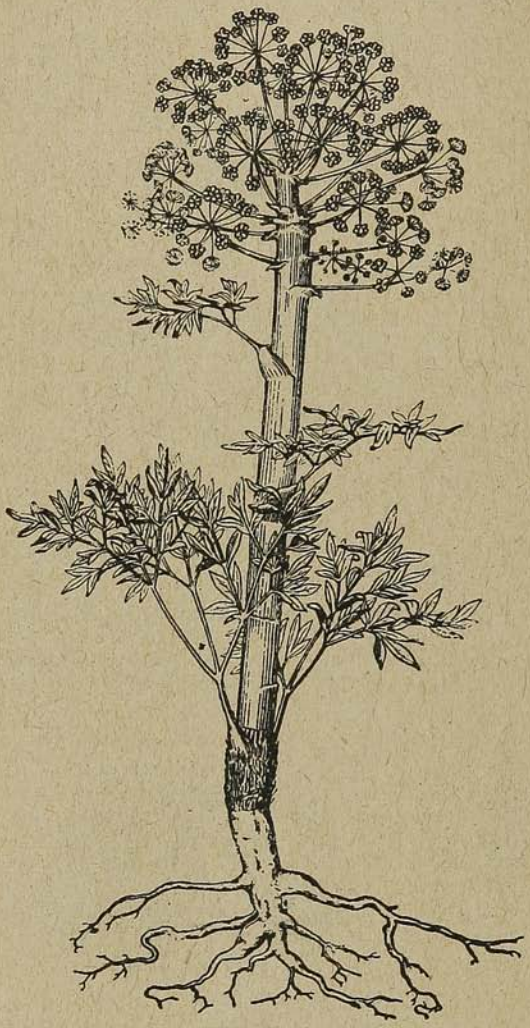


Fig. 458. *Ferula foetida*



Fig. 459. *Dorema Ammoniacum*

Los géneros **Endresia** y **Xatardia**, ambos monotípicos, son endemismos pirenaicos. A esta tribu pertenecen también las **Azorella**, tan abundantes en los Andes sudamericanos, matitas de hojas imbricadas, que crecen en forma de cojinetes en la zona alpina de las altas cumbres, o en las tierras antárticas, particularmente numerosas en Chile.

b) Campilospermas

El **Conium** *maculatum* (fig. 460) es la *cicuta mayor*, de tallo elevado, liso y lampiño, algo garzo y en la base con manchas purpúreas, de donde el nombre específico *maculatum* con que se conoce esta planta. Los segmentos de sus hojas son profun-

damente aserrados verde oscuros superiormente, más pálidos por el envés. Los frutos tienen las costillas ondeado-lobuladas, los vallecitos presentan estrías longitudinales y carecen de bandas oleíferas. Esta especie crece junto a los terrenos cultivados, en lugares herbosos, orillas de los brazales, etc., no demasiado secos ;



FIG. 460. *Conium maculatum.*
A la izquierda, planta en flor; 1, 2, 3, brotes del fruto, en período de desarrollo; 4, fruto maduro; 5, hoja

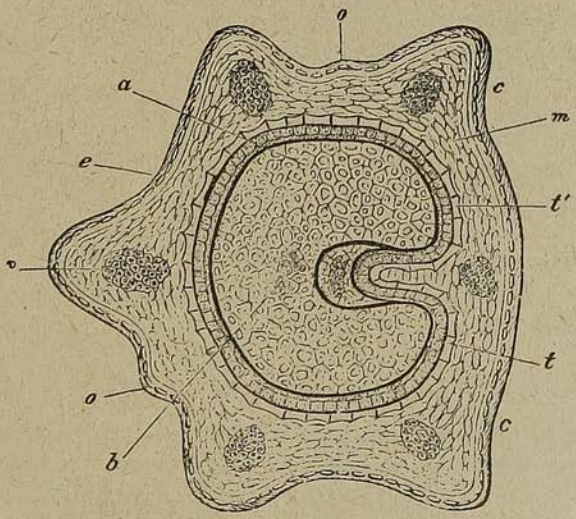


FIG. 461. Corte transversal del fruto parcial de *Conium maculatum.*
a, endospermo; *b*, embrión; *c c*, superficies de juntura; *e*, epidermis; *m*, tejido de la pared del fruto; *t'*, capa interna de la pared del fruto; *t*, capa de coniina; *o*, depresiones; *v*, costillas

es poco frecuente en la Península. Es venenosa, de olor desagradable, que recuerda el tufo de los ratones. La hierba se usa en Farmacia, *Herba Conii*.

A esta tribu pertenece la curiosa **Lagoecia** *cuminoides*, de España, África del Norte y Oriente, plantita anual de múltiples singularidades, única que comprende el género. Posee un cáliz bien desarrollado, con los sépalos laciniados; los pétalos bilobulados, con sus lóbulos largamente acuminados, no alcanzan la longitud de aquél. El gineceo no posee sino un solo carpelo fértil con estilo único. A una sola flor se reducen las umbelillas que se agrupan en umbelas globulosas.

c) Celospermas

De esta tribu no citaremos más que el **Coriandrum** *sativum*, *cilantro*, cuyos frutos son esféricos (fig. 462, *A*), con las costillas primarias onduladas, poco salientes, y las secundarias mucho más acusadas. Las flores periféricas de las umbelas son zigomorfas (fig. 462, *C*). Es originario de Oriente y se cultiva por sus frutos, *Fruct. Coriandri*.

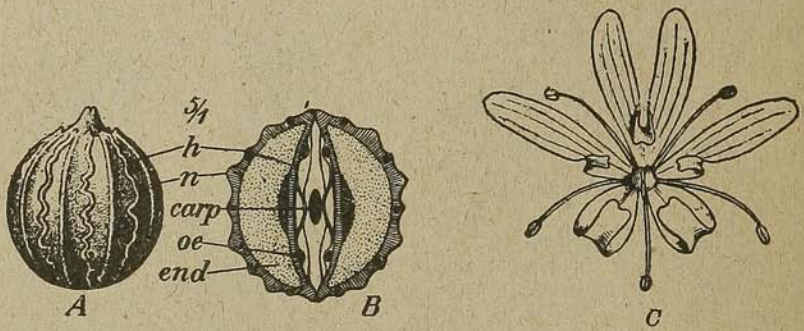


FIG. 462. *Coriandrum sativum*.
A, fruto; *B*, el mismo, en sección transversal; *h*, costillas primarias; *n*, costillas secundarias; *carp*, carpóforo; *oe*, bandas secretorias; *end*, endospermo. *C*, una flor periférica zigomorfa

Subclase II. **Metaclamídeas o Simpétalas**

Periantio en el mayor grado de desarrollo, doble, el verticilo interno con sus piezas (pétalos) concrescentes.

Orden 1.º **ERICALES**

Flores generalmente hipoginas, actinomorfas, las más veces pentámeras; androceo obdiplostémono, no concrescente con la corola, el polen por lo común en tetradas; pétalos en algunos casos todavía libres de adherencia; ovario plurilocular.

Las más son plantas leñosas de follaje siempre verde, con hojas aciculares o lanceoladas.

Familia **Piroláceas**

Pequeña familia de hierbas perennes siempre verdes, o sin clorofila, que habitan en los bosques del hemisferio boreal, algunas de área de dispersión vastísima. Tienen las flores actinomorfas, tetra o pentámeras en todos sus verticilos, con androceo de ocho o diez estambres; pétalos a menudo libres entre sí. El fruto es una cápsula loculicida.

El género **Pirola**, que da nombre a la familia, comprende unas 15 especies, la mitad de las que componen en total esta familia. Plantas herbáceas perennes, de hojas sencillas, enteras o dentadas. En la Península tenemos las *P. chlorantha*, *P. rotundifolia*, *P. minor* y *P. secunda*, todas raras en nuestras montañas, europeas y norteamericanas; la última desciende hasta el Sur de Méjico, donde se la halla a las mayores altitudes de sus montañas.

La **Monotropa** *Hypopitys* es una planta desprovista de clorofila, rara en las montañas de la Península, con las hojas escamiformes y las flores en racimos terminales, que vive saprofita, asociada con hongos micorrizógenos, en los bosques ricos en humus. Como las anteriores, se la halla también en la mayor parte del hemisferio boreal, en el Japón y América del Norte, hasta Méjico.

Familia **Ericáceas**

Flores actinomorfas (o zigomorfas, de manera poco acusada), como las de la familia anterior pentámeras o tetrámeras en todos sus verticilos, excepto en el androceo, que tiene diez u ocho estambres, insertos como la corola, sobre un disco hipo o epigino. Carpelos concrescentes en un ovario plurilocular; estilo único con estigma globuloso. Fruto capsular, o carnoso, ya bacciforme, ya drupáceo.



Fig. 463
Flor de *Arctostaphylos uva ursi*



Fig. 464
Estambre con la antera espolonada de *Arctostaphylos uva ursi*

Plantas leñosas, matas o arbustos, y aun árboles, con las hojas a menudo aciculares, o coriáceas, y las flores solitarias, en racimos o panojas, frecuentemente de corola urceolada (fig. 463), o acampanada; los estambres no raramente apendiculados en las anteras (fig. 464). Comprenden unas 1350 especies difundidas por la mayor parte de la tierra.

Las Ericáceas se dividen en cuatro subfamilias:

a) *Rododendroideas*, con pétalos libres o concrescentes, ovario súpero, cápsula septicida y anteras no apendiculadas.

b) *Arbutoideas*, con ovario súpero, con fruto en baya o cápsula loculicida, y anteras apendiculadas.

c) *Vaccinioideas*, con ovario ínfero y fruto en baya; anteras corniculadas.

d) *Ericoideas*, con ovario súpero y fruto, generalmente, en cápsula loculicida; anteras por lo común corniculadas.

a) Rododendroideas

El género **Rhododendron** se caracteriza por sus flores zigomorfas (generalmente con zigomorfia poco acusada), con la corola embudada, acampanada o asalvillada, y los estambres salientes. Comprende más de 200 especies, con numerosas variedades, razas hortenses e híbridos, estimadas estas últimas como plantas de adorno muy decorativas (las *azalea*, etc.). Los *Rh. hirsutum* y *Rh. ferrugineum*, conocidos con el nombre de *rosa de los Alpes*, son matas de flores rojas, que cubren grandes extensiones en aquellas montañas, decorándolas de manera bellísima; la segunda de las mencionadas, de hojas lanceoladas, color de herrumbre por el envés, vive en la zona alpina de los Pirineos, conocida con el nombre de *bujo*, *boix*

de muntanya, gavet, talabard, moixereta, etc. El *Rh. ponticum*, arbusto de flores grandes, enrodado-acampanadas, intensamente rosadas, y a veces cultivado en jardinería, es una especie de área disyunta, que habita en el Cáucaso, y, apenas diferenciado (*Rh. baeticum*), en el extremo meridional atlantico de la Península: es el *hojaranzo*. La mayor parte de especies de este género se halla en Asia, al Sur de China, Himalaya, etc.; entre ellas cabe mencionar el *Rh. indicum*, con sólo cinco estambres, muy cultivado como planta de adorno, la *azalea*.

Los *Rhododendron* que faltan en la América austral son reemplazados en los Andes por varias especies parecidas a ellos por su porte y por sus flores, pertenecientes al género **Bejaria**, y conocidas en el país con el nombre de *rosa de los Andes*. Son curiosas las *Bejaria* por tener los pétalos libres, en número de siete, con catorce estambres el androceo y siete carpelos el ovario.

b) Arbutoideas

El género **Arbutus** se caracteriza por su fruto en baya, verrugoso en su superficie y con varias semillas. Comprende unas 20 especies, de las cuales sólo una, el *A. Unedo*, *madroñera*, vive en la Península, arbusto de hojas coriáceas, ancha-

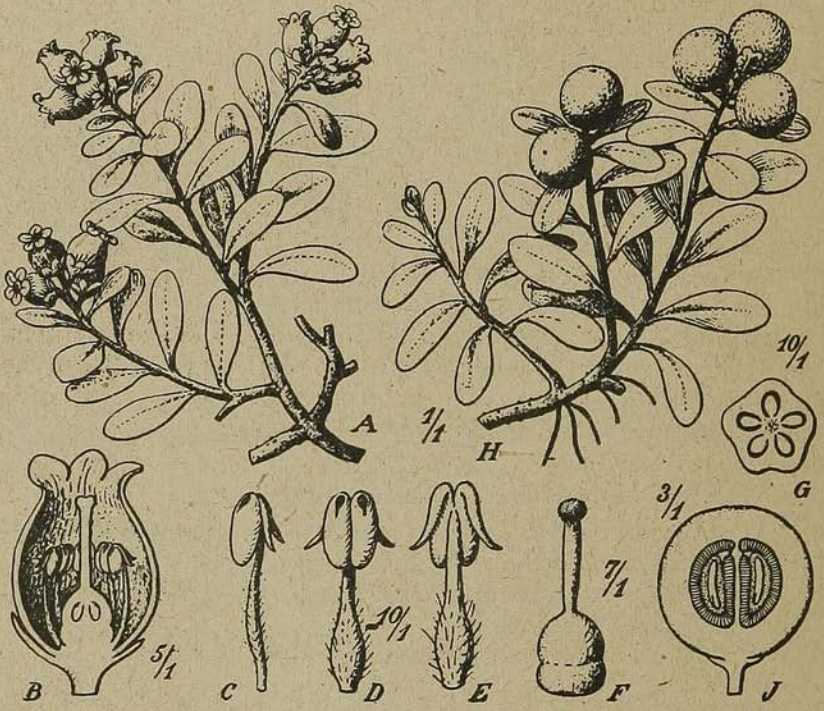


FIG. 465. *Arctostaphylos uva ursi*, gayuba.
A, ramita florida; *B*, flor cortada a lo largo; *C*, *D*, *E*, estambre visto por el lado, por delante y por detrás; *F*, ovario; *G*, corte transversal del mismo; *H*, ramita fructífera; *J*, fruto cortado longitudinalmente. (Según Berg y Schmidt)

mente lanceoladas, con los bordes aserrados, y frutos rojos del tamaño de las cerezas, los *madroños*, comestibles pero muy sosos. La madroñera de Méjico es un *Arbutus* de hasta 30 m. de alto, *A. Menziesii*.

Los **Arctostaphylos** son pequeñas matitas de hojas siempre verdes, muy coriáceas, que se distinguen además de los *Arbutus* por su fruto, que es una drupa polisperma con varios huesos o con uno solo, de carne farinácea, sin jugo. La más conocida de sus 18 especies es la *gayuba*, *A. Uva ursi* (fig. 465), diseminada por todo el hemisferio boreal, frecuente en las montañas de la Península, que cubre a veces en grandes extensiones de un césped duro. Las hojas se usan como diuréticas, *Fol. Uvae Ursi*.

A unas cien especies alcanza el género **Gaultheria**, en su mayoría americanas, distintas de los anteriores géneros por su fruto capsular envuelto por el cáliz carnoso. Son matas o arbustos de hojas siempre verdes, frecuentemente muy aromáticas. Cabe mencionar la *G. procumbens*, de la América del Norte, cuyas hojas se toman en infusión.

c) Vaccinioideas

El género **Vaccinium** comprende un centenar de especies del hemisferio boreal; matitas o arbustos, con las flores solitarias o en racimos terminales, y fruto en baya. El *V. Myrtillus*, *arándano*, *anavia* (fig. 466), es una matita de hojas caedizas y flores solitarias o germinadas, de todo el hemisferio boreal, frecuente en los



FIG. 466. *Vaccinium Myrtillus*



FIG. 467. *Vaccinium Vitis idaea*

Pirineos y montañas del centro y Norte peninsulares, cuyos frutitos, comestibles, son refrescantes. El *V. Vitis idaea* (fig. 467), de parecida área a la del anterior, es muy raro en los Pirineos; a diferencia del arándano, pierde las hojas en invierno. Parecido a éste es el *V. Mortinia* de los Andes, de frutos también comestibles, la *mortiña* de los colombianos.

d) Ericoideas

El género **Erica**, del cual toma nombre la familia, se caracteriza por sus flores tetrámeras, con ocho estambres insertos en un disco hipogino bien desarrollado, y fruto en cápsula loculicida. Comprende matas o arbustos, con las hojas aciculares o escamiformes; es el género más rico en especies de esta familia, pues comprende más de 400, localizadas en la región mediterránea y África austral principalmente. En la Península son frecuentes las *E. arborea*, ésta en Canarias, de talla realmente arbórea, *E. multiflora*, *E. scoparia*, etc., que constituyen los *brezos*.

Se designa también con el nombre de *brezo* la **Calluna** *vulgaris*, única especie que comprende el género, distinto del anterior por su cáliz petaloideo más largo que la corola, que queda incluída en él, y por su cápsula septicida. Cubre grandes extensiones de terreno en el Norte de Europa, dando al paisaje una fisonomía particular con su follaje de hojas menudas, imbricadas, y sobre todo por sus flores moradas, que se abren al fin del verano; es el principal elemento de la «heide» de los alemanes. En España vive abundante en las provincias del Norte, y en los Pirineos y montañas próximas, mayormente en las silíceas, como todos los brezos.

Orden 2.º PRIMULALES

Flores hipoginas, actinomorfas, pentámeras, con los estambres soldados a la corola, diplostémonos o, más comúnmente, haplostémonos y epipétalos; ovario unilocular con numerosos óvulos de placentación central.

Familia **Primuláceas**

Flores actinomorfas, de acuerdo con el carácter del orden, pero a veces zigomorfas, y, raramente, apétalas, o con los pétalos no concrescentes. Androceo reducido a un solo verticilo estaminal epipétalo. Gineceo compuesto de cinco carpelos soldados en un ovario unilocular con las placentas concrescentes en una sola columna axil libre. La fórmula floral es así: $K\,5$, $[C(5), A\,5]$, $G\underline{(5)}$. El fruto es una cápsula polisperma.

Las Primuláceas comprenden unas 350 especies herbáceas, con las hojas alternas, opuestas o verticiladas, sin estípulas, que viven de preferencia en las zonas templadas y en las montañas del hemisferio boreal.



FIG. 468. *Primula officinalis*

El género tipo, **Primula**, es el más rico en especies de esta familia, integrado por unas 150, que habitan las más en el Himalaya y en los Alpes y Pirineos. Tienen la corola tubulosa, ensanchada en la parte superior en un limbo plano o cóncavo, con cinco lóbulos enteros o escotados; las flores se disponen generalmente en umbela, en el ápice de un escapo, y las hojas se arrosetonan en la base del tallo.

La *P. officinalis* de las montañas peninsulares (fig. 468) se halla en casi toda Europa y en Asia; es la *primavera común*, de flores amarillas, con el cáliz más o menos hinchado, pentagonal, y de floración precoz, en nuestro clima desde fin de invierno. La *P. auricula*, de los Alpes, se cultiva con frecuencia en jardinería con sus numerosas variedades. Actualmente se han introducido en nuestros jardines muchas especies asiáticas como plantas de adorno; la *P. obconica*, de cáliz vejigoso, en forma de cono invertido, ocasiona, como otras especies afines, inflamaciones epidérmicas con la secreción de sus pelos glandulares.

El **Samolus** *Valerandi*, *pamplina de agua*, es una plantita de los sitios húmedos, común en España y difundida por todo el globo, notable por su ovario semiínfero, cosa excepcional en esta familia.

Las **Lysimachia** se caracterizan por su corola, de tubo muy corto y con prefloración retorcida, más larga que el cáliz. La *L. Ephemerum* es una hierba vivaz de tallo recto, simple, de follaje nítido y glauco, y flores numerosas, blancas, en largos racimos terminales, propia de la Península ibérica, y cultivada, a veces, como planta de adorno. De este género se conocen hasta 60 especies del Antiguo y Nuevo Mundo.

Como rarezas morfológicas, cabe indicar en esta familia las **Pelletiera** y la **Glaux** *maritima*. El género *Pelletiera* tiene los pétalos completamente libres; la *P. trinum* es notable, ya que no por su porte y por su talla, por vivir a la vez en Canarias y en América. El género *Glaux* carece de corola y es monotípico; la *G. maritima*, frecuente en los terrenos salinos del Norte de España, se halla en gran parte de Europa y en Asia.

Hierbas muy comunes en nuestros campos son los *murajes*, **Anagallis** *arvensis*, con sus dos variedades de flores azules y rojas. Los *Anagallis* se distinguen por su corola de tubo cortísimo, enrodada, más larga que el cáliz, y por su cápsula que se abre al través (pixidio). Comprende el género hasta una docena de especies, unas anuales como la ya mencionada *A. arvensis*, y otras perennes, como la *Anagallis collina* del Norte de África y de Tarragona.

Los **Cyclamen** se caracterizan por su corola de pétalos revueltos, con prefloración retorcida. Son plantas tuberosas, de hojas basilares, acorazonadas o arriñonadas y con pecíolo largo. Se conocen unas diez especies. El *C. europaeum*, la *artanita*, propio de las montañas del centro de Europa, de floración autumnal; el *C. repandum* florece, por el contrario, en primavera, y se distingue del anterior

por sus hojas muy angulosas; éste vive en la región mediterránea, y está representado en las Baleares y en Ibiza por la var. *balearicum*. Estos y otros *Cyclamen* se cultivan en macetas como plantas de adorno.

Flores zigomorfas las tiene el **Coris** *monspeliensis*, *hierba pincel*, pequeña matita perenne, de hojas lineares, densamente dispuestas en el tallo, con las flores numerosas, en racimos terminales, moradas; es frecuente en los matorrales de la mayor parte de la Península.

Orden 3.º **PLUMBAGINALES**

Flores hermafroditas, haplostémonas, con los pétalos libres o concrescentes; gineceo de cinco carpelos soldados en un ovario unilocular y uniovulado, con el óvulo anátropo. Este orden no comprende más que la familia siguiente:

Familia **Plumbagináceas**

Flores actinomorfas, pentámeras, con el cáliz persistente, generalmente membranoso. Estambres epipétalos, como en las Primuláceas. Fruto incluído en el tubo calicinal, seco y monospermo, dehiscente o indehiscente.

Plantas herbáceas o sufruticosas, con las hojas simples, a menudo coriáceas y arrosetonadas en la base del tallo; flores en espigas, panojas o cabezuelas. Comprende esta familia cerca de 300 especies, que habitan de preferencia en las costas y terrenos salinos del interior.

Los **Plumbago** tienen el cáliz y la corola de sépalos y pétalos concrescentes, los estambres no soldados a la corola. En España, y en toda la región mediterránea el *P. europaea*; las restantes especies habitan en los países tropicales. El *P. scandens* es una planta trepadora frecuente en los trópicos de América; el *P. capensis*, de África y Asia, se cultiva con frecuencia en nuestros jardines, de hermosas flores azul pálido.

Las **Armeria** tienen los pétalos apenas soldados en la base, con los estambres adherentes; las flores se disponen en cabezuela en el ápice de un escapo, rodeadas de brácteas escariosas, las más externas prolongadas en la base en una vaina que envuelve el extremo de dicho escapo. Hojas estrechas, lineales o lanceoladas. Se conoce medio centenar de especies que habitan en las costas o en las altas montañas. Cerca de la mitad viven en la Península; varias de ellas, como las *A. gaditana*, *A. macrophylla*, *A. cantabrica*, *A. splendens*, *A. Fontqueri*, *A. capitella*, etc., son endemismos ibéricos. Algunas se cultivan en jardinería.

Los **Statice** se diferencian al punto por sus escapos ramosos, con las flores en espiguillas dispuestas en espigas o panojas. Su número pasa de 100, diseminados por toda la tierra. También en este género tenemos varios endemismos en la Península, entre los cuales descuella como planta elegantísima el *St. insignis*, de los suelos salinos de Murcia y Almería. En Canarias la *St. arborea*, de gran talla, con las ramitas floríferas aladas.

Orden 4.º **EBENALES**

Flores actinomorfas, tetra o pentámeras; androceo concrescente con la corola, generalmente diplostémono o triplostémono, o con estambres en número indefinido; ovario plurilocular, con uno o escasos óvulos en cada cavidad de placentación axil.

Plantas leñosas siempre verdes de la zona tropical.

Familia **Sapotáceas**

Flores hermafroditas, raramente polígamas, con el cáliz de cinco sépalos de prefloración quincuncial, o con cuatro, seis u ocho, dispuestos en dos verticilos; pétalos en igual número que los anteriores o en número doble, en un verticilo, más o menos soldados en la base;

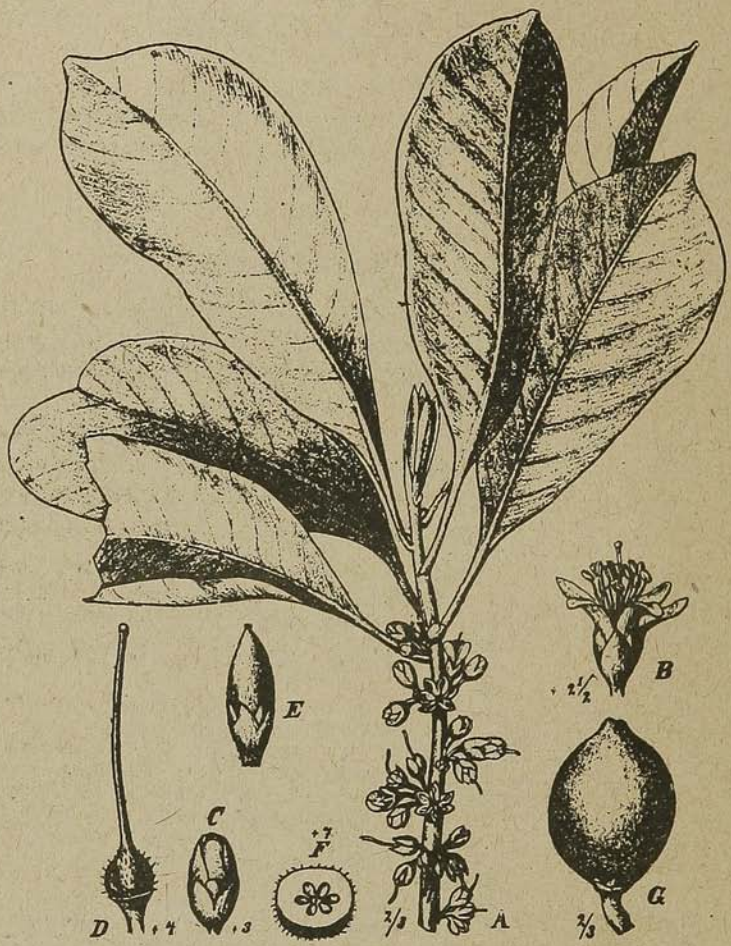


Fig. 469. *Palaquium Gutta.*
A, ramita en flor; *B*, flor; *C*, capullo; *D*, ovario; *E*, fruto joven; *F*, sección transversal del ovario; *G*, fruto maduro

androceo diplo o triplostémono; gineceo con tantos carpelos como pétalos, o en número doble, uniovulados. Fruto en baya.

Árboles o arbustos tropicales en número de unos 400, con las hojas sencillas y enteras, y las flores pequeñas, axilares, solitarias o agrupadas en corto número; poseen tubos laticíferos en el tallo y en las hojas, y sus semillas de cubierta lisa y brillante, un tejido nutricio generalmente rico en aceite.

Los **Palaquium** son árboles indo-malayos, con cáliz exámero, en dos verticilos trímeros, y corola también de seis pétalos, generalmente con doce estambres, y semillas sin tejido nutricio. Se conocen medio centenar de especies. De los *P. Gutta* (fig. 469), *P. oblongifolium* y otras especies, así como de la **Payena** *Leerii*, de esta misma familia, se obtiene por concreción de su látex la *gutapercha*.

El *sapotillo*, o *sapote*, es un árbol de las Antillas, **Achras** *Sapota*, de flores pequeñas, solitarias en las axilas de las hojas, con dos verticilos estaminales, el externo con los estambres reducidos o estaminodios. Se cultiva en los países tropicales por su fruto comestible. Es la única especie de este género. El *sapote grande* y el *sapote borracho* de Méjico pertenecen al género **Vitellaria**, *V. mammosa* y *V. salicifolia*, respectivamente, distintos por su fruto con una o tres semillas en vez de cinco o más que tiene el sapotillo. De *Vitellaria* se conocen unas 15 especies americanas. Doble número que éste comprende el género **Ponteria**, todas americanas, varias de ellas cultivadas por sus frutos, de flores tetrámeras con cuatro estambres fértiles y cuatro estaminodios; el *abí*, del Perú y Brasil, es la *P. Caimito*; el *níspero de monte*, de Colombia, la *P. tovarensis*, etc.

La **Argania** *Syderoxylon* es un árbol de ramitas espinosas y flores pentámeras, pequeñas, en glomérulos axilares, como las anteriores con un solo verticilo de estambres fértiles, el otro reducido a estaminodios, que vive en el Sur de Marruecos, donde forma bosques. De sus semillas muy a menudo concrescentes, se obtiene aceite, *aceite de argan*; su madera, muy dura y resistente, se utiliza en construcción.

En general, las especies de esta familia tienen la madera muy consistente, como la de la especie que acabamos de mencionar, como las del género **Syderoxylon**, como los **Chrysophyllum**, designados en general con el nombre de *palo de hierro*. Los *Crysophyllum* comprenden hasta 60 especies, principalmente americanas, distintas de las correspondientes a los géneros antes mentados por tener el androceo de un solo verticilo de estambres epipétalos, las flores pentámeras, pequeñas, en hacecillos axilares. El *caimito* de los trópicos americanos es el *Ch. Caimito* L.

Los **Mimusops** se caracterizan por su corola con apéndices externos tan largos o más que los pétalos. El *M. Balata* de Guayana, Venezuela y las Antillas, da un producto semejante a la gutapercha, conocido con el nombre de *balata*.

Familia **Ebenáceas**

Las Ebenáceas están constituídas por cerca de 300 especies de árboles o arbustos tropicales parecidos a los de la familia anterior. En ésta, sin embargo, las flores suelen ser unisexuales, y las plantas dioicas o polígamas; los carpelos son a menudo biovulados. Tienen la madera muy dura y muy pesada, de color variable.

El género más importante de las Ebenáceas es el **Diospyros**, que comprende él solo más de la mitad de las especies de esta familia. Diversos árboles de este género, el *D. Ebenum*, uno de ellos, producen la madera de *ébano*; el *D. Lotus* es el *palosanto*; las diversas variedades del *D. Kaki* se cultivan por sus frutos comestibles, los *kaki*.

Familia **Estiracáceas**

Flores hermafroditas, con los pétalos soldados en la base, y androceo diplostémono, con los estambres soldados inferiormente o en mayor extensión, formando un solo manojo tubular. Ovario súpero o semiínfero, con 3-5 cavidades que no alcanzan la parte superior del mismo, que es unilocular. Fruto drupáceo; a menudo el pericarpio se separa en tres valvas.

Árboles o arbustos tropicales, americanos y del Asia oriental, con una sola especie europea; plantas de hojas sencillas, enteras o dentadas, con las flores pequeñas, en racimos o solitarias; poseen pelos estrellados o escamiformes. No llegan a un centenar las especies de esta familia.

El género **Styrax** es el más importante, con unas 60 especies; tienen estas plantas flores pentámeras, con los diez estambres ensanchados en la base y soldados entre sí y con los pétalos; fruto dehiscente, con tres valvas, seco o carnoso. El *Styrax Benzoin*, árbol de Java y Sumatra, produce el *benjuí de Sumatra*; el *benjuí de Siam* se obtiene de otra especie de este género. La única especie europea del género *Styrax* es el *S. officinale* del Oriente mediterráneo, que produce el *estoraque sólido* (que no hay que confundir con el *estoraque líquido* actualmente en uso).

Orden 5.º **CONTORTAS**

Flores hipoginas, actinomorfas, tetra o pentámeras, con la corola en prefloración retorcida, y el androceo isostémono o, raramente, con menor número de estambres, concrescente con ella. Hojas generalmente opuestas y sencillas.

Familia **Oleáceas**

Flores hermafroditas, más raramente polígamas o dioicas, con cuatro sépalos y cuatro pétalos, éstos a veces libres entre sí, o, por aborto, nulos, y generalmente no retorcidos en el capullo. Androceo compuesto de dos estambres nada más, con el filamento corto. Gineceo de dos carpelos biovulados. La fórmula floral es así: $K4$, $[C(4), A2]$, $G\underline{(2)}$ (fig. 470). El fruto es muy variable en esta familia: cápsula, sámara, baya, drupa; a menudo, por fallar los restantes óvulos, mono o dispermo.

Las Oleáceas son plantas leñosas, con las hojas opuestas; habitan en número de cerca 400 en los países templados y cálidos de todo el globo, mayormente en Asia.

El género **Olea** se caracteriza por su corola con tubo corto, por su ovario con los óvulos insertos en lo alto y colgantes, y por su fruto en drupa, con un hueso muy duro. Comprende este género alrededor de 30 especies; la más conocida e importante, la *O. europaea, olivo* (fig. 471), propia, como planta autóctona, de los países mediterráneos, donde crece la forma salvaje, achaparrada, muy ramosa, con las ramitas duras y espinosas y fruto pequeño, el *acebuche*. La planta cultivada lo es muy comúnmente y desde época antiquísima en la región mediterránea, actualmente además en California y Florida, Perú, Chile, Colonia del Cabo, etc. Su fruto, las *olivas* o *aceitunas*, es comestible una vez pasado o adobado con sal y hierbas aromáticas; de su carne se extrae el *aceite de olivas, Oleum Olivarum*.

Los **Ligustrum** se diferencian de las especies del género anterior por su fruto en baya con 2-4 semillas; son arbustos o arbolillos asiáticos, con una sola especie europea, el *L. vulgare*, frecuente en nuestros bosques sombríos y húmedos, el *aligustre*.

Las especies del género **Syringa** se distinguen de las anteriores por su fruto capsular; tienen la corola con el tubo largo, generalmente, a diferencia de las *Olea* y *Ligustrum*. Se conocen unas diez especies de la Europa oriental y de Asia, varias de ellas cultivadas como plantas de jardín; la más conocida es la *S. vulgaris*, la *lila*.

El género **Forsythia** no comprende más que dos especies de China, distintas de las *Syringa* por su tubo corolino más corto que los lóbulos; son arbustos de floración precoz, con corolas amarillas. Se cultivan en jardinería las *F. suspensa* y *F. viridissima*.

Con fruto sámara tenemos el género **Fraxinus**, notable además en esta familia por su poligamia o dioecia, y por sus flores apétalas las más veces. Posee corola, entre otros, el *F. Ornus, orno*, frecuente en los barrancos y peñascales del extremo oriental de Valencia, en el Montgó, Mondúber, Aitana, Mariola, etc.; fuera de la Península se le halla en la mayor parte de los países mediterráneos de Europa, y

en Oriente. De esta especie se obtiene el *maná* en el Sur de Italia. El *Fraxinus excelsior* es el *fresno*, árbol elevado, de hojas imparipinnadas y flores apétalas. Vive en las montañas del Norte de la Península y en su parte occidental, diseminado además por la mayor parte de Europa; en el centro y Sur de España habita una especie muy afín, el *F. angustifolia*, que forma bosquecillos al pie del Guadarrama, y a lo largo de las barrancadas en Sierra Morena y en otras partes.

El género más importante de las Oleáceas por el número de sus especies es el **Jasminum**. Se diferencia de todos los anteriores por sus semillas erguidas y no



FIG. 470. Diagrama floral de *Olea europaea*

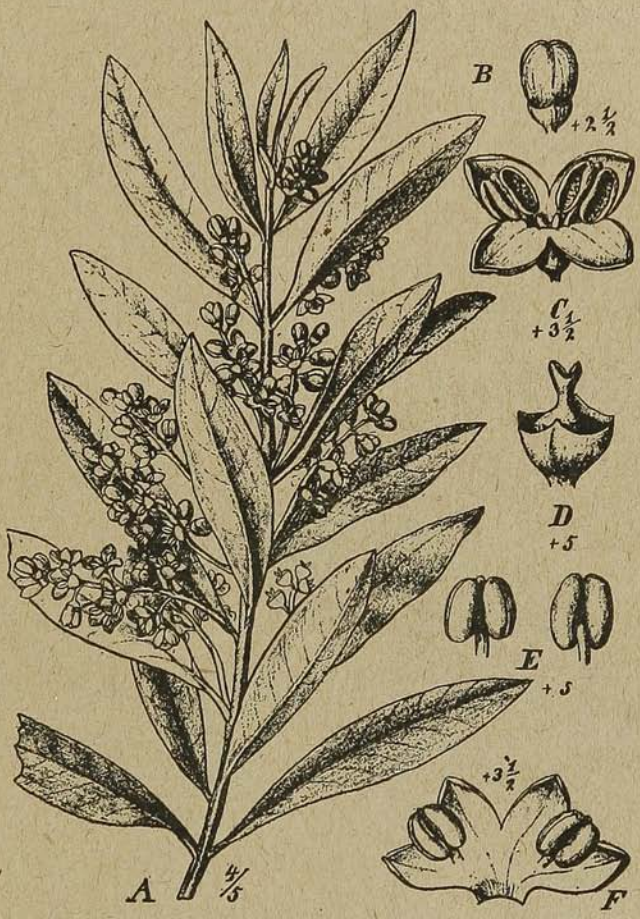


FIG. 471. *Olea europaea.*

A, ramita en flor; *B*, capullo; *C*, flor; *D*, ovario; *E*, anteras; *F*, corola cortada y abierta

colgantes, solitarias o apareadas en cada uno de los dos carpelos; fruto en baya, dídimo cuando no se atrofia uno de aquéllos. Comprende alrededor de 150 especies, arbustos, a veces trepadores, con las hojas imparipinnadas. En España no vive como especie autóctona sino el *J. fruticans*, diseminado por toda la región mediterránea, de flores amarillas e inodoras; en América, sólo una especie también, el *J. lanceolatum* de Ruiz y Pavón, propio del Perú. Las restantes especies habitan en los países tropicales y subtropicales del Antiguo Mundo. En los jardines se cultivan muy a menudo el *J. officinale*, *jazmín*, originario de Oriente, y el *J. grandiflorum*, *jazmín real*, ambos de flores blancas, muy olorosas. En Canarias vive como especie autóctona el *J. odoratissimum*, de flores amarillas.

Familia **Loganiáceas**

Flores hermafroditas, con la corola embudada, acampanada o enrodada; androceo isostémono. Ovario generalmente bilocular (figura 472). Fruto en cápsula, baya o drupa, con semillas numerosas o escasas, a menudo disciformes, con tejido nutricio. Comprende esta familia unas 360 especies, la mayoría tropicales; plantas herbáceas o arbustivas, y aun arbóreas, con las hojas opuestas y acompañadas de estípulas.

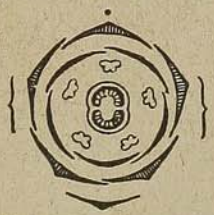


FIG. 472. Diagrama floral de *Strychnos Nux vomica*

El género **Strychnos** está integrado por unas 65 especies de los países tropicales del Antiguo y Nuevo Mundo, arbustos y árboles a menudo espinoso, o trepadores y provistos de zarcillos. Tienen fruto en baya. El *S. Nux vomica* es un árbol siempre verde de la India y del Archipiélago índico, del cual se usan en Farmacia las semillas, conocidas con el nombre de *nuez vómica*, *Sem. Strychni* (fig. 473), alojadas en corto número en la carne jugosa del fruto, que es globuloso y de epicarpio duro. Varias especies de este género son utilizadas para la obtención del *curare*, o *veneno de*

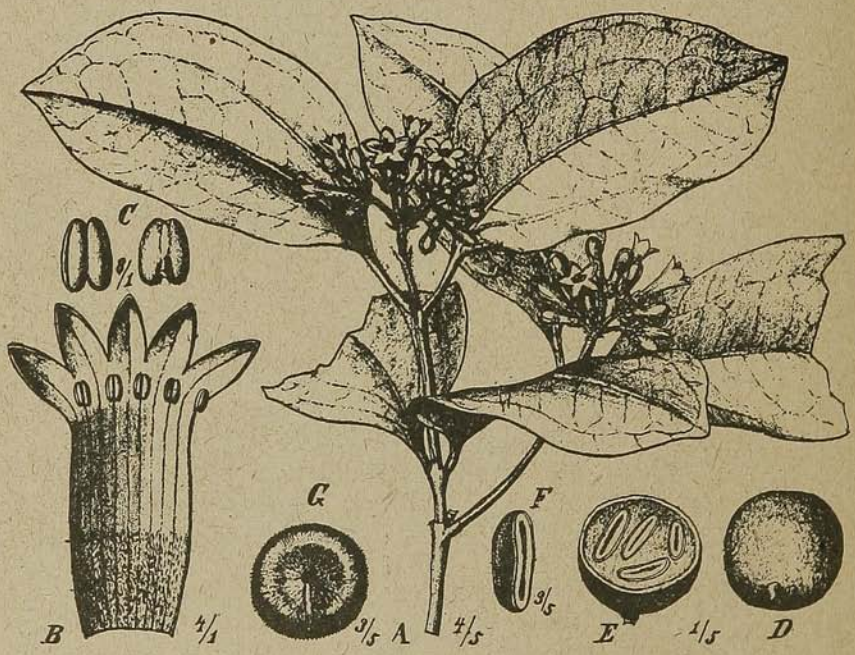


FIG. 473. *Strychnos Nux vomica.*
A, ramita florida; *B*, corola cortada y abierta; *C*, anteras; *D*, fruto; *E*, corte transversal del fruto; *F*, corte transversal de la semilla; *G*, semilla

flechas: tales son, por ejemplo, los *S. toxifera*, *S. Castelnaei*, etc., en América, el *S. Tiuete* en Java. El *S. Ignatii*, de Filipinas, produce el *haba de S. Ignacio*, *Fabae Ignatii*.

Sólo dos especies comprende el género **Gelsemium**, enredaderas de fruto capsular, con semillas numerosas en cada carpelo. El *gelsemio* es el rizoma del *G. sempervirens*, de Norteamérica, *Rad. Gelsemii*.

Familia **Gencianáceas**

Flores hermafroditas, parecidas a las de la familia anterior. Ovario súpero, bicarpelar, con las placentas parietales generalmente y unilocular, con numerosos óvulos. Fruto en cápsula con dehiscencia marginal, raramente bacciforme. La fórmula floral es $K\,5$, $C(5)$, $A\,5$, $G\underline{(2)}$ (fig. 474), o bien $K\,4$, $C(4)$, $A\,4$, $G\underline{(2)}$.



FIG. 474. Diagrama de una gencianácea (*Menyanthes trifoliata*)

Las Gencianáceas, en número de unas 750 especies, puede decirse que no faltan en ninguna parte del globo, adaptadas a variados medios de vida; se hallan lo mismo en las praderas alpinas que en los suelos salinos de las costas y tierras interiores, así en las regiones polares como en las tropicales. Son en su mayoría hierbas anuales o vivaces, más raras veces plantas leñosas, con las hojas opuestas y sin estípulas; las flores, ya pequeñas, ya de talla extraordinaria relativamente a lo diminuto de la planta que las lleva, dispuestas generalmente en cimas.

El género **Gentiana** es el más importante de esta familia por el número de sus especies, que llega a 300, y por la utilidad de algunas de éstas. Las *Gentiana* son plantas herbáceas, con las hojas sentadas, a veces en roseta en la base del tallo, con las flores axilares o terminales, de cáliz tubuloso y corola las más veces pentámera.

El fruto es una cápsula unilocular, con semillas numerosas. Viven de preferencia en las montañas, y son más o menos frecuentes en las del hemisferio boreal, en los Andes, y aun en Oceanía, hasta el sudeste de Australia, Tasmania y Nueva Zelanda. La *G. lutea* (fig. 475) es la *genciana* o *genciana mayor*, que vive en los Pirineos y montañas del Norte de España, así como en las del centro y Sur de Europa. Su raíz es oficinal, *Radix Gentianae*. Esta *Gentiana* es vivaz, hasta de 1 m. de alto, con grandes hojas y flores pedunculadas, de corola amarilla, rotácea. En los Pirineos se confunde a menudo con la *G. Burseri*, de flores como las anteriores en fascículos densos axilares, pero en ésta sentadas, y con la corola largamente tubulosa. En las praderas alpinas de las montañas de Europa es frecuente la *G. acaulis*, pequeña plantita de tallo corto y enormes flores de un color azul intenso. Las especies de este género constituyen uno de los mayores atractivos de la flora alpina. La única especie endémica española es la diminuta *G. Boryi*, de flores pálidas, característica de las praderas más elevadas de Sierra Nevada y Gredos.



FIG. 475. *Gentiana lutea*.
A, fragmento de la inflorescencia; *B*, capullo, visto en dos posiciones distintas; *C*, antera, vista por delante y por detrás; en *D*, vista lateralmente; *E*, fruto abierto; *F*, corte transversal del ovario

Los **Centaurium** se distinguen de las *Gentiana* por su ovario terminado en estilo largo, no con estigma sentado como en aquéllas. Son plantitas herbáceas de flores rosadas, amarillas o blancas, en cimas terminales. El *C. umbellatum* (**Erythraea Centaurium**), frecuente en la Península, es la *centaura menor* (fig. 476), de flores rosadas, con las anteras retorcidas una vez expulsado el polen; sus sumidades constituyen la *Herba Centaurii*.

El género **Menyanthes** es monotípico ; la *M. trifoliata* (fig. 477) se reconoce fácilmente por sus hojas no opuestas sino esparcidas, y basilares, largamente pecioladas y trifolioladas. En España es muy rara, conocida con el nombre de *trébol acuático ;* se halla muy escasa en los Pirineos, en la sierra de Urbión, en Galicia, etc., en las turberas de las montañas mayormente. Es especie diseminada por todo el hemisferio boreal.

No terminaremos esta familia sin mencionar el género **Leiphaimos**, que comprende unas 20 especies de los trópicos americanos. Plantas notables dentro de esta familia por carecer de clorofila y ser saprofitas ; tienen el tallo simple y las hojas están reemplazadas por diminutas escamas. Citaremos del Brasil, Guayana, etc., la *L. aphylla ;* de Méjico, la *L. parasitica ;* de Venezuela, la *L. azurea*, etc.



FIG. 476. *Centaurium umbellatum.* *A*, partes superior, y *B*, inferior, de la planta florida ; *C*, corte a lo largo de la flor ; *D*, antera después de expulsado el polen ; *E*, ovario, estilo y estigmas

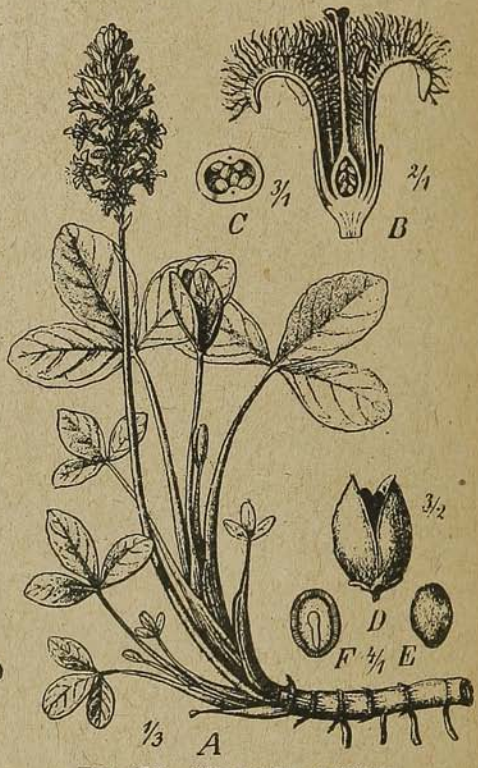


FIG. 477. *Menyanthes trifoliata.* *A*, planta en flor ; *B*, corte longitudinal de la flor ; *C*, ovario cortado al través ; *D*, cápsula repleta de semillas ; *E*, semilla ; *F*, sección longitudinal de la misma

Familia **Apocináceas**

Por su estructura floral las Apocináceas concuerdan en líneas generales con las familias anteriores de este orden. Presentan a menudo en la garganta o en el tubo corolino apéndices de forma varia o un anillo completo más o menos aparente. Notable es también que el gineceo tenga con frecuencia libres en la región ovárica los dos carpelos que lo integran, en tanto que se sueldan en un estilo único, o libres asimismo en la región estilar, en un solo estigma. El fruto es generalmente un doble folículo con muchas semillas provistas de un penacho de pelos a modo de vilano. La fórmula floral es $K\,5$, $C(5)$, $A\,5$, $G\underline{(2)}$.

Numerosa familia de plantas tropicales, con muy escasos representantes en Europa, constituída por un millar de especies en su mayoría leñosas, a menudo bejucos, más raramente arbustivas o arbóreas, con vasos laticíferos. Tienen hojas sencillas y enteras, opuestas o verticiladas, y las flores dispuestas en cimas las más veces, pero también solitarias. Los tallos, hojas y semillas de las Apocináceas contienen glucósidos por lo general muy venenosos, que atacan el corazón, utilizados a menudo en Farmacia.

Los **Strophanthus** son arbustos o bejucos, que en número de unas treinta especies habitan en África, principalmente. Se caracterizan por sus flores con una corona de apéndices en la corola, ésta con sus lóbulos terminados muy a menudo en punta larguísima (fig. 478, *A*); su fruto es un doble folículo con los carpelos tan divergentes en la madurez que, unidos por sus bases, aparecen opuestos

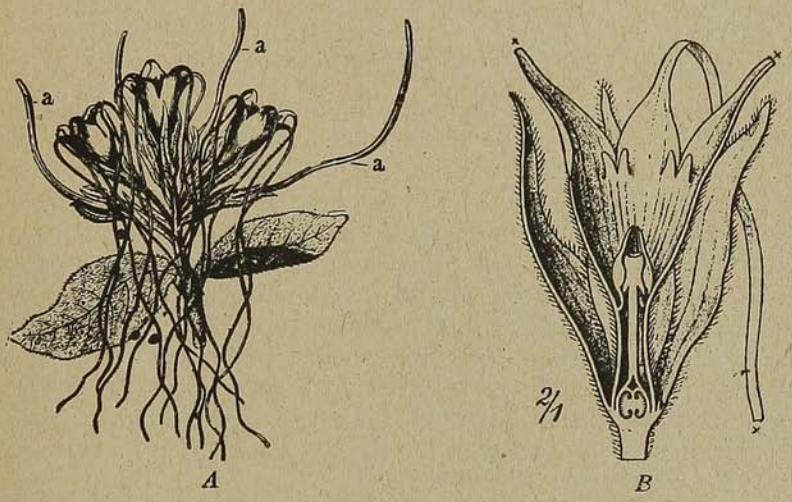


FIG. 478. *Strophanthus hispidus.*
A, fragmento de una ramita florida, con algunos capullos *a*; *B*, corte longitudinal de una flor, con los largos segmentos corolinos seccionados en *x*

horizontalmente; las semillas terminan en una larga arista plumosa en el ápice. Son oficinales los *S. hispidus* (fig. 478) del África occidental, y *S. Kombe* del África oriental, bejucos de grandes hojas elípticas y flores abigarradas. Las semillas de ambas especies (o modernamente sólo de la última) son oficinales, *semillas de estrofanto*, *Sem. Strophanthi*.

El género **Aspidoderma** se diferencia del anterior por carecer de corona, por sus lóbulos corolinos no terminados en punta larga, por las anteras no adherentes al estigma como es el caso en los *Strophanthus*, por su fruto fuertemente comprimido y por sus semillas también comprimidas y aladas. Se conocen cerca de medio centenar de especies, la mayoría sudamericanas, árboles de madera muy dura, con las hojas las más veces alternas, y no opuestas, como es la regla en esta familia. Hojas opuestas o verticiladas, pequeñas y puntiagudas tiene la *A. Quebracho blanco*, de la Argentina, cuya corteza, *Cortex Quebracho*, rica en tanino, se usa como curtiente.

En España sólo está representada esta familia por los géneros **Nerium** y **Vinca**.

El género **Nerium** es afín del *Strophanthus*. Se distingue de éste por su corola con los lóbulos no acuminados, por sus folículos erguidos, y por sus semillas con un penacho de pelos en el ápice, caedizo, en vez de la arista plumosa de los *Strophanthus*. Se conocen tres especies de la región mediterránea y de Oriente. En la Penín-

sula y en los países mediterráneos todos, habita el *Nerium Oleander, adelfa, baladre*, hermoso arbusto de hojas coriáceas, lanceoladas, siempre verdes, y grandes flores rosadas, purpúreas o blancas; se le halla en las ramblas y barrancos del litoral levantino, desde la Cataluña transibérica hasta Portugal, penetrando hasta los valles meridionales de Sierra Morena, donde contribuye en mucho a la belleza del paisaje. Se le cultiva a menudo como planta decorativa. Sus hojas son venenosas.

Las **Vinca** son plantas herbáceas, leñosas en la base, de follaje siempre verde, con las flores axilares, solitarias, azules. Se conocen cinco especies de Europa y Asia. En la Península viven las *V. minor, pervinca, V. media* y *V. major;* la *V. media* es la más frecuente, bien que no común, en los setos y bosquecillos frescos. La *V. minor* se cultiva comúnmente para vestir parterres, aun los más sombríos. Todas ellas son de floración precoz.

De varias especies de los géneros **Landolphia, Kickxia, Clitandra, Carpodinus** y otros, las más bejucos del África tropical, se obtiene caucho. Asimismo de la **Hancornia** *speciosa*, única especie de este género, arbolillo del Brasil, con ramas colgantes y frutos en drupa, comestibles, llamados *manguba*.

Familia **Asclepiadáceas**

También las Asclepiadáceas son parecidas a las anteriores familias por su morfología floral. Indicaremos las particularidades que la distinguen y caracterizan. La corona, que hemos visto aparecer en la familia últimamente descrita, bien que tampoco general para las plantas de ésta, toma aquí, sin embargo, una marcada preponderancia, y la presentan la mayoría de sus especies. Consiste en unos casos en un conjunto de apéndices libres, en otros soldados, ya simple, o doble, y aun triple. En ocasiones enlaza en un solo cuerpo los estambres y la corola. Los estambres, de filamentos muy cortos o nulos, son raramente libres, por lo regular se sueldan al pistilo (fig. 479); los granos de polen se reúnen formando tetradas, o más comúnmente todos los del saco polínico se adhieren entre sí y constituyen, como en las orquídeas, un polinario (fig. 479, *F*, *G*). Entre cada dos anteras, situados en el borde del estigma, se hallan unos aparatitos especiales compuestos las más veces de un disco basilar, viscoso, con dos ramitas laterales o brazos, de cuyo ápice cuelgan sendos polinarios procedentes de dos anteras contiguas; este conjunto de disco y brazos recibe el nombre de *translator* (fig. 479, *G*), y es característico y exclusivo de las Asclepiadáceas. El gineceo tiene libres en las regiones ovárica y estilar sus dos carpelos, soldados en un estigma único. El fruto es un doble folículo, con numerosas semillas provistas de vilano. La fórmula floral es la misma que la de la familia anterior.

Las Asclepiadáceas constituyen una familia todavía más numerosa que la anterior, compuesta de plantas herbáceas o más comúnmente arbustivas, a menudo trepadoras, y en ocasiones crasas, cactiformes; las hojas son también, como en aquella familia vecina, opuestas, sencillas, enteras y sin estípulas; las flores se disponen en inflorescencias de tipo definido, en cimas corimbiformes o umbeliformes, o en racimos o panojas; poseen látex. Viven de preferencia en los países tropicales, con muy escasos representantes en Europa.

La **Marsdenia** *Condurango*, bejuco de hojas aterciopeladas, vive en la América tropical, en Colombia y El Ecuador; su corteza es oficinal, *Cortex Condurango*.

La **Solenostemma** *Argel* es un arbusto de Egipto y Arabia cuyas hojas lanceoladas, de consistencia coriácea (*sen de la Meca*, de los árabes), se encuentran a veces mezcladas en el *sen de Palta*.

En España no tenemos más géneros indígenas que los **Cynanchum, Periploca** y **Caralluma**. El **Cynanchum** *Vincetoxicum* es el *vincetóxico*, de tallos erguidos, herbáceos, hojas aovadas o lanceoladas, y flores en cimas umbeliformes axilares, de corola verdosa; es la especie de esta familia que vive más al Norte de Europa, pues alcanza hasta Inglaterra, Dinamarca, Finlandia, etc. El rizoma se usó como contraveneno. En España se halla además el *V. nigrum*, notable por su corola negra. El *C. acutum* es una plantita glauca, de tallos volubles, a menudo tendidos, y

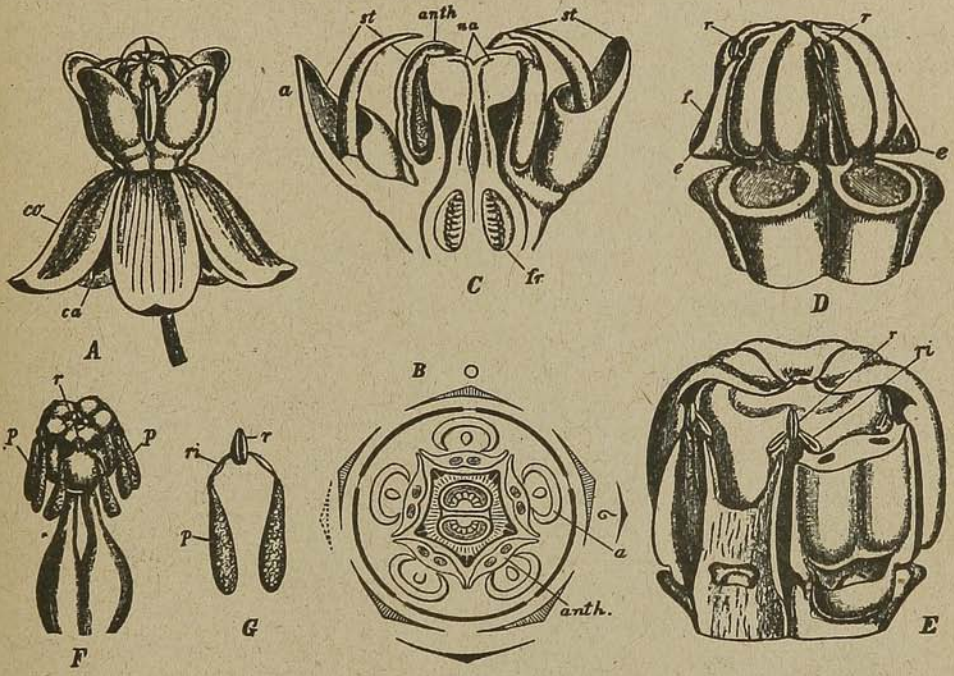


FIG. 479. *Asclepias Cornuti.*

A, flor; *B*, diagrama; *C*, corte longitudinal de la flor: *ca*, cáliz; *co*, corola; *st*, estambre; *anth*, mitad anterífera fértil; *a*, mitad anterífera estéril, desarrollada en forma de bolsa; *na*, estigma. *D*, androceo, separada la parte estéril de sus anteras; *e*, expansiones de las anteras, que forman los pliegues *f*, en cuya parte superior se halla el disco basilar *r*, de los translatores. *E*, androceo joven, en el cual se ven claramente el disco *r* y los brazos *ri* de un translator; la secreción viscosa del disco se escurre a lo largo de los brazos (*ri*) en gotera, en cuyo ápice quedan pegados los polinarios. *F*, gineceo, con el androceo separado; los polinarios cuelgan de los translatores. *G*, translator aislado con dos polinarios. (Según K. Schumann)

hojas acorazonadas, con las flores blancas, el *matacán* o *corregüela lechosa*, frecuente en los ribazos de la parte mediterránea de la Península; su látex desecado es la llamada *escamonea de Montpellier*.

La **Periploca** *laevigata* es el *cornical*, arbusto de Murcia y Almería.

Las **Caralluma** son Asclepiadáceas carnosas, de aspecto cactiforme, con tallos tetragonales, hojas muy reducidas y flores medianas, ya acampanadas o enrodadas. Las únicas especies que tenemos en Europa son la *C. europaea*, de Sicilia y Norte de África, representada en España por la var. *confusa* en las costas de Almería, y designada en el país con el nombre de *chumberillo de lobo*, y la *C. Munbyana*, también africana, cuya variedad *hispanica* crece en la provincia de Murcia.

Parecidas a las *Caralluma* son las **Stapelia**, con unas 80 especies del África austral; la *S. variegata*, *flor del lagarto*, se cultiva a menudo. Asimismo la *flor de cera*, *Hoya carnosa*, del Asia; la **Asclepias** *syriaca*, etc., etc. En Cataluña, Baleares,

Andalucía, etc., se halla asilvestrado el **Gomphocarpus** *fruticosos*, mata lampiña, de hojas estrechas, flores blancas, y folículos muy hinchados, erizados de púas blandas, con semillas de vilano sedoso, brillante, por cuyo motivo suele designarse con el nombre de *mata de la seda*.

Procede del África tropical, y se la halla asilvestrada en los países cálidos de la mayor parte del globo.

Orden 6.º **TUBIFLORAS**

Flores hipoginas, actinomorfas o zigomorfas, con cuatro verticilos, los tres externos, generalmente pentámeros. Androceo completo, o, por aborto, reducido el número de estambres, que son concrescentes con la corola. Ovario bilocular, raramente trilocular, a menudo plurilocular por la existencia de falsos tabiques, con dos o numerosos óvulos en cada cavidad. La mayoría plantas herbáceas con las hojas alternas u opuestas.

Familia **Convolvuláceas**

Flores hermafroditas, actinomorfas, con la corola acampanada, embudada o enrodada, con cinco lóbulos superficiales o profundos; androceo compuesto de cinco estambres, raramente sólo cuatro, soldados a la base de la corola. El gineceo consta, por lo regular, de dos carpelos, con ovario bilocular, o plurilocular, por la existencia de falsos tabiques; el estilo es único, con dos estigmas, o doble. Los carpelos tienen, por lo regular, dos óvulos cada uno; el fruto es bacciforme o seco, a menudo capsular. La fórmula floral es así: $K\,5\,[C\,(5),\ A\,5],\ G\underline{(2)}$ (fig. 480).



Fig. 480. Diagrama de una Convolvulácea

Numerosa familia, tropical principalmente, la de las Convolvuláceas, con un millar de especies que habitan de preferencia en África y América. Plantas herbáceas o leñosas, a menudo laticíferas, y frecuentemente enredaderas, volubles, con las hojas esparcidas y sin estípulas. Algunas carecen de clorofila, y son filamentosas, sin hojas, parásitas de otras plantas.

El género **Convolvulus**, que da nombre a la familia, comprende más de 150 especies, hierbas anuales o vivaces, a menudo volubles, o matas, con el ovario globuloso terminado por un solo estilo largo y con dos estigmas; el fruto es una cápsula que se abre por cuatro valvas o irregularmente, con dos semillas por cavidad. El *C. arvensis* es la *corregüela*, muy frecuente en nuestros cultivos y en los de gran parte del globo, y difícil de extirpar por sus rizomas profundos y muy ramificados. En España viven los *C. valentinus* y *C. nitidus*, endémicos; en Canarias hasta cinco endemismos. Uno de ellos, el *C. scoparius*, mata de hojas lineales, se usó antiguamente en Farmacia, *Lignum Rhodium*. Del rizoma del *C. Scamonia*, de Asia Menor, se usa el jugo concreto, *Resina Scammoniae*, como purgante, la *escamonea*. El *C. tricolor*, plantita anual, herbácea, de flores vistosas, crece en España, y se cultiva en jardinería con el nombre de *maravilla*.

Los **Exogonium** viven en los trópicos americanos, hierbas o arbustos volubles, de flores vistosas, rojas, con los estambres salientes y el estigma globuloso, bilobulado. Las raíces tuberosas del *E. Purga* (fig. 481), de las vertientes andinas de Méjico, constituyen la *jalapa*, *Tubera* y *Resina Jalapae*.

Afín del anterior es el género **Ipomoea**, que se distingue por sus sépalos membranosos o coriáceos, y los estambres incluídos. Se conocen unas 300 especies de los países tropicales y subtropicales. La especie más extendida es la *I. Batatas, moniato, batata, batata de Málaga, camote*, originaria de la América central, y muy cultivada en los trópicos por sus raíces tuberosas, ricas en fécula y azúcar; en España se cultiva también, principalmente en Andalucía.

Los **Pharbitis** se parecen a las *Ipomoea*, pero su cáliz es herbáceo, y el fruto tiene tres cavidades y seis semillas en vez de cuatro. Comprende este género como

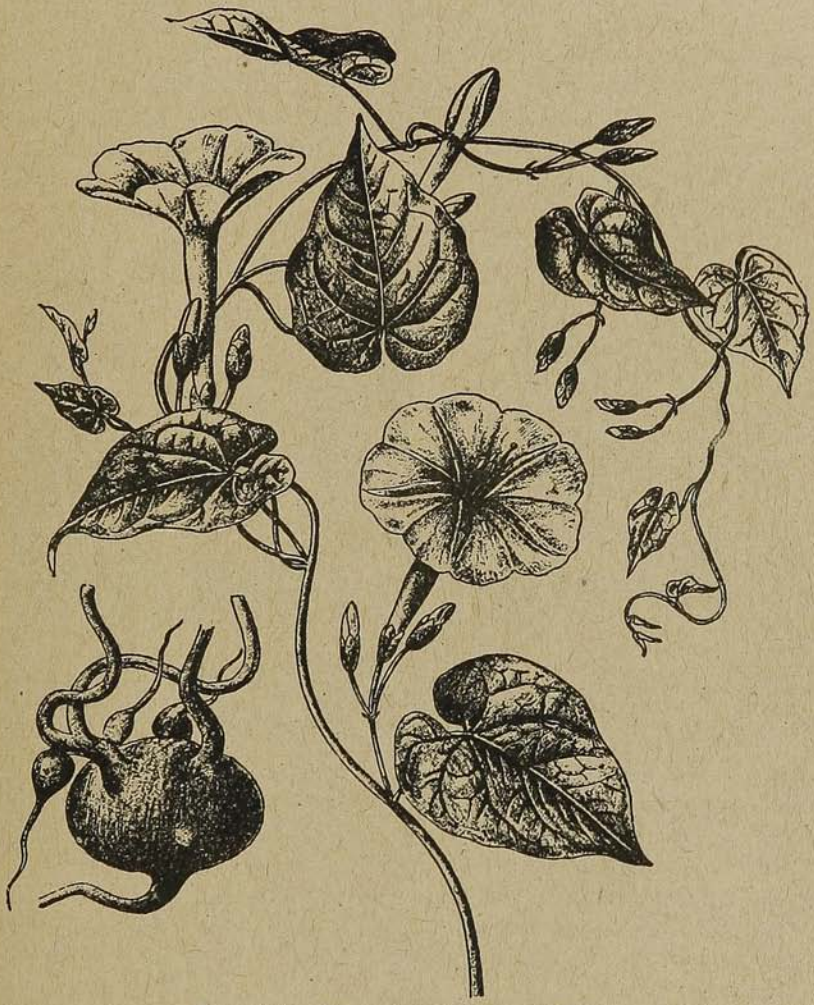


FIG. 481. *Exogonium (Ipomoea) Purga*

medio centenar de especies tropicales, herbáceas o leñosas, volubles. Se cultivan muy a menudo como enredaderas las *Ph. hispida*, de la América meridional, con sus numerosas variedades, *campanilla, enredadera, maravilla; Ph. hederacea*, etc.

El género **Cuscuta** está compuesto por unas cien especies parásitas, sin clorofila, filamentosas, que crecen sobre otras plantas a expensas de las cuales viven. Tienen las flores diminutas, en glomérulos más o menos globulosos, y por su morfología concuerdan con las de las especies restantes de esta familia. Tienen éstas, sin embargo, como cosa propia, cinco escamitas corolinas infraestaminales, que raramente faltan. El embrión es alargado, más o menos arrollado, y carece de cotile-

dones. En España la especie más común es la *C. Epithymum*, que vive no sólo sobre el tomillo, sino sobre muchas otras especies de labiadas, papilionáceas, etc.; las *C. Epilinum*, del lino, y *C. Trifolii*, de los tréboles, habas, etc., causan grandes daños en los cultivos de estas plantas.

Familia **Borragináceas**

Flores hermafroditas, actinomorfas, más raramente zigomorfas, con la corola tubulosa, asalvillada, o embudada, con cinco lóbulos, a veces muy poco aparentes, y androceo de cinco estambres. Gineceo compuesto de dos carpelos en posición mediana, con ovario bilocular y biovulado que, por la formación de falsos tabiques, se descompone en cuatro celdillas monospermas. Las más veces estas celdillas, a causa de un desproporcionado crecimiento dorsal, aparecen independientes,

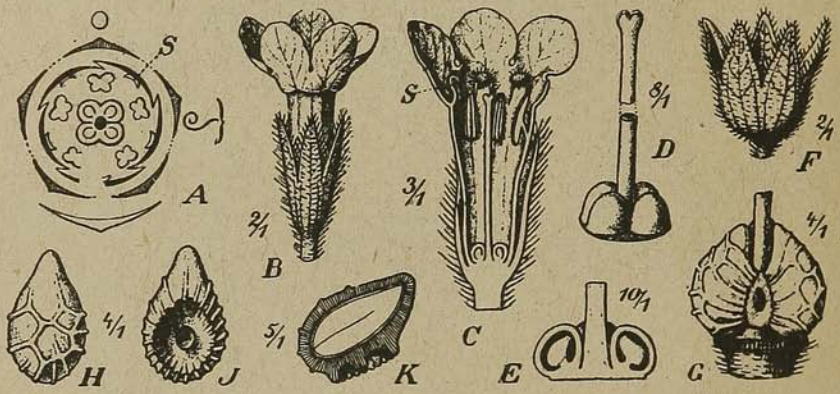


FIG. 482. *Anchusa officinalis*.

A, diagrama floral y *S*, escamas de la garganta; *B*, flor; *C*, la misma, cortada a lo largo; *D*, ovario y estilo; *E*, corte longitudinal de los mismos; *F*, cáliz fructífero; *G*, fruto de la *Anchusa*, separada la nuececilla delantera; *H*, semilla vista por fuera; *J*, por dentro, y *K*, en sección longitudinal

y el estilo, que es único, resulta inserto entre ellas, más o menos próximo a su base interna, y se llama *ginobásico* (fig. 482, *D*, *E*, *G*). Su fórmula floral es ésta: $K5, [C(5), A5], G\underline{(2)}$ (fig. 482, *A*). El fruto se compone ordinariamente de cuatro nuececillas, a veces de menos, por no desarrollarse todas las celdas del ovario; en muchas Borragináceas extraeuropeas de estilo terminal, no ginobásico, el fruto suele ser una drupa.

Las Borragináceas son hierbas anuales o vivaces, cubiertas de pelos recios, más o menos ásperas al tacto, más raramente plantas leñosas, matas, arbustos, o árboles en los países tropicales, con las hojas alternas y sin estípulas. Las flores se disponen en cincinos racemiformes o espiciformes; la corola presenta a menudo apéndices en la garganta.

Rica familia con unas 1500 especies, difundida por la mayor parte del globo, con numerosos representantes en la región mediterránea.

Entre los géneros tropicales de esta familia hay que indicar las **Cordia**, más de 200 especies principalmente americanas, árboles o arbustos de fruto en drupa y estilo terminal, dos veces bifurcado. Muchas son apreciadas por su madera, o por su fruta, comestible, tal la *C. Sebestena*, de las Antillas y América central.

El género **Heliotropium** se caracteriza también por su estilo terminal, pero el fruto es seco, compuesto de cuatro nuececillas o de una doble pareja. Comprende más de 200 especies, ya herbáceas, ya leñosas. En España como especies autóctonas no se hallan más que los *H. europaeum* y *H. supinum*, pequeñas hierbas sin interés ; naturalizado y procedente de América, el *H. curassavicum ;* cultivado como planta ornamental, de flores suavemente perfumadas, el *heliotropo*, *H. peruvianum*, originario del Perú y Ecuador.

Los **Cynoglossum**, como todos los géneros que siguen, tienen el estilo ginobásico. En este género las cuatro celdillas del ovario quedan adheridas al estilo por su ángulo interno, y las nuececillas son comprimidas, con el dorso plano, a veces con un reborde, cubierto de aguijones ganchudos. Se conoce medio centenar de especies, de los países templados y subtropicales. El *C. officinale*, que habita en contados



FIG. 483. *Myosotis palustris*



FIG. 484. *Pulmonaria officinalis*

sitios de España, se halla diseminado en la mayor parte de Europa y en América del Norte ; es la *cinoglosa*, oficinal en España, *Radix Cynoglossi*.

El género **Symphytum** tiene las nuececillas insertas por su base, que es cóncava y con un reborde en forma de anillo. El tubo corolino está adornado con cinco evaginaciones escamiformes puntiagudas. Este género queda integrado por unas 15 especies de Europa y de la región mediterránea. El *S. officinale*, frecuente en la mayor parte de Europa, es la *consuelda mayor*, *Radix Consolida majoris*.

El género **Borrago**, por la disposición de sus frutos, concuerda con el anterior ; se distingue fácilmente por su corola enrodada, no tubulosa, con escamas corolinas cortas y estambres con un apéndice en la parte posterior. No comprende el género sino tres especies, la más conocida la llamada *borraja*, *Borrago officinalis*, de flores azules y hojas anchas, de las huertas y sitios incultos de la región mediterránea. Las flores son oficinales, *Flores Borraginis*, y las hojas, emolientes, se comen cuando jóvenes como verdura.

Las **Anchusa** se diferencian del género anterior por su corola largamente tubular, con limbo de cinco lóbulos redondeados ; los estambres carecen de apéndices. Se conocen unas 40 especies de Europa y región mediterránea principalmente. La *Anchusa officinalis* es la *buglosa*, cuyas flores, *Flores Buglossi*, y aun sus raíces y hojas, se usaron como oficinales ; en España se sustituye por la *A. italica*, frecuente en los sembrados y tierras de labor.

Las **Alkanna** se distinguen de las anteriores porque carecen de evaginaciones escamiformes en la corola, que es embudada ; el cáliz está dividido hasta cerca de su base, y las nuececillas a menudo en número reducido, son verrugosas o con aguijoncitos en el dorso. Comprende unas 30 especies mediterráneas. La *A. tinctoria* vive en la Península y en casi toda la región mediterránea ; es la *palomilla de*

tintes u *orcaneta roja*, cuya raíz, *Radix Alkannae*, posee una materia colorante rojo purpúrea, fácilmente soluble en el alcohol y éter, que se utiliza para colorear las grasas, en las cuales se disuelve también fácilmente.

Unas pocas especies europeas integran el género **Pulmonaria**, que se caracteriza por su corola azul, con las escamas reemplazadas por hacecillos de pelos, y por sus nuececillas lisas. La *P. officinalis*, *pulmonaria* (fig. 484), de la Europa central, se usó antiguamente en Farmacia contra las enfermedades pulmonares, *Herba* y *Radix Pulmonariae*.

Los **Myosotis** pertenecen a otro grupo de Borragináceas con las nuececillas insertas también por su base, que es plana o algo convexa en vez de cóncava. Son éstos hierbas anuales o vivaces, de florecitas menudas, con la corola enrodada y de prefloración retorcida, generalmente azul, conocidas con el nombre de *nomeolvides*. Algunas se cultivan en jardinería (fig. 483).

El género **Lithospermum** comprende unas 40 especies de las zonas templadas. Son plantitas leñosas, pequeñas matas o arbustos de poca talla, más raramente hierbas vivaces o anuales, con la corola provista de escamas pequeñas, estambres incluídos y nuececillas de pericarpio muy duro. El *L. officinale* es una planta vivaz frecuente en España, herbácea, de flores blancas y frutos lisos y brillantes, llamada *mijo de sol*. Las nuececillas de este *Lithospermum* se usaron antiguamente como litontrípticas, con el nombre de *Semen Milii solis*. La *hierba de las siete sangrías*, de la medicina casera, es el *L. fruticosum*, pequeña matita de flores azules y hojas estrechas, muy ásperas, que se cría en los matorrales y yermos de España. El *L. oleifolium*, de Cataluña, es un notable endemismo pirenaico.

Todos los géneros mencionados hasta aquí tienen flores actinomorfas. El único con representación ibérica, que se aparta de este tipo, es el **Echium**, de corolas zigomorfas, embudadas, sin escamas de ninguna clase en la garganta ; su androceo tiene los filamentos estaminales de longitud desigual y ordinariamente exertos. Las *viboreras* son diversas especies de este género frecuentes en España. El *E. vulgare* es la más común. Diversas especies arbustivas de Canarias y Madera se cultivan como plantas de adorno, *E. fastuosum*, *E. giganteum*, etc.

Familia **Verbenáceas**

Flores hermafroditas generalmente, zigomorfas, con el androceo de cuatro estambres, dos largos y dos cortos (didínamos), o reducidos a una sola pareja. El gineceo se compone las más veces de dos carpelos en posición mediana, soldados en un ovario con cuatro cavidades por desarrollarse falsos tabiques en su interior ; cada cavidad con un solo óvulo ; el estilo es terminal o casi terminal. El fruto es drupáceo por lo regular, a veces muy poco carnoso, y en algunos casos se descompone en la madurez, soltándose las cuatro celdillas monospermas que lo integran, semejantemente a lo que acontece en las Borragináceas y Labiadas.

Comprende esta familia unas 750 especies herbáceas, o más frecuentemente leñosas, arbustos o árboles de hojas opuestas y sin estípulas, que habitan casi exclusivamente en los países tropicales y subtropicales, con muy escasos representantes en Europa.

El género **Verbena**, que da nombre a la familia, se caracteriza por sus flores dispuestas en espigas, con la corola apenas bilabiada, cuatro estambres, y fruto seco que se escinde en la madurez en cuatro nuececillas. Hierbas o matas, que en número de unas 80 especies habitan de preferencia en América. En España, y en la mayor parte de Europa, la especie más común es la *V. officinalis*, *verbena*, hierba bien poco llamativa que crece junto a los cultivos y a orillas de campos y caminos. Antiguamente, y aun hoy por el pueblo, se tuvo por planta medicinal, para combatir enfermedades muy diversas. Esta especie de origen europeo se ha introducido y naturalizado en la mayoría de los países americanos. En España vive además otra especie, la *V. supina*. Varias plantas de este género se cultivan en jardinería, tales, por ejemplo, como las *V. chamaedryfolia*, *verbena melindres*, de

flores rojas, originaria del Brasil y Argentina, *V. bonariensis*, *V. venosa*, también americanas, etc.

El género **Lantana** comprende como medio centenar de arbustos de los países tropicales y subtropicales de América, con escasos representantes en el Antiguo Mundo. Tienen fruto drupáceo con un solo hueso bilocular o con dos huesos uniloculares. Se cultivan varias especies en jardinería: *L. lilacina*, *L. crocea*, *L. Cámara*, etc.

Las **Lippia** se diferencian de las anteriores por su fruto seco, que se divide en dos nuececillas monospermas en la madurez. Son matas o arbustos, raramente plantas herbáceas, que en número de un centenar habitan principalmente en América. La más conocida, cultivada muy a menudo en jardines y ventanas, es la *hierba Luisa* o *María Luisa*, *L. citriodora*, de olor muy agradable, originaria de la Argentina, Uruguay, Chile, etc. En España no vive como autóctona más que la *L. nodiflora*, pequeña hierba rastrera, de los países cálidos de todo el globo.

El género **Tectona** comprende unas pocas especies asiáticas, árboles de gran talla. Tienen las flores actinomorfas dispuestas en cimas, y los frutos son drupitas muy poco carnosas. La *T. grandis*, de la India, Java, etc., es un árbol de hasta 30 y 40 m. de alto, de madera de gran dureza, la más apreciada para la construcción de buques.

Los **Vitex** tienen las flores dispuestas también en cimas, pero son zigomorfas, con cuatro estambres didínamos, y corola bilabiada, con cinco lóbulos; el fruto es drupáceo, con un hueso de cuatro cavidades monospermas. Comprende este género como unas 60 especies de los países cálidos, arbustos o árboles de hojas palmeado-compuestas. En la Península y en toda la región mediterránea vive el *sauzgatillo* o *agnocasto*, *Vitex Agnus-castus*, famoso en la antigüedad como anafrodisíaco.

Familia **Labiadas**

Deriva el nombre de esta familia de la corola *bilabiada* de la mayoría de las plantas que la integran. Dos de los cinco pétalos, los

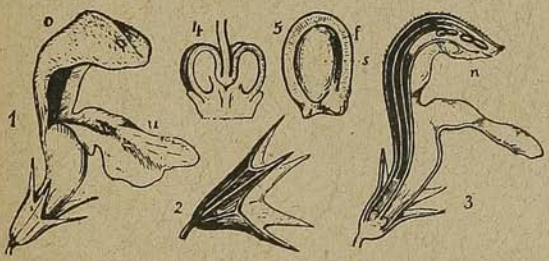


FIG. 485. Flor de labiada, vista de lado.
1: *o*, labio superior; *u*, labio inferior; 2, cáliz bilabiado, con tres dientes en el labio superior; 3, flor cortada a lo largo; *n*, estigma; 4, corte longitudinal del ovario; 5, nuececilla, procedente de medio carpelo; *f*, pericarpio; *s*, semilla



FIG. 486
Diagrama de una flor de Labiada con sólo dos estambres fértiles *(Salvia)*

posteriores, se sueldan y constituyen el llamado labio superior de la corola, a menudo en forma de casco, en tanto que los tres delanteros forman el labio inferior (fig. 485); de manera parecida suelen disponerse los sépalos en dos labios, el superior compuesto de los tres posteriores, y el inferior de los dos delanteros (fig. 485, 2). Los estambres son generalmente cuatro (el posterior falta siempre), rarámente dos (en los géneros *Salvia* y *Rosmarinus*, con sólo media antera fértil). Cuando existen cuatro estambres, dos de ellos suelen ser más largos que los otros dos (didinamia). El ovario está constituído por dos carpelos cerrados y

soldados, dividido en cuatro lóbulos profundos que se separan en la madurez en otras tantas nuececillas, del mismo modo que en las Borragináceas. Linné tomó estos frutos por semillas, considerándolas desprovistas de ovario protector, *desnudas*. El estilo, como en las Borragináceas, empotrado entre los cuatro lóbulos del ovario, se inserta en la base del mismo *(estilo ginobásico)*. La fórmula floral es así: *K* 5, [*C* (5), *A* 4 ó 2], $G^{(2)}$ (fig. 486).

Las Labiadas constituyen una importante familia de cerca tres mil especies, plantas herbáceas anuales o vivaces, matas, arbustos o árboles, con las hojas opuestas y las flores en cimas, formando a menudo las de cada pareja de hojas un falso verticilo. Los tallos son cuadrangulares y las hojas sencillas. Poseen casi todas glándulas epidérmicas, con aceites esenciales, y son aromáticas. Se hallan en casi todo el globo, abundando en la región mediterránea.

Los géneros **Ajuga, Teucrium** y **Rosmarinus**, con algunos otros, se distinguen de los restantes de esta familia por sus nuececillas adosadas a la columna estilar por su cara interna y por su estilo no ginobásico. El género Ajuga tiene el labio superior de la corola cortísimo, escotado o bífido, y el inferior, bien desarrollado, está dividido en tres lóbulos. Son especies comunes en España las *A. Iva*, de hojas lineares-lanceoladas, con escasos dientes en su ápice, y flores amarillas o rosadas, la *iva*, y la *A. Chamaepytis*, el *pinillo*, de corolas amarillas y hojas tripartidas, con segmentos lineares. Los **Teucrium** tienen las corolas de tubo corto también, pero con el labio superior dividido en dos lóbulos bien desarrollados y hendido tan profundamente que quedan aquéllos separados entre sí y unidos al labio inferior formando una corola unilabiada con cinco particiones. Viven en España numerosas especies de este género, representado en conjunto por unas cien especies diseminadas por todo el globo. Las especies más frecuentes son las *T. Polium*, *poleo* o *zamarrilla*, de flores blanquecinas y acabezueladas, hojas estrechas, festoneadas y con las márgenes revueltas, y el *T. Chamaedrys*, de flores purpúreas y hojas aovadas o lanceoladas, planas y festoneadas, llamado *encinilla* o *camedrío*. Este último, y los *T. Botrys*, *Herba Botryos*, *T. Scordium*, *Herba Scordii*, y *T. flavum*, *Herba Teucri*, todos indígenas, en España se han usado en Farmacia, y aun hoy se usa alguno de ellos, bien que muy raramente. Muchas especies de *Teucrium* son endemismos ibéricos.

Así como los dos géneros anteriores tienen el labio superior reducido o partido en dos lóbulos que se juntan al inferior, en el género **Rosmarinus** la corola es típicamente bilabiada. Aquéllos poseen cuatro estambres bien desarrollados, éste sólo dos, los posteriores rudimentarios, y tan menudos que apenas son perceptibles con auxilio de la lente. Los filamentos estaminales poseen un diente hacia la base (fig. 494, *st*), y en su ápice sólo media antera. Es un género monotípico; la única especie es el *romero*, *Rosmarinus officinalis* (fig. 494), mata de hojas lineales, verdes y lustrosas por el haz, con las márgenes revueltas y blanco-algodonosas por el envés, con las flores azul pálido. Vive en toda la región mediterránea y es muy frecuente en los bosques y matorrales de casi toda España. Son oficinales las hojas, *Fol. Rosmarini*, y la esencia.

El género **Prasium** es digno de mención porque es el único que tenemos en nuestra flora con fruto carnoso. Las cuatro celdillas del ovario quedan convertidas en otras tantas drupitas. Es también género monotípico, como el anterior, con el *P. majus*, matita de hoja muy verde y flores blanquecinas, propia de las rocas y peñascos del litoral mediterráneo, de Baleares, Canarias, etc. Éste y todos los géneros que siguen tienen las cuatro celdillas del ovario insertas por su base.

El género **Lavandula** comprende unas veinte especies de la región mediterránea, la mayoría matas, raramente hierbas, con las flores azules o violadas, reunidas en una inflorescencia espiciforme terminal, a veces muy floja y con los verticilastros distantes. Tienen los estambres muy cortos, incluídos en el tubo corolino, y las nuececillas se insertan sobre un disco hipogino de cuatro lóbulos, y enfrente de cada uno de éstos. En los matorrales de gran parte de la Península se halla la *L. latifolia*, el *espliego*, *alhucema*, *barballó*, de inflorescencia floja y brácteas herbáceas, lineares; en los Pirineos y montañas de Aragón y Valencia se halla la *espígola* o *espigol*, *L. Spica* (fig. 487), de brácteas membranosas y anchas, y flores más inten-

samente azules, de floración precoz relativamente a la anterior. De ambas se usan las flores o las sumidades floridas, *Flores Lavandulae*, y la esencia. El *cantueso* es la *L. Staechas*, de inflorescencia gruesa, muy densa, con las brácteas superiores foliáceas, de color amoratado, que se yerguen a modo de penacho en el ápice de aquélla. La corola es tan oscura que parece negra. En gran parte de la Península, pero sobre todo en los suelos arenosos, silíceos, de la zona montana, vive la hermosa *L. pedunculata*, muy parecida a la anterior, pero con las inflorescencias sostenidas por largos pedúnculos.

Los **Marrubium** son plantas herbáceas perennes, a veces un tanto leñosas, más o menos lanudas, con las flores en verticilastros densos, de tubo corolino poco o nada exerto. El *M. vulgare*, *marrubio*, es una planta frecuente en España y en la región mediterránea, de tallo blanco algodonoso y hojas redondeadas; el cáliz tiene diez dientes. Se ha usado como oficinal con el nombre de *Herba Marrubii*.

Nada común en España, habita en los bosques y setos

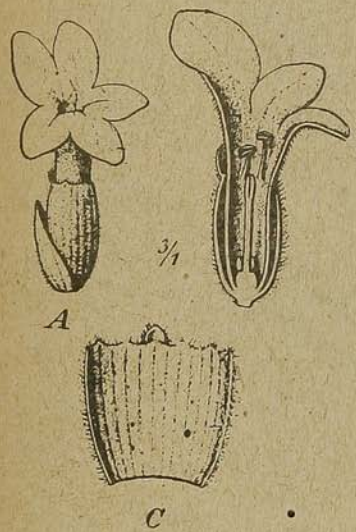


FIG. 487. *Lavandula Spica*. *A*, flor; *B*, corte longitudinal de la misma; *C*, cáliz cortado a lo largo y abierto, visto por dentro



FIG. 488. *Mentha Piperita*. *A*, ápice de una rama florífera; *B*, capullo; *C*, flor; *D*, la misma, en sección longitudinal; *E*, estambre visto de frente

algo húmedos la *Hiedra terrestre*, **Glechoma** *hederacea* (fig. 492), plantita herbácea de tallos tendido-radicantes, hojas redondeadas y festoneadas, flores violadas en verticilastros paucifloros, con el androceo de estambres paralelos, salientes, los posteriores más largos que los delanteros, y las anteras con las cavidades divergentes y dispuestas en cruz. Las hojas son oficinales, *Herb. Hederae terrestris*.

Los **Lamium** son hierbas anuales o vivaces que, en número de unas 40 especies, habitan en los países templados y fríos del Antiguo Mundo. Tienen la corola de tubo exerto, ensanchado superiormente, el labio superior más o menos cóncavo, los estambres con las anteras aproximadas por parejas, y nuececillas trígonas y truncadas en el ápice. El *L. amplexicaule*, de flores purpúreas, es una planta anual muy frecuente en nuestros cultivos. El *L. album* (fig. 491) es vivaz, de flores blancas, grandes, especie rara en los setos y a orillas de los caminos en los Pirineos; es la *ortiga muerta*, así llamada por las hojas y aun por el aspecto en conjunto de la planta parecido al de la ortiga, pero sin los pelos urticantes de ésta. Se usaron las flores

en Farmacia con el nombre de *Flores Lamii alb.*. En España se confunde con él el *L. flexuosum*, de flores menores y anteras lampiñas, no barbadas.

Se diferencian de los *Lamium* los **Stachys**, por el tubo corolino apenas ensanchado en lo alto y por las nuececillas redondeadas en el ápice. Rico género con cerca 200 especies difundidas por la mayor parte del globo ; en España crecen buen número de ellas. La *betónica* es el *Stachys officinalis*, con las flores dispuestas en falsa espiga terminal densa, de color purpúreo ; las hojas son aovadas y festoneadas. Constituye la *Herba Betonicae*.

El género **Salvia** se distingue fácilmente de los restantes de la familia por sus estambres anteriores con el filamento corto, en el ápice de los cuales se articula un largo conectivo, cuya rama superior lleva en su extremo sólo media antera de forma alargada, y la inferior, más corta, es estéril y suele ensancharse en su punta en una especie de paleta o cucharilla ; los estambres posteriores se reducen a

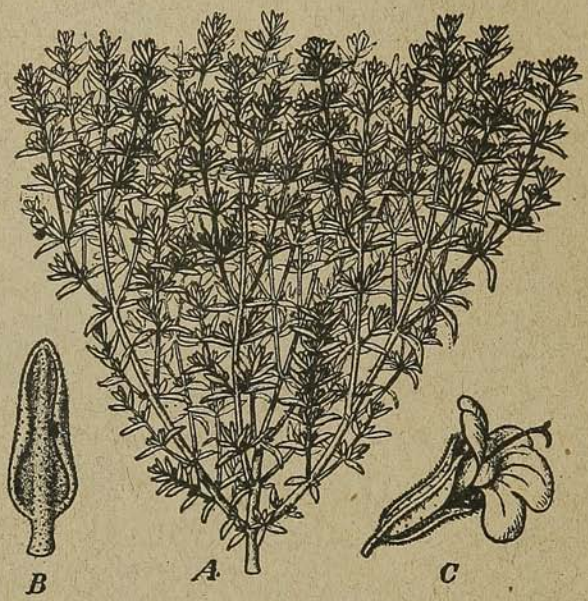


FIG. 489. *Thymus vulgaris.*
A, planta en flor, reducida a la mitad de su tamaño ; *B*, hoja vista por debajo (4 : 1) ; *C*, flor vista de lado (5 : 1)

estaminodios, más o menos abortados, de suerte que el androceo no posee más que dos fértiles. El tubo calicino carece de carpostegio, la corola tiene de ordinario cóncavo y curvo el labio superior, y las nuececillas son trígono-ovoideas. La especie más conocida es la **Salvia** *officinalis* (fig. 493), la *salvia* por antonomasia, mata de hojas oblongas o lanceoladas, rugositas, y flores violáceas con la corola provista de un anillo de pelos en el tubo, y el labio superior casi recto. Vive en Cataluña, en Andalucía, etc., generalmente rara, y a menudo cultivada y asilvestrada. La planta realmente frecuente en España es la raza *lavandulifolia* de dicha especie, de hojas más estrechas, blanco-tomentosas, de fuerte olor canforáceo. Es ciertamente la salvia de los españoles. Las hojas de estas plantas son oficinales y se usan con el nombre de *Fol. Salviae*. El género comprende en total hasta medio millar de especies de las zonas templada y cálida de todo el globo. Otra de las especies frecuentes en España es la *gallocresta*, *S. verbenaca*, con numerosas variedades. Algunas especies son endemismos ibéricos o ibero-mauritánicos. En los jardines se cultivan a menudo las *S. Grahami* y *S. fulgens*, de flores rojas, arbustillos mejicanos, la *S. splendens*, hierba de brácteas y flores escarlata, muy llamativas, originaria del Brasil, etc.

El *torongil* o *melisa* es la **Melissa** *officinalis*, hierba de nuestras montañas, no rara en la mayor parte de Europa, de tallos y hojas verdes, poco vellosos o casi lampiños, con la corola bilabiada, de tubo exerto y encorvado, color de rosa pálido,

que huele a limón. Con sus hojas, *Fol. Melissae*, se prepara el agua destilada y el alcohol de melisa.

Las **Satureja** son afines del género anterior, distintas por el tubo corolino recto o apenas encorvado. Comprende el género unas 130 especies de los países

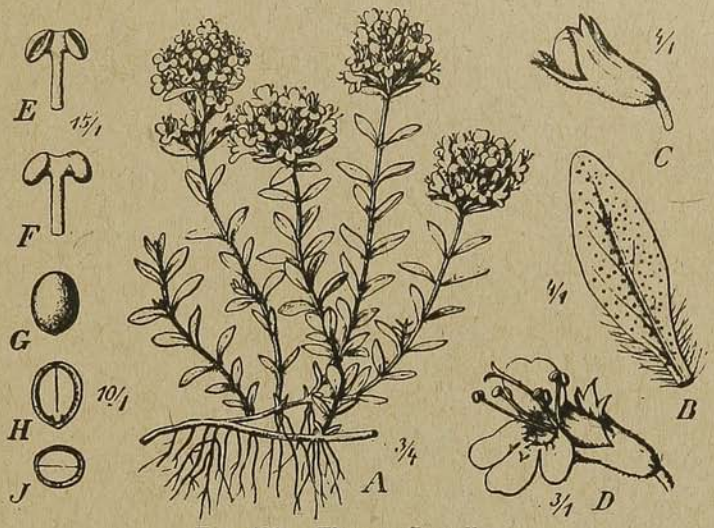


FIG. 490. *Thymus Serpyllum.*
A, fragmento de un pie en flor; *B*, hoja con glándulas oleíferas; *C*, botón floral; *D*, flor; *E*, estambre visto de frente, y por detrás (*F*); *G*, *H*, *J*, semilla entera, cortada a lo largo, y al través, respectivamente

cálidos, numerosas en la región mediterránea. Se usan como condimento las *ajedreas*, una anual, frecüentemente cultivada, la *Satureja hortensis*, y otra perenne,



FIG. 491. *Lamium album*



FIG. 492. *Glechoma hederacea*

común en nuestros matorrales, la *S. montana*. La *S. officinalis*, el *calamento*, se uso en Farmacia antiguamente. Varias especies americanas, propias de los Andes de Méjico, Perú, Chile, etc., como las *S. mexicana*, *S. multiflora*, *S. elliptica*, etc., se cultivan en jardinería.

El género **Hyssopus** no comprende más que una especie, el *hisopo*, *H. officinalis*, pequeña matita parecida a la ajedrea de monte, pero con las flores azules o moradas, dispuestas en una falsa espiga unilateral. El hisopo es planta rara y escasa en nuestros montes, a veces cultivada para uso médico. Se usa toda la planta, *Herba Hyssopi*.

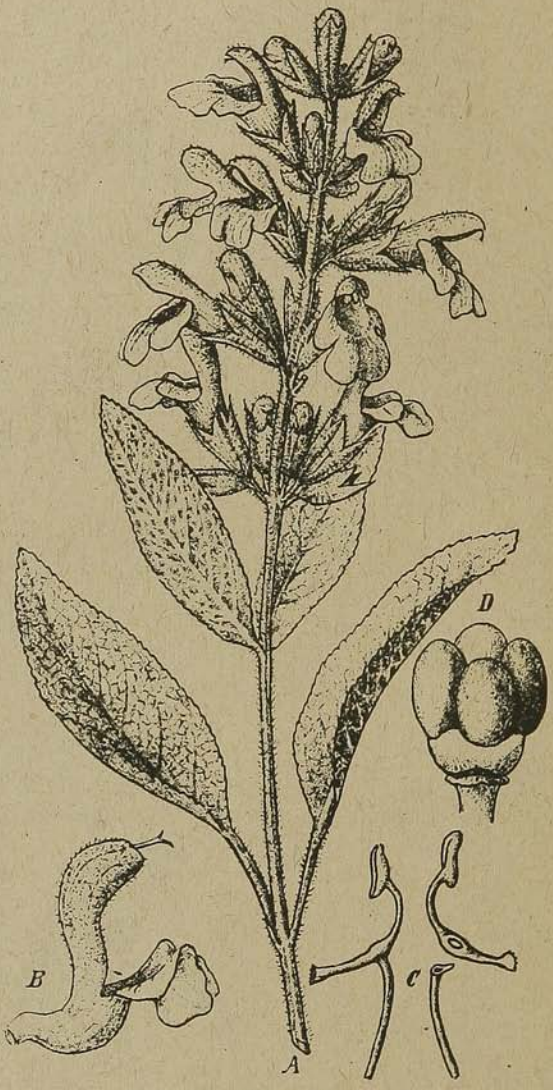


FIG. 493. *Salvia officinalis*.
A, ramita florida; *B*, flor; *C*, los dos estambres fértiles; *D*, fruto

Corola bilabiada, con el labio superior plano o poco cóncavo, tienen también, como en los anteriores géneros, los orégenos y tomillos. El género **Origanum** tiene los cuatro estambres con los filamentos rectos, y divergentes como los dos lóbulos de la antera. El cáliz es tubuloso, con trece nervios y cinco dientes iguales. El *O. vulgare*, de hojas aovadas, e inflorescencias densas y cortas, espiciformes, reunidas en panoja y a menudo de color vinoso o purpúreo, es el *orégano*, frecuente en los ribazos y laderas de nuestros montes. Parecido a este género es el **Majorana**,

fácilmente distinguible por su cáliz bilabiado, con el labio superior entero. La *M. hortensis*, a menudo cultivada en los jardines y ventanas, es la *mejorana* o *almoradux*, originaria del Norte de África. Cáliz bilabiado tienen también los **Thymus**, pero el labio superior está dividido en tres lóbulos o dientes. Comprende este género poco más de 30 especies, algunas muy polimorfas, la mayoría mediterráneas. Es frecuente en España el *tomillo común*, *Thymus vulgaris* (fig. 489), pequeña matita de hoja estrecha, de nuestros matorrales o tomillares, de la cual se usan raramente las sumidades, *Herba Thymi*. En el centro y Sur de España es muy común una especie parecida, de hoja más fina, el *T. Zygis*, llamado también *tomillo* o *tomillo salsero*. En los bosques y prados de las montañas tenemos el *Th. Serpyllum* (fig. 490), extraordinariamente polimorfo, el *sérpol*; parecido a éste es el *Th. Reichardi*, propio de las Baleares y Pitiusas; la *pebrella*, de los valencianos, es el *Th. Piperella*, que se halla también en el Norte de África. En el Sur de España viven varias especies notables por sus corolas grandes, con el tubo muy largo, y las brácteas muy grandes también y coloreadas, plantitas elegantísimas, dignas de figurar en los jardines: *Th. longiflorus*, *Th. cephalotus*, etc. La *mejorana silvestre* es el *Th. Mastichina*.

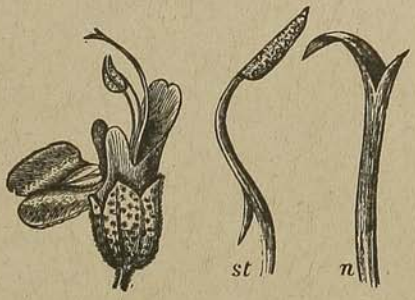


FIG. 494. Flor de *Rosmarinus officinalis*: *st*, estambre; *n*, estilo y estigma

De todos los géneros anteriores se separan las *mentas* por su corola actinomorfa, o casi, con cuatro lóbulos, y el cáliz cinco. El androceo comprende cuatro estambres de igual longitud. En total se conocen unas 15 especies propias del Antiguo Mundo, pero asilvestradas o naturalizadas muchas de ellas en gran parte del globo. Son comunes en España las *Mentha rotundifolia*, *mastranzo*, *M. longifolia*, *mastranzo blanquecino*, *M. Pulegium*, *poleo común*, etc. La menta más interesante es la *M. Piperita*, híbrida de las *M. aquatica* y *M. viridis* (véase fig. 488), conocida y cultivada desde muy antiguo. Tiene olor fuerte y agradable. Se usan las hojas y sumidades, *Fol. Menthae piperitae*, y se cultiva en grande para la extracción de la *esencia de menta* y del *mentol*.

Las *albahacas*, de olor de limón, pertenecen al género **Ocimum**, *O. Basilicum* y *O. minimum*, a menudo cultivadas en macetas.

Familia **Solanáceas**

En lo fundamental las flores de las Solanáceas concuerdan con las de las familias anteriores. El androceo consta generalmente de cinco estambres bien desarrollados, y el gineceo de dos carpelos soldados en un ovario bilocular, por lo común sin los falsos tabiques que en las Borragináceas y Labiadas lo dividen en cuatro cavidades. Los dos carpelos de las Solanáceas ocupan una posición oblicua con respecto al plano mediano de la flor (fig: 495), por donde resulta que aun en las plantas de esta familia que tienen el periantio actinomorfo, las flores en su conjunto son zigomorfas. El fruto es en cápsula o baya, con semillas numerosas.

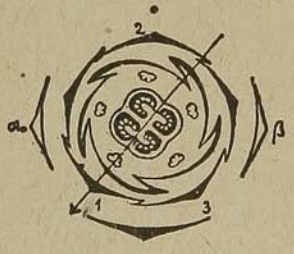


FIG. 495
Diagrama de Solanácea, oblicuamente zigomorfa, de *Datura Stramonium*

Las Solanáceas son hierbas, matas, arbustos o arbolillos, con las hojas sencillas y alternas. Es muy frecuente en esta familia la concrescencia de las hojas florales o de las brácteas con el eje florífero, o la del eje de la inflo-

rescencia con el tallo o rama principal en que se inserta. Esto motiva la curiosa disposición extraaxilar de las flores e inflorescencias, frecuente en las Solanáceas, y la disposición *por parejas* de las hojas, situadas en este caso a un mismo nivel del tallo y con una divergencia de 90°.

Numerosa familia compuesta de más de 1500 especies, difundidas por la mayor parte de la tierra, pero particularmente en la América



FIG. 496. *Solanum Dulcamara*

del Sur. Tanto desde el punto de vista farmacéutico, por la riqueza en alcaloides de muchas de sus especies, como económico, es una familia de las más importantes.

Sólo el género **Solanum** comprende 900 especies, de las zonas cálidas y templadas de todo el globo, muy escasas en Europa, y numerosísimas en Sudamérica. La especie más importante es el *Solanum tuberosum*, originario de los Andes sudamericanos, cuyos tubérculos son las *patatas*. Fué introducida en Europa este *Solanum* por los españoles a mediados del siglo XVI, adquiriendo desde fines del XVIII una extraordinaria importancia como planta alimenticia. El *S. Dulcamara* (fig. 496), *dulcamara*, es la especie de mayor talla de nuestra flora ; se halla con

frecuencia en los setos y a orillas de las aguas, fácil de reconocer por sus flores moradas. Se usan en Farmacia los tallos de esta planta con el nombre de *Stipites Dulcamara*. Otra especie frecuente en Europa es el *S. nigrum, solano negro, morella*, fácil de distinguir de la anterior por ser anual, por sus flores blancas y por sus frutos negros. El *S. Melongena*, al parecer de origen oriental, de frutos grandes, claviformes, amoratados, amarillentos o blanquecinos, es la *berenjena*, abundantemente cultivada por su fruto comestible. El *tomate* es el *S. Lycopersicum*, procedente de Sudamérica, y hoy extensamente cultivado. Todos los *Solanum* tienen la



FIG. 497. *Atropa Belladonna*.
A, ramita florida; *B*, flor cortada y abierta; *C*, estambres; *D*, ovario; *E*, estigma; *F*, corte transversal del ovario; *G*, semilla, a la derecha en sección longitudinal

corola enrodada o acampanada, cinco estambres iguales y fértiles, con las anteras insertas por su base y con dehiscencia poricida; el fruto en baya, bicarpelar. El tomate posee, sin embargo, en las razas cultivadas, más de dos carpelos.

El género **Atropa** se caracteriza por sus flores solitarias, de corola tubuloso-acampanada y estambres con filamento largo. El fruto es también una baya. Es rara en las montañas de la Península la *A. Belladonna* (fig. 497), *belladona*, diseminada por la mayor parte de Europa y Asia. Sus flores, cabizbajas, son de color púrpura oscuro, y sus bayas, del tamaño de una cereza, de color negro brillante. En las montañas de Andalucía la *A. baetica*, de flores erguidas y corola amarillenta, reemplaza la anterior, y se extiende hasta el Atlas. La belladona es oficinal. Se usan de ella las hojas, *Folia Belladonnae*, y la raíz, *Radix Belladonnae*; contiene atropina en todas sus partes.

Los **Capsicum** tienen la corola enrodada como los *Solanum*, pero los estambres se abren longitudinalmente y el fruto carece de jugo en su interior, que es hueco, y a menudo unilocular en la parte superior. Se conocen una treintena de especies de este género, casi todas de la América central y meridional. El *C. annuum, pimiento* (fig. 498), originario de Méjico, se cultiva frecuentísimamente en España y en todo el mediodía de Europa. Existen numerosas razas hortenses, de frutos aovados, alargados, en forma de cuernecillo, etc., que reciben diversos nombres; las *guindillas* son las de fruto pequeño y delgado, cornicular, muy picante. De estos frutos se obtiene el *pimentón* o *pimienta roja*.

Corola enrodada, flores solitarias y fruto en baya, tiene también el género **Physalis**; éstos, sin embargo, tienen el cáliz muy acrescente, que envuelve completamente el fruto en la madurez. En Europa no tenemos más que el *Ph. Alkekengi, alkekenge*, bastante raro en España, de cáliz rojo, color de minio, muy llamativo,



FIG. 498. *Capsicum annuum*

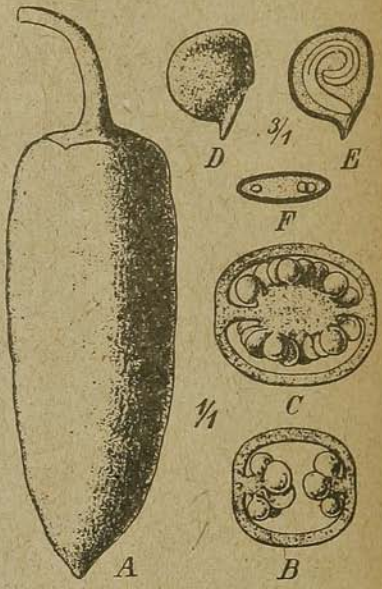


FIG. 499. Fruto de *Capsicum*. *A*, fruto maduro; *B* y *C*, corte transversal del mismo, en su parte superior (*B*), e inferior (*C*); *D*, *E* y *F*, semilla entera, en sección longitudinal y transversal, respectivamente

planta digna de figurar en los jardines. Los frutos se usaron antiguamente en Farmacia, *Fruct. Alkekengi*. Las bayas del *Ph. peruviana* se comen en América como el tomate.

Las **Datura** son arbolillos o plantas herbáceas, de flores grandes, con la corola embudada, de tubo largo y fruto generalmente capsular, con cuatro cavidades, que se abre en cuatro valvas. El cáliz persiste en parte en la base de aquél. Se conocen unas quince especies de los países cálidos, principalmente de América central. La *D. Stramonium, estramonio* (fig. 500), se halla en todo el hemisferio boreal, en las huertas, en las ramblas y arenales de los ríos, escombros, etc.; tiene flores blancas, erguidas, y cápsulas espinosas. Sus hojas, *Fol. Stramonii* y sus semillas, son oficinales; contienen atropina y otros alcaloides. Las *D. arborea* y *D. suaveolens*, de grandes flores colgantes y fruto bacciforme, originarias de Chile y Perú, y de Méjico respectivamente, se cultivan al aire libre en el Sur de España.

En los **Hyoscyamus**, la cápsula se abre transversalmente (pixidio). El *H. niger* (fig. 501) es el *beleño*, de corola oscura, finamente reticulada, con la garganta de un violeta casi negro. No es raro junto a los escombros o al pie de los muros, en casi toda España y en gran parte de Europa. Son oficinales las hojas de esta planta, y sus semillas, *Fol.* y *Sem. Hyoscyami*.

El género **Nicotiana** comprende unas 40 especies herbáceas o leñosas, en su mayoría americanas. Se caracterizan por sus flores con la corola largamente tubulosa, con cuatro estambres largos y uno corto, y por su fruto en cápsula septicida,

que se abre en dos valvas, con numerosas semillas. Las flores se disponen en cimas agrupadas en panojas, o en racimos. La *N. Tabacum, tabaco* (fig. 502), originaria de la América meridional, se cultiva en todos los países tropicales, así como en los



FIG. 500. *Datura Stramonium*

de clima templado. Las hojas son oficinales *(Fol. Nicotianae)*, y contienen un alcaloide líquido, la nicotina. En sustitución de las hojas de esta especie, se usan a menudo para fumar las de la *N. rustica, tabaco rústico* o *pota*, cultivado en España fraudulentamente. Es de origen americano también, y se distingue del anterior por su menor talla y por sus flores amarillo verdosas en vez de rosáceas.

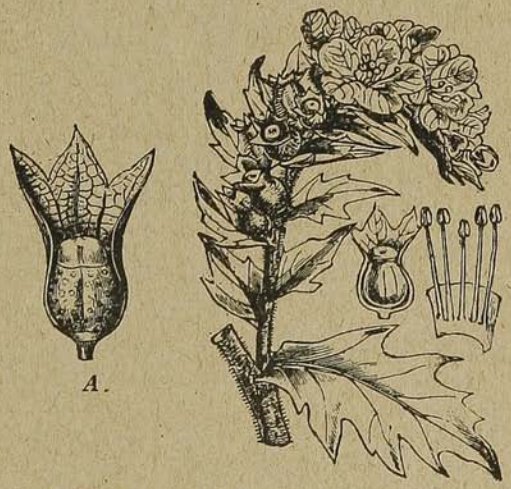


FIG. 501. *Hyoscyamus niger*. En *A*, fruto en el fondo del cáliz (cortado) persistente

Familia **Escrofulariáceas**

Las plantas de esta familia, por su morfología floral tienen grandes analogías con las Labiadas por una parte, y por su ovario bilocular y pluriovulado con las Solanáceas. El cáliz es pentámero, ya actinomorfo, ya con el sépalo posterior más o menos reducido o completamente abortado (fig. 503, *C*). La corola es a veces casi actinomorfa (en el género *Verbascum*), en otros casos bilabiada. En buen número de especies de esta familia *(Linaria, Antirrhinum)* el labio inferior presenta una abolladura en forma de paladar que cierra la garganta

de la corola de manera más o menos completa (fig. 504); a esta particularidad se debe el nombre de *personadas* (de *persona* = máscara, careta), con que se designan estas flores. En el androceo son de notar grandes variaciones. Los cinco estambres de la flor típicamente pentámera no existen más que en el género *Verbascum* (fig. 503, *A*); en



Fig. 502. *Nicotiana Tabacum.*
A, hoja de la parte mediana del tallo; *B*, ápice de una ramita florida; *C*, sección longitudinal de la flor; *D*, estambre; *E*, ovario en sección longitudinal; *F*, el mismo, cortado al través; *G*, fruto; *H*, semilla; *J*, corte longitudinal de la misma

la digital falta el estambre posterior (fig. 503, *B*); en los géneros *Gratiola* y *Veronica* faltan, además del posterior, los dos estambres delanteros (fig. 503, *C*). El ovario bicarpelar de estas plantas se transforma en una cápsula polisperma.

Las flores se disponen en cimas axilares, como en las Labiadas, o más comúnmente solitarias, o en racimos axilares o terminales. Son plantas herbáceas o leñosas, con las hojas alternas, opuestas o verticiladas, sin estípulas. Habitan en número de más de dos mil en los países

templados de ambos hemisferios, principalmente las montañas; son raras en los climas tropicales.

Los **Verbascum**, como ya se ha indicado, corresponden a las Escrofulariáceas, de androceo pentámero completo; los tres estambres posteriores, más cortos,

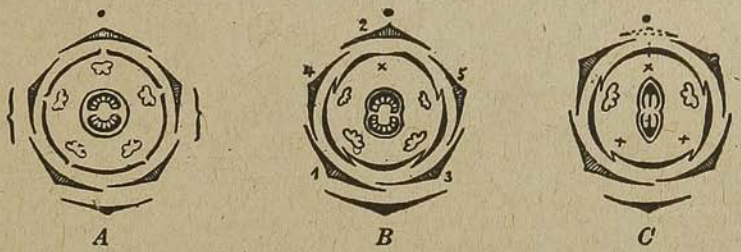


FIG. 503. Diagramas de Escrofulariáceas.
A, de *Verbascum*, con cinco estambres; *B*, de *Digitalis*, con cuatro; *C*, de *Veronica*, con dos

o todos, con los filamentos vellosos. La corola es enrodada, con el tubo cortísimo. Comprende este género unas 160 especies, la mayoría herbáceas, con las hojas tomentosas y las flores amarillas. Son frecuentes en la región mediterránea.

El *V. Thapsus* se caracteriza por sus estambres inferiores con las anteras un poco decurrentes sobre el filamento, por la corola un poco cóncava, por las flores en glomérulos axilares formando una larga espiga terminal, y por el tomento abundante que recubre sus hojas, decurrentes, y su tallo. Es muy afín de éste el *V. thapsiforme* (fig. 505), distinto por las anteras de los estambres inferiores largamente decurrentes (fig. 505, *B*), y por la corola plana. Los pelos de las hojas y tallos, así como los de la corola, son ramosos (fig. 505, *E*). Parecido a los anteriores, el *V. phlomoides* se distingue, entre otros caracteres, por su corola mayor. Las tres viven en España; la primera, mucho más común, es la que aquí se tiene como oficinal, bien que poco usada. En Alemania no se usan sino las dos últimas *(Flores Verbasci)*.

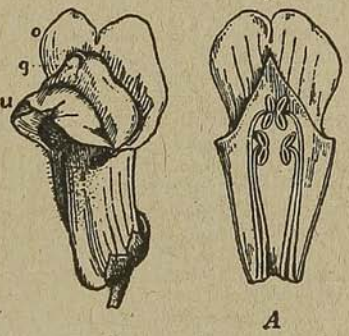


FIG. 504. Flor de *Antirrhinum majus*.
o, labio superior; *u*, labio inferior, con el llamado paladar (*g*); *A*, la corola en sección longitudinal.

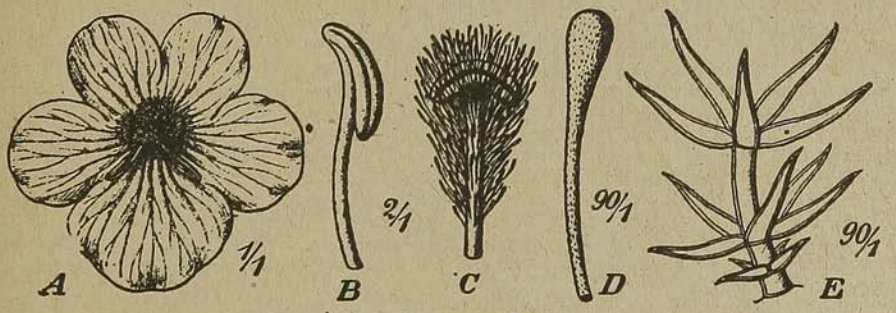


FIG. 505. Flores de *Verbascum*.
A, corola vista de frente; *B*, estambre inferior lampiño; *C*, estambre superior peloso; *D*, pelo claviforme del mismo; *E*, pelos con ramas verticiladas del envés de los pétalos

Las **Calceolaria** son especies en su casi totalidad americanas, de los Andes principalmente. Se conocen más de cien especies, notables por su corola bilabiada, con los labios cóncavos; tienen dos estambres nada más. Las *C. plantaginea*,

C. arachnoidea, *C. corymbosa*, etc., de Chile y Perú, así como una porción de híbridos hortenses, se cultivan como plantas de adorno.

El género **Linaria** es fácil de reconocer por sus flores personadas y largamente espolonadas en la base. Poseen las *Linaria* cuatro estambres didínamos, y las más, hojas estrechas, parecidas a las del lino, de donde el nombre genérico. Este género comprende más de cien especies, la mayoría mediterráneas. Muchas son endémicas de la Península ibérica, como las *L. glacialis*, de Sierra Nevada; *L. platycalyx*, de las Sierras de Ronda; *L. nivea*, de Gredos y Guadarrama; *L. Cavanillesii*, de las montañas de Valencia, etc. Es especie frecuente en España la *L. supina*, de flores amarillas.

Los **Antirrhinum** se diferencian fácilmente de las *Linaria* por su corola sin espolón, con una bolsa o saco corto en su fondo. En este género la cápsula tiene dehiscencia poricida. La especie más conocida es el *A. majus* (fig.-504), de flores grandes, muy vistosas, a menudo cultivada con el nombre de *boca de dragón*, *conejitos*, etc. Los *A. sempervirens*, *A. molle*, *A. charidemi*, etc., son endemismos ibéricos; el *A. Asarina (Asarina Lobelii)* es una notable especie de hojas opuestas, palminerviadas y lobuladas, propia del Pirineo y montañas próximas de Cataluña y Francia.

El género **Scrofularia** se caracteriza por sus flores con la corola anchamente tubulosa, bilabiada y con la garganta descubierta, dispuestas en cimas axilares, formando a menudo una panoja terminal. El androceo se compone de cuatro estambres didínamos; el posterior queda reducido a un estaminodio. El fruto es una cápsula septicida. Se conocen más de cien especies, muy numerosas en la región mediterránea. La *S. canina*, *ruda canera*, es la más frecuente en España; las *S. aquatica* y *S. nodosa* se usaron antiguamente con el nombre de *Herba Scrofulariae*.

De las numerosas especies norteamericanas del género **Pentastemon** vemos algunas cultivadas en jardinería por sus flores grandes, de colores vivos. Tienen los *Pentastemon* cuatro estambres fértiles y un estaminodio, como las *Scrofularia*, pero este último es largo, a menudo barbado en el ápice.

La **Paulownia** *tomentosa*, única especie de este género, es un árbol del Japón, cultivado en parques y avenidas. Tiene grandes hojas opuestas, acorazonadas, y flores vistosas, violadas; el fruto es una cápsula loculicida.

Las **Gratiola** son hierbas con las hojas opuestas y las flores axilares, solitarias; tienen la corola tubulosa, bilabiada, con sólo dos estambres fértiles, los tres restantes reducidos a estaminodios o completamente abortados. El fruto es una cápsula con dehiscencia a la vez septicida y loculicida. Se conocen unas dos docenas de especies de las zonas templadas, principalmente. A orillas de los ríos y arroyos se halla en la mayor parte de Europa la *G. officinalis*, *graciola*, de flores pedunculadas, blanquecinas o rosadas; se usó antiguamente con el nombre de *Herba Gratiolae*. Parecida a ésta, pero con flores sentadas, es la *G. peruviana*, de la América del Sur.

Doscientas especies, ya herbáceas, anuales o vivaces, ya leñosas, matas, arbustos y aun árboles, comprende el género **Veronica**. Cerca de la mitad viven en Europa; unas cuarenta en España. Casi tantas como en Europa, y casi todas endémicas, se hallan en las montañas de Nueva Zelanda. En Europa tenemos especies herbáceas o apenas leñosas en la base; en Nueva Zelanda cubren grandes extensiones las matas y arbustos de este género, y hay especies arbóreas. Se caracterizan las *Veronica* por su corola de tubo corto, casi nulo, o, por el contrario, un tanto alargado, con dos estambres salientes. Tienen las flores axilares, solitarias o en racimos, o en racimos terminales, generalmente azules. La *V. officinalis* de nuestros bosques, en las montañas de gran parte de la Península, se usó en Farmacia antiguamente con el nombre de *Herba Veronicae*. Viven en España varias especies endémicas: *V. tenuifolia*, de Cataluña, Aragón y Valencia; *V. minuscularia*, de Sierra Nevada, etc. Algunas especies leñosas de Nueva Zelanda, como las *V. speciosa*, *V. salicifolia*, etc., se cultivan en jardinería.

El género **Digitalis** comprende unas veinte especies herbáceas, raramente leñosas, con las hojas alternas, y las flores en racimos terminales y unilaterales. Tienen el cáliz partido en cinco lacinias, la corola tubulosa, ventruda, bilabiada, los estambres en número de cuatro, didínamos y aproximados por parejas, el estigma bífido. La *D. purpurea* es la *digital* por excelencia (fig. 506), que se halla en el centro y occidente de Europa. En España es común en Galicia, Extremadura, parte de Castilla, etc.; rara en Cataluña y Aragón, donde se ve en contados sitios del Pirineo. Se caracteriza por sus flores grandes, purpúreas, blanquecinas en su interior y con manchas más vivas de color bordeadas de blanco. Las hojas son un tanto tomentosas, las inferiores aovado-lanceoladas y atenuadas en pecíolo, las medianas de pecíolo más corto y a veces algo decurrentes, las superiores sentadas, todas con las márgenes dentadas o festoneadas y con nervios muy acusados en el envés. Los pedunculillos igualan en longitud la bráctea en cuya axila nacen; la cápsula es ovoidea, apenas más larga que el cáliz, obtusa. En España viven, además,

algunas variedades de esta especie tenidas por especies propias por algunos autores; tales son la var. *tomentosa*, de hojas blanco-tomentosas en ambas páginas, que se encuentra con el tipo, acá y acullá; la var. *mariana*, de Sierra Morena, de hojas grandes, blanco-tomentosas también, largamente pecioladas las inferiores y anchamente aovadas; las flores muy grandes, con pedunculillos más largos que las brácteas; la var. *nevadensis*, de Sierra Nevada, también de pedunculillos largos, pero más verde y grácil, con el racimo flojo, etc. Especie afín es también la *D. Thapsi*, propia del centro y occidente de la Península, glutinoso-pubescente, de color amarillento, y con las hojas decurrentes; por las flores asemeja la especie anterior, con la cual la confunden los poco hábiles en botánica. La *D. purpurea* es la oficinal; de ella se usan las hojas, *Folia Digitalis*.

Los **Melampyrum** y **Alectorolophus** son hierbas anuales semiparásitas. En ambos géneros la corola es bilabiada, con el labio superior en forma de casco, y el androceo tiene cuatro estambres didínamos. Los *Melampyrum* tienen el cáliz tubuloso y las dos cavidades del fruto con sólo dos semillas cada una; los *Alecto-*



FIG. 506. *Digitalis purpurea*.
a, flor entera; *b*, cortada en sentido longitudinal

rolophus tienen el cáliz y el labio superior de la corola comprimidos, y las cavidades de la cápsula encierran más de dos semillas. El *M. pratense* es frecuente en los bosques del centro y Norte de la Península. El *A. major*, en los prados de las montañas centrales y septentrionales de España, a veces en los centenos, que se resienten del parásito cuando abunda, de donde el nombre de *hacha de fuego* con que se conoce en algunos sitios de Castilla.

Familia **Orobancáceas**

Plantas parásitas, desprovistas de clorofila, herbáceas, con hojas escamiformes y flores dispuestas generalmente en racimos terminales. Por su morfología floral son parecidas a algunas especies de la familia anterior. Tienen la corola tubulosa y bilabiada, cuatro estambres didínamos y fruto en cápsula. El fruto, y ésta es la diferencia importante que lo distingue de las Escrofulariáceas, se compone de dos carpelos abiertos, soldados en un ovario unilocular, con las placentas parietales.

Se conocen poco más de cien especies, en su mayoría pertenecientes al género **Orobanche** y parásitas de las plantas superiores. Cuando abundan en los cultivos causan daños de consideración. Así, la *O. speciosa*, que vive sobre las raíces de las habas y guisantes; *O. ramosa*, sobre el cáñamo, etc.

Familia **Lentibulariáceas**

Las plantas de esta familia tienen flores zigomorfas, con la corola bilabiada, y espolonada o sacciforme en la base. El androceo se reduce a dos estambres, y el gineceo consta de dos carpelos abiertos, como en las Orobancáceas, y soldados en ovario unilocular, pero con la placenta axil y libre. El fruto es una cápsula y las semillas carecen de tejido nutricio.

Las Lentibulariaceas comprenden cerca de 300 especies herbáceas, que habitan en las aguas dulces, o sobre otras plantas (epifitas), o sobre la tierra. Sus hojas son simples y enteras, o más o menos divididas, a veces numerosa y profundamente, en lacinias lineares. Son plantas prensoras de insectos, ya con las hojas provistas de glándulas que segregan un jugo viscoso, capaz de digerir los albuminoides, o con algunas lacinias foliares transformadas en utrículos especiales, en los cuales aquéllos son digeridos.

En nuestra flora tenemos los géneros **Pinguicula** y **Utricularia.** El primero comprende plantas terrícolas, de sitios húmedos, con raíces, hojas sencillas y flores solitarias, en el extremo de un escapo, con la corola de garganta abierta. Es frecuente en los Pirineos la *P. grandiflora;* en las montañas de Murcia y del Reino de Granada en su parte oriental, la *P. vallisnerifolia*, de hojas muy largas. Carecen de raíces, y son a menudo plantas acuáticas con las hojas muy divididas, las especies del género *Utricularia*. La corola tiene la garganta cerrada por un paladar y el cáliz es bipartido. Este género es el más numeroso de la familia, con unas 200 especies, la mayoría sudamericanas. Nuestras *Utricularia*, *U. vulgaris* y *U. minor*, de flores amarillas, son acuáticas, como las restantes especies europeas, y con las hojas muy divididas. En la América del Sur son frecuentes las especies terrícolas o dendrícolas, como las *U. nelumbifolia*, del Brasil; *U. Humboltii*, de Guayana; *U. Endresii*, de Costa Rica, etc., de flores grandes rosadas, azules o blancas, de gran parecido con las de ciertas orquídeas, y con las hojas enteras.

Orden 7.º **PLANTAGINALES**

Flores tetrámeras en sus tres verticilos externos, actinomorfas o zigomorfas, hermafroditas, o más raramente unisexuales, hipoginas. Plantas herbáceas o leñosas.

Familia **Plantagináceas**

Cáliz con cuatro divisiones profundas, corola membranosa, dividida en cuatro lóbulos. Estambres con los filamentos largos y anteras móviles. Ovario con dos cavidades mono o polispermas. Fruto caja con dehiscencia transversal o nuececilla.

Comprende esta familia alrededor de unas 200 especies, todas menos unas pocas pertenecientes al género *Plantago.*

El género **Plantago** tiene las flores hermafroditas dispuestas en espigas alargadas, cilíndricas, o cortas, acabezueladas ; son pequeñas y poco vistosas. El fruto es en pixidio, con dos o muchas semillas. El *P. major, llantén mayor*, es una especie acaule, de hojas grandes, dispuestas en rosetón basilar, con las flores en largas espigas cilíndricas, y el fruto polispermo (con 6-18 semillas). Se usan las hojas en

Farmacia *(Herba Plantaginis)*. Es frecuente en la Península y en gran parte del globo. El *P. Psillium* es la *zaragatona*, hierba anual de hojas opuestas, y flores en espigas cortas, axilares. Es frecuente en las tierras arenosas de la mayor parte de España. Sus semillas son oficinales, mucilaginosas, *Semen Psyllii*. Los *P. albicans*, *P. lanceolata*, etc., son frecuentes en España; en las cumbres de Sierra Nevada el *P. nivalis*, *estrella de la nieve*.



FIG. 507. Diagrama de *Plantago media*. (Según Eichler)

Orden 8.º **CAMPANULADAS**

Flores pentámeras, con menos de cinco carpelos en el gineceo. Estambres con las anteras conniventes, a veces en parte o totalmente concrescentes. Ovario ínfero, plurilocular y multiovulado, o bien unilocular y uniovulado.

Familia **Campanuláceas**

Flores hermafroditas, raramente unisexuales, actinomorfas o zigomorfas. Androceo con los estambres libres entre sí o soldados en las anteras, ya libres de adherencia con la corola, ya concrescentes con ella. Ovario de 2 a 5 cavidades, terminado por un estilo con 2-5 estigmas. Fruto generalmente capsular y polispermo.

Plantas herbáceas vivaces la mayoría, o leñosas más raramente, laticíferas, con las hojas alternas, sencillas y sin estípulas. Comprenden las Campanuláceas alrededor de un millar de especies, la mayoría de las zonas templadas. Se dividen en tres subfamilias:

a) Campanuloideas: Flores actinomorfas, anteras libres.

El género **Campanula** es el más importante de la familia, a la cual da nombre; comprende más de 200 especies. Se caracteriza por sus flores acampanadas, generalmente azules, con los estambres ensanchados en la base e independientes de la corola; cápsula globulosa o turbinada, que se abre por 3-5 poros laterales. La mayoría habitan en la región mediterránea, en sus montañas, y en las de gran parte de Europa. Las *C. Erinus*, *C. Trachelium*, *C. Rapunculus*, *C. rotundifolia*, etc., son frecuentes en España. Las *C. speciosa*, *C. lanceolata*, *C. Herminii*, etc., son endemismos ibéricos. Varias especies se cultivan como plantas de adorno.

El género **Phyteuma** se diferencia del anterior por la corola profundamente dividida en cinco lacinias lineales. Son hierbas vivaces, de flores azules, dispuestas las más veces en espigas o cabezuelas. Se conocen unas 40 especies de la Europa y Asia templadas. En España las *Ph. hemisphaericum*, *Ph. Charmelii*, *Ph. orbiculare*, *Ph. spicatum*, etc. Algunas se cultivan como plantas de adorno.

Notable es el género **Canarina** representado por una sola especie, la *C. Campanula*, propia de las Islas Canarias. Las flores son parecidas a las del género *Campanula*; pero tienen a menudo seis sépalos y otros tantos pétalos, éstos rojos o anaranjados; el fruto es una baya; las hojas son opuestas o verticiladas.

Las **Wahlenbergia** se diferencian de los géneros anteriores por su cápsula dehiscente mediante valvas apicales. Se incluyen en este género unas 70 especies principalmente del hemisferio austral. En la parte occidental de la Península es frecuente la *W. hederacea*; en la parte templada de la América del Sur la *W. linarioides*, utilizada en Chile como medicinal.

En las **Jasione** la cápsula se abre como en el género anterior, pero en éste las flores se disponen en cabezuelas y las anteras se sueldan en la base. La cápsula es siempre bilocular. Se conocen unas pocas especies europeas; la *J. montana* es la más frecuente en España; las *J. foliosa*, *J. mariana*, *J. amethystina*, etc., son endémicas en la Península.

b) Cifóideas: Flores zigomorfas, anteras libres, ovario bilocular.

El género **Ciphya** está integrado por unas 20 especies africanas, con los estambres libres entre sí y no adherentes a la corola. Algunas son trepadoras. Los tubérculos de la *C. glandulifera* son comestibles.

El **Cyphocarpus** *rigescens*, de Chile, es la única especie de este género, notable por sus estambres concrescentes con la corola, que es bilabiada.

c) Lobelioideas: Flores zigomorfas, anteras soldadas, ovario casi siempre bilocular.

El género **Lobelia** es el más importante de esta subfamilia; está constituído por unas 200 especies distribuídas en las zonas templadas de la mayor parte del globo, escasas en Europa. Las **Lobelia** son hierbas o



FIG. 508
Diagrama de una flor de Lobelia

plantas leñosas de escasa talla, con las flores solitarias en la axila de las hojas o en racimos terminales; la corola está hendida en la parte posterior de su tubo hasta la base: el fruto, capsular, es globoso y se abre por dos valvas en la parte superior. La *L. inflata* (fig. 509) es una hierba vivaz, de hojas aovadas y flores color violeta, en racimos terminales, con la corola bilabiada. Es propia de América del Norte, y se usa en Farmacia con el nombre de *lobelia*, *Herba Lobeliae*. La única especie de este género que vive en España como autóctona es la *L. urens*, del centro y occidente de la Península. La *L. Erinus*, del África austral, se cultiva con frecuencia en jardinería.

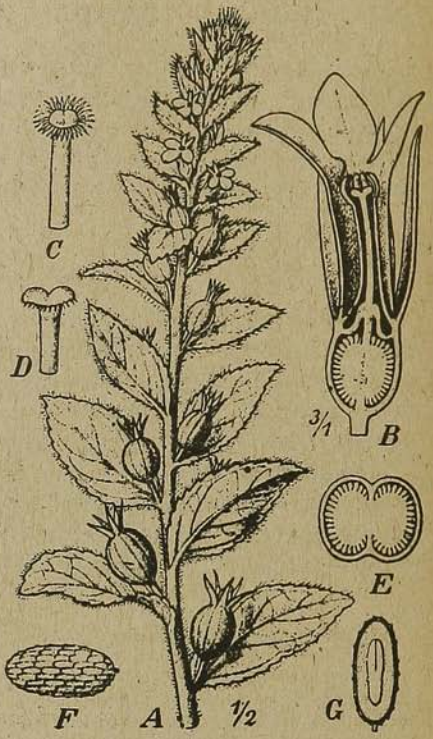


FIG. 509. *Lobelia inflata.*
A, ramita florífera, en la parte inferior con frutos casi maduros; *B*, corte longitudinal de la flor; *C*, estilo joven, con el estigma todavía cerrado y rodeado de los pelos captadores de polen; *D*, estilo maduro, con los dos lóbulos estigmáticos separados y dispuestos para la fecundación, con los pelos colectores en su mayor parte resecados; *E*, corte transversal del ovario; *G*, corte longitudinal del mismo. (Según Berg y Schmidt)

Los géneros **Centropogon** y **Siphocampylus** comprenden alrededor de un centenar de especies cada uno, propias de la América meridional y central. Se distinguen de las Lobelia por el tubo corolino entero o apenas hendido en la parte posterior. Los *Centropogon* tienen el fruto en baya, semiesférico; los *Siphocampylus* en cápsula, cónico alargada superiormente. Son matas o arbustos, a veces trepadores, con las flores rojas o anaranjadas.

Orden 9.º RUBIALES

Flores epiginas, actinomorfas o zigomorfas, tetrámeras o pentámeras, con el cáliz a menudo reducido. Estambres soldados a la corola.

Ovario con dos o tres cavidades, con uno o varios óvulos en cada una. Hojas opuestas.

Familia **Rubiáceas**

Flores hermafroditas o, por aborto, unisexuales, actinomorfas generalmente, tetrámeras (en las especies indígenas), o pentámeras (la mayoría de las exóticas), con el cáliz pequeño, a veces muy poco aparente. El gineceo se compone las más veces de dos carpelos soldados

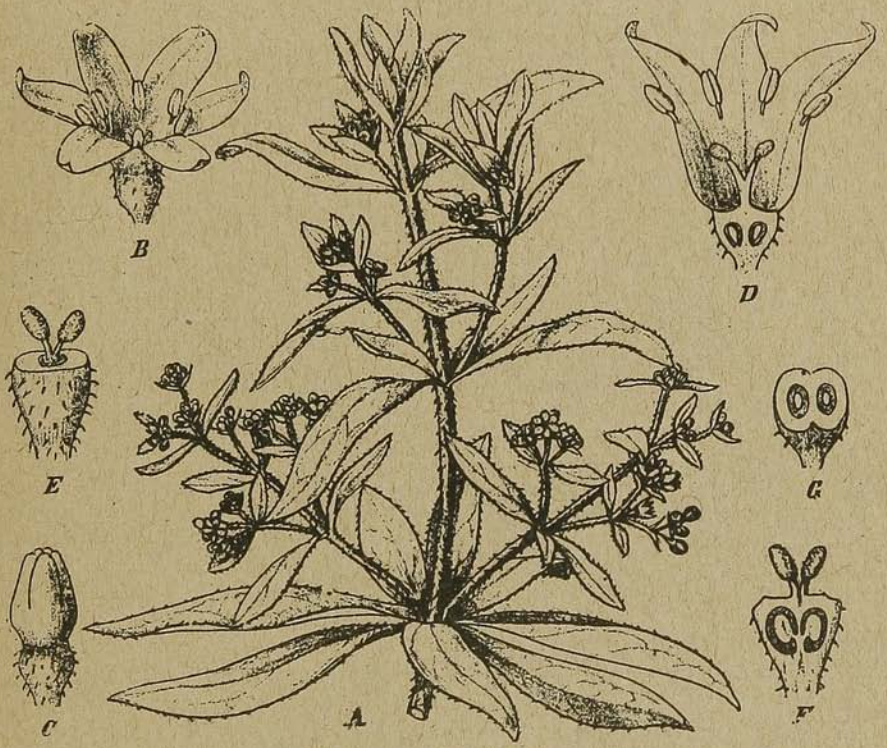


FIG. 510. *Rubia tinctorum.*
A, rama florida; *B*, flor; *C*, capullo; *D*, corte longitudinal de la flor; *E*, ovario, separados los restantes verticilos florales; *F*, sección longitudinal del mismo; *G*, sección transversal

en un ovario bilocular, con cavidades uni o pluriovuladas. Para una Rubiácea indígena la fórmula floral es ésta: $K\,5$, $[(C\,5), A\,5]$, $G_{(\overline{2})}$. El fruto varía mucho; puede ser capsular o indehiscente, separándose en dos cocas en la madurez, o bien carnoso, bacciforme o drupáceo.

Las Rubiáceas tienen las hojas opuestas y con estípulas; en las especies europeas estas últimas, interpeciolares, son a menudo tan grandes como las propias hojas y análogamente conformadas, por donde resulta que éstas aparentan estar verticiladas alrededor del tallo (figs. 510 y 511). Las Rubiáceas exóticas, por el contrario, tienen las estípulas más pequeñas que las hojas, generalmente, y son leñosas,

arbustivas o arbóreas, en tanto que las europeas son herbáceas por lo general, o un poco leñosas nada más.

Esta importante familia comprende alrededor de 4500 especies, en su mayoría tropicales. Se divide en las dos subfamilias siguientes:

a) Cinconoideas: Carpelos pluriovulados.

Las especies del género **Sickingia**, unas 14, son árboles o arbustos de los países tropicales de Sudamérica, de hojas grandes y fruto en cápsula loculicida, con las semillas aladas. Son notables estos árboles por contener una materia colorante roja, tal, por ejemplo, el *paraguatán*, de Venezuela, *S. tinctoria*.

Muy notable por sus grandes flores zigomorfas, bilabiadas, en panojas terminales muy vistosas, es el género **Henriquezia**, que comprende unas pocas especies arbóreas, de gran talla, propias del Brasil y Guayana.

El género **Cinchona** comprende unas treinta especies de los trópicos sudamericanos. Son árboles de hojas lanceoladas o elípticas, pecioladas, con las flores pequeñas, en panojas, rosadas o amarillentas, de corola asalvillada, con prefloración valvar, hirsuta. El fruto es una cápsula septicida, que se abre de la base al ápice, con numerosas semillas aladas. Viven en los Andes, desde el Sur de Bolivia al Norte de Venezuela, principalmente en una zona comprendida entre los 1000 y 2500 m. La *C. succirubra* (fig. 512), del Chimborazo, en El Ecuador, se caracteriza por sus grandes hojas, hasta de medio metro de largo, por sus flores rosadas y por sus frutos muy alargados. De esta especie, la más importante entre las cultivadas en los países tropicales, así como de las *C. Calisaya*, *C. Ledgeriana*, *C. officinalis*, etc., se usa la corteza, llamada *corteza de quina*, *Cortex Chinae*, que sirve además para la extracción de la quinina.



Fig. 511. *Galium Aparine*

Del género **Uncaria** se conocen una treintena de especies, casi todas de Asia. Son bejucos de hojas coriáceas, con las flores dispuestas en cabezuelas axilares, solitarias o agrupadas a su vez en inflorescencias compuestas, apanojadas. El fruto es capsular y las semillas aladas. De la *U. Gambir* (= **Ourouparia** *Gambir*), de Java, Sumatra y Malaca, se obtiene el *gambir*.

b) Cofeoideas: Carpelos uniovulados.

El género **Coffea** comprende unas 25 especies tropicales, principalmente africanas. Son arbustos de hojas lampiñas, con las flores en glomérulos axilares, de corola asalvillada o embudada, retorcidos sus lóbulos en la prefloración, blancas y olorosas, y provistas de calículo. Los estambres se insertan en la garganta corolina y el fruto es una drupa ovoidea o globulosa, con dos huesos plano-convexos y asurcados en su cara interna. La *Coffea arabica* (fig. 513) es el *cafeto*, arbusto o arbolillo de frutos rojos, que se tornan más tarde de color azul oscuro, originario de Abisinia y otros países del África oriental. Ésta, la *C. liberica*, y modernamente alguna otra especie, se cultivan en grande en los países tropicales de todo el globo para beneficiar sus semillas, el *café*, ricas en cafeína.

El género **Uragoga** comprende hasta 150 especies de los países tropicales, la mayoría de América del Sur. Son hierbas o arbustos con las flores dispuestas en cabezuelas involucradas; tienen corola embudada, con prefloración valvar; los estambres se insertan en la garganta de la misma. El ovario es bilocular, con un óvulo inserto en su base en cada cavidad. El fruto es drupáceo, a veces muy poco jugoso o casi seco, con dos semillas asurcadas en su cara ventral. La especie más importante de este género es la *U. Ipecacuanha* (llamada también *Cephaelis* o *Psychotria Ipecacuanha*), pequeña matita de los bosques del Brasil, de rizoma

rastrero, hojas aovadas y flores blancas, en cabezuelas envueltas por dos brácteas involucrales. Es fácil de reconocer, además, por sus raíces tuberoso-anilladas de manera característica (fig. 514), que son oficinales y constituyen la *ipecacuana, Radix Ipecacuanhae.*

El género **Rubia** comprende unas cuantas especies herbáceas con estípulas semejantes a las propias hojas, por cuya razón éstas semejan estar verticiladas en los tallos. El limbo calicino es nulo y la corola enrodada, con cuatro o cinco



FIG. 512. *Cinchona succirubra*

lóbulos ; el fruto, carnoso. La especie más notable es la *R. tinctorum, rubia* (fig. 510, propia de la región mediterránea, cultivada raramente en España y asilvestrada, de hojas anchas, trinerviadas, sobre tallos aéreos anuales, y flores amarillas, con los estambres de anteras alargadas. La rubia se cultivó mucho antiguamente por sus raíces tintoriales, *Radix Rubiae,* hoy en desuso. En la Península es muy común la *R. peregrina,* de tallos aéreos persistentes, hojas coriáceas, uninerviadas, y flores amarillentas con estambres de anteras casi circulares. En Uruguay, República Argentina, etc., las *R. ephedroides, R. tetragona,* etc., de hojas pequeñas y estrechas.

Las **Asperula** son plantas herbáceas o sufruticosas, con las hojas opuestas o verticiladas, y las flores pequeñas, de corola embudada. El fruto es seco, o un tanto carnoso. Comprende cerca de un centenar de especies principalmente medite-

rráneas. La *A. odorata* tiene la corola de tubo ancho y corto, más bien campanulada que embudada y las hojas anchas y delgadas. Vive en los Pirineos y en gran parte de Europa. En Alemania se usa para aromatizar la bebida llamada *Maitrank*, vinoso-azucarada. En España la especie más común es la *A. Cynanchica*, de tallos y hojas muy finos, la *esquinancia* o *herba prima*, usada por el vulgo para combatir diversas enfermedades. Las *A. pendula*, de las sierras andaluzas, *A. hirta*, de los Pirineos, *A. Paui*, de Ibiza, etc., son endemismos ibéricos.

Los **Galium** tienen la corola enrodada y el fruto seco; son plantas herbáceas o sufruticosas, agrupadas en más de 200 especies, la mitad de las cuales habitan en



FIG. 513. *Coffea arabica.*

A, ramita florífera y fructífera; *B*, fruto; *C*, corte transversal del mismo; *D*, corte longitudinal; *E*, semilla, en parte recubierta todavía por el endocarpio apergaminado

Europa. Los *G. Mollugo*, *G. fruticescens*, *G. verum*, *G. Aparine*, etc., son frecuentes en España. Existen algunos endemismos en la Península.

Familia **Caprifoliáceas**

Las flores de las Caprifoliáceas son parecidas a las de la familia anterior, construídas según el tipo pentámero (fig. 515). La mayoría, sin embargo, poseen tres carpelos, y en esto se distinguen de las Rubiáceas, y además por tener las hojas opuestas, pero sin estípulas las más veces. El fruto es una baya, o una drupa bacciforme, con uno o varios huesos, o una cápsula.

Las Caprifoliáceas comprenden unas 250 especies de los países templados del Norte principalmente. Son casi todas leñosas.

El género **Sambucus** se caracteriza por sus flores actinomorfas, con la corola enrodada y estambres de anteras extrorsas. El ovario está constituído por 3-5 carpelos uniovulados; el fruto es bacciforme. Hojas pinnatisectas a menudo, y como



FIG. 514. *Uragoga Ipecacuanha*

cosa excepcional en la familia, acompañadas de estípulas; flores en cimas corimbiformes. La especie más interesante es el *saúco*, *Sambucus nigra* (fig. 516), arbolillo de estípulas muy pequeñas, flores blancas, de olor fuerte y frutos negros.

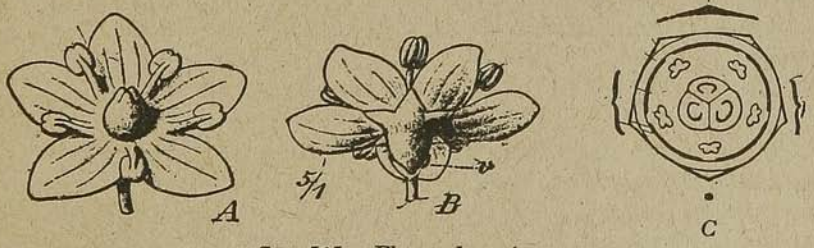


FIG. 515. Flores de saúco.
A, flor vista de frente; *B*, vista por debajo; *v*, bracteíllas; *C*, diagrama

Vive en la mayor parte de Europa, salpicado en los setos y bosques frescos, a menudo cultivado. Sus flores, *Fl. Sambuci*, y sus frutos, *Fruct. Sambuci*, son oficinales. La médula de esta especie, muy desarrollada, blanca y muy ligera, se usa

para obtener secciones microscópicas con los microtomos. El *yezgo* es el *S. Ebulus*, común en casi toda Europa, herbáceo y con estípulas foliáceas, muy desarrolladas. Se usó antiguamente como medicinal. En América del Sur el *S. australis*.

Hasta un centenar de especies comprende el género **Viburnum**, la mayoría de América del Norte y Asia oriental. Se diferencian del género anterior por sus anteras introrsas y por sus hojas enteras o lobuladas. El ovario es tricarpelar, pero por atrofiarse más o menos completamente dos carpelos, el fruto es unilocular o incompletamente trilocular y monospermo, una drupa con un solo hueso. Viven en España el *V. Tinus, durillo*, de hojas enteras, coriáceas, y frutos de un azul metálico; el *V. Lantana*, de hojas dentadas y frutos negros, más carnosos que los del durillo; el *V. Opulus*, de hojas palmatilobuladas y frutos rojos, con las flores periféricas de la inflorescencia estériles, muy grandes, o, en la variedad cultivada, todas ellas estériles, en una cima globosa, *rosa de güeldres, bola de nieve*. La corteza del tallo del *V. prunifolium*, de Norteamérica, es oficinal, *Cortex Viburni*.



Fig. 516. *Sambucus nigra*

La mayoría de las **Lonicera** tienen la corola zigomorfa, bilabiada, con cuatro lóbulos en el labio superior y uno en el inferior, y el tubo largo. El androceo tiene cinco estambres con las anteras introrsas; el gineceo 2-3 carpelos, pluriovulados, con estilo muy largo también. El fruto es una baya pauciseminada. Se conoce un centenar de especies leñosas, algunas de ellas trepadoras o enredaderas, mayormente del Himalaya y oriente de Asia. En España son frecuentes las *L. implexa* y *L. etrusca*, las *madreselvas* silvestres; en la parte septentrional, la *L. Peryclymenum*. En Sierra Nevada y montañas próximas las *L. splendida* y *L. arborea*, esta última hasta de diez metros de altura. La *L. pyrenaica* es un endemismo ibero-balear. La *madreselva* de los jardines es la *L. caprifolium*, de corola amarillenta y de olor muy grato.

Orden 10.º **AGREGADAS**

En este orden, *K*, *C* y *A* son pentámeros, $G\overline{(3-2)}$, pero los ovarios sólo son uniloculares y contienen una sola semilla. *K*, generalmente es papiláceo, retrogradado o suprimido. *A* y *C* están, a veces, soldados entre sí, y *C*, a veces, es incompleto. Las inflorescencias, a menudo, son acabezueladas.

Familia **Valerianáceas**

Flores hermafroditas, zigomorfas, con el cáliz muy poco desarrollado en la florescencia, después de la fecundación más aparente y a menudo en forma de vilano, coronando el ovario (fig. 517, *D*). Corola zigomorfa, acampanada o embudada, con los lóbulos más o menos desiguales y a veces formando dos labios, en la base espolonada o con una bolsita. A los cinco lóbulos corolinos no corresponden otros tantos estambres; por el contrario, éstos se reducen siempre en mayor o menor proporción, y pueden ser cuatro, o más generalmente tres, y aun llegar a uno solo. El gineceo se compone de tres carpelos, uniovulados, formando un ovario trilocular, de los cuales sólo uno se desarrolla normalmente. El fruto es un aquenio.

Las Valerianáceas comprenden cerca de 250 especies que habitan de preferencia en los países templados del hemisferio Norte y en la

América meridional, en los Andes chilenos. Son plantas herbáceas, generalmente con las hojas opuestas, ya enteras, ya más o menos profundamente divididas y sin estípulas; las flores se disponen en cimas corimbiformes o acabezueladas.

El más importante, que abarca casi la mitad de las especies de esta familia, es el género **Valeriana.** Las *Valeriana* tienen la corola sacciforme en la base (figura 517, *A* y *B*), tres estambres, y fruto unilocular, coronado las más veces por el cáliz

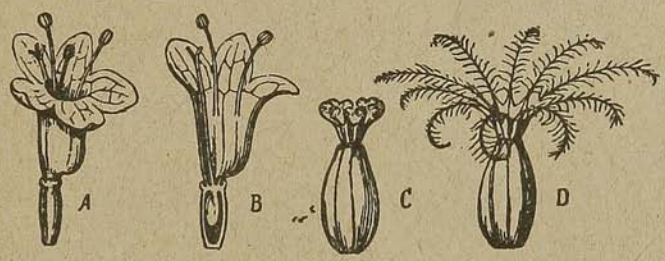


FIG. 517

A, flor de *Valeriana officinalis*; *B*, sección longitudinal de la misma; *C*, el ovario fecundado, una vez desprendida la corola; *D*, fruto

persistente, arrollado durante la antesis y desarrollado en forma de vilano después de la fecundación (fig. 517, *C* y *D*). La especie más conocida es la *V. officinalis*, *valeriana* (figs. 517 y 518), planta herbácea vivaz, de hojas pinnatisectas, y flores rosadas o blanquecinas, que habita en los prados húmedos y junto a los arroyos en nuestras montañas y en la mayor parte de Europa. De esta especie se usan las raíces como oficinales, *Rad. Valerianae.* Son especies ibéricas endémicas las *V. pyrenaica* de los Pirineos y Norte de la Península; *V. longiflora*, del Pirineo aragonés; *V. globularifolia*, del Pirineo también y de las montañas andaluzas. En la América meridional el género está representado por numerosas especies andinas, la mayoría un tanto distintas de las nuestras por sus frutos a menudo gibosos, con protuberancias, o sin vilano. Algunas, como la *V. rigida* del Perú y Ecuador, *V. aretioides*, también del Ecuador, y de Colombia, etc., suben hasta los 4000 m. Muchas son acaules, con las hojas en rosetón.



FIG. 518. *Valeriana officinalis*

Los **Centranthus** se diferencian de las *Valeriana* por su corola espolonada y por su androceo reducido a un solo estambre. Por esta razón es género que se incluye entre los de la clase I, *monandria*, del Sistema de Linné. Comprende unas cuantas especies de la región mediterránea. El *C. Calcitrapa* es una hierba anual frecuente en España; el *C. ruber*, una mata rupícola, de hojas enteras aovadas o lanceoladas, glaucas, propia de la Península y de la Europa meridional, y a veces cultivada con el nombre de *valeriana roja.*

Las **Valerianella** son pequeñas hierbas anuales que se ramifican según falsas dicotomías, con la corola de tubo corto y apenas sacciforme en la base, con tres estambres y fruto generalmente trilocular, con una sola cavidad fértil y dos estériles, coronado por el cáliz, herbáceo o membranoso, acrescente, o muy reducido. Se conocen alrededor de cuarenta especies diseminadas por todo el hemisferio boreal, en las zonas templadas. En España viven buen número de ellas; alguna, como la *hierba de los canónigos*, *V. olitoria*, se come en ensalada.

Familia **Dipsacáceas**

Flores hermafroditas, generalmente zigomorfas, provistas de calículo. Cáliz y corola pentámeros o tetrámeros; androceo de cuatro estambres libres. Gineceo compuesto de dos carpelos, de los cuales aborta uno; el ovario es, por esta causa, unilocular, y contiene un solo óvulo. El fruto es un aquenio envuelto por el calículo persistente, y coronado con frecuencia por el cáliz.

La de las Dipsacáceas es una pequeña familia compuesta de unas 140 especies. Habitan en las zonas templadas del Antiguo Mundo, la mayoría en la región mediterránea. Son plantas herbáceas, con las hojas opuestas, sin estípulas; tienen las flores dispuestas en cabezuelas involucradas.

El género **Scabiosa** es el más importante; comprende alrededor de medio centenar de especies. Las cabezuelas están rodeadas de un involucro de brácteas herbáceas; las del receptáculo son pequeñas, herbáceas o escamiformes. Calículo con el tubo marcado con ocho surcos, hoyuelos o costillas, más o menos ensanchado en un limbo en la parte superior; cáliz persistente, gamosépalo, con cinco aristas. Son frecuentes en España las *S. monspeliensis*, *S. columbaria*, *S. maritima*, etc. Una variedad de esta última, de flores purpúreo-oscuras, se cultiva en jardinería con el nombre de *viudas*. Son endémicas en la Península las *S. saxatilis*, de Valencia y Andalucía; *S. pulsatilloides*, de Sierra Nevada; *S. macropoda*, de las montañas catalanas occidentales.

Los **Dipsacus** se diferencian por sus brácteas duras y espinosas, las involucrales más largas. El calículo es tetragonal, como el cáliz, y la corola tiene cuatro lóbulos. En España es frecuente el *D. silvestris*, *cardencha*. El *D. fullonum* se cultiva para utilizar las cabezuelas en el cardado de los tejidos.

Las **Succisa** son muy afines de las *Scabiosa*. Se diferencian por su calículo tetragonal, con el limbo de cuatro lóbulos, como la corola. La *S. pratensis* se usó antiguamente en Farmacia, *Radix Morsus-Diaboli*.

Familia **Compuestas**

Tan vasta es la familia de las Compuestas y al mismo tiempo sus especies poseen caracteres tan visibles y propios, que Linné, habiendo constituído veintitrés clases para distribuir en ellas las restantes familias vegetales, dedicó una por completo a las Compuestas; en ella incluyó, además de las que hoy se considera pertenecen a esta familia, algunas otras repartidas en la actualidad en familias diversas. El carácter que sirvió de fundamento a Linné para establecer la clase XIX, *Syngenesia* (de *syn* = juntamente, y *genea* = el sexo), es el de la concrescencia en un tubo de las cinco anteras del androceo, en tanto que los filamentos estaminales permanecen libres de adherencia entre sí. Este carácter sirve todavía actualmente para fundamentar la designación de las Compuestas con el nombre de Sinantéreas *(Synantherece)*, usado de cuando en cuando. Otro carácter importante de esta familia se refiere a la inflorescencia: las flores de las Compuestas se disponen en cabezuelas, es decir, sobre un receptáculo común ensanchado en forma de disco, o cónico, o globuloso, rodeado de un conjunto de brácteas que constituyen el *involucro* (fig. 520, *a*). Las flores de esta familia en el sentido no técnico de la palabra, son inflorescencias, *compuestas* en realidad de multitud de flores propiamente dichas, y de ahí el

nombre que recibe. Cada una de estas flores nace en la axila de una bráctea madre que se inserta como aquélla en el receptáculo ; las brácteas éstas suelen llamarse *pajitas*, y tienen formas muy variadas, según los géneros, y aun, a veces, las de una misma cabezuela (fig. 521, *s*).

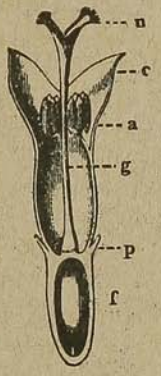


Fig. 519. Flor hermafrodita del disco de una Compuesta.
a, anteras soldadas en tubo ; *f*, ovario ; *p*, cáliz, representado por el vilano ; *g*, estilo ; *n*, estigma ; *c*, corola



Fig. 520
a, cabezuela de *Centaurea Cyanus* ; *b*, flor periférica aislada ; *c*, flor del disco

Las flores de las Compuestas pertenecen a tipos diversos, unas veces son actinomorfas, otras zigomorfas, ya hermafroditas, ya unisexuales, y aun neutras o estériles algunas veces. Responden a la siguiente fórmula floral: $K\,5 - \infty$, $[C(5), A(5)]$, $G_{\overline{(2)}}$ (véase el diagrama

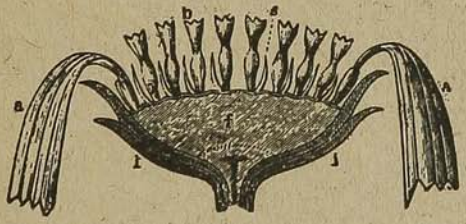


Fig. 521. Sección longitudinal de una cabezuela de Compuesta.
f, eje florífero ensanchado en forma de disco grueso (receptáculo) ; *i*, involucro ; *a*, flores periféricas ; *b*, flores del disco ; *s*, brácteas o escamas del receptáculo

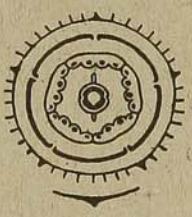


Fig. 522
Diagrama de una flor típica de Compuesta

de la fig. 522). Como en las Valerianáceas, el cáliz poco aparente durante la antesis, se desarrolla después de la fecundación, y persiste las más veces en el ápice del fruto coronándolo de un penacho de pelos o de escamitas, variables por su número, forma y tamaño ; a este cáliz acrescente y persistente se le da el nombre de *vilano*, y facilita la dispersión por el viento de los frutos de las Compuestas.

La corola es tubulosa, ya con cinco lóbulos iguales, actinomorfa (fig. 523, *a*), o bilabiada, con tres pétalos en un labio y dos en el otro (fig. 523, *c*), o todos los cinco dientes se encuentran en un labio único, que es muy largo (fig. 523, *b*). En un tercer caso existen tres dientes en el labio superior largo y dos en el inferior corto (fig. 523, *c*). Los labios largos se llaman *lígulas*, y las flores que los presentan, *flores liguladas*, o simplemente *lígulas*, mientras que las otras flores se denominan *flosculosas* o *flósculos*.

Los estambres, como se ha dicho, libres entre sí por sus filamentos, se sueldan por las anteras, que forman un tubo. El estilo pasa a lo largo de este tubo, y provisto en su parte superior de pelos o papilas, recoge con ellos al salir de aquél el polen depositado en su interior. Es ello posible porque los órganos sexuales masculinos, las anteras, están en sazón antes del completo desarrollo del gineceo. Introrsas como son, las anteras, vierten el polen en el interior del tubo constituído por las cinco, concrescentes, del androceo, y luego, el estilo, en su crecimiento, lo arrastra y echa fuera. Con frecuencia ciertos movimientos periódicos de la corola, y por ende de los estambres, concrescentes con ella, facilitan también ese arrastre del polen hacia el exterior. Los insectos se encargan después, hurgando en las cabezuelas, de llevar el polen a otras flores en estado de ser fecundadas.

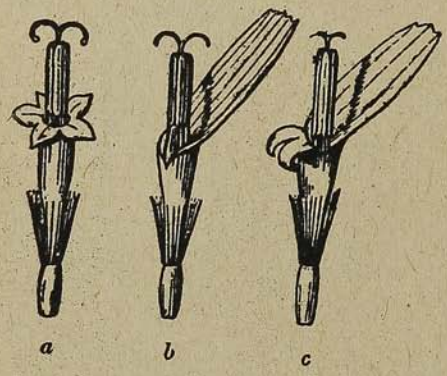


FIG. 523. Flores de Compuestas. *a*, tubulosa; *b*, ligulada; *c*, bilabiada. (C. Müller)

El gineceo consta de dos carpelos abiertos, soldados en la base en un ovario unilocular y uniovulado, concrescentes asimismo en la región estilar, que termina en dos ramas estigmáticas (fig. 519, *n*), provistas de papilas en la cara interna.

El fruto, como en las Valerianáceas, es un aquenio, coronado a menudo por el cáliz acrescente, convertido en vilano, como se ha dicho ya.

La substancia de reserva de las Compuestas es la *inulina*.

Es tan numerosa esta familia, que comprende alrededor de la décima parte del total de fanerógamas conocidas. Sus especies se hallan distribuídas por todo el globo, y así se comprende, por su número enorme y por las condiciones diversísimas de medio a las cuales están adaptadas, los tan variados tipos vegetativos que ofrecen. Sin salirnos del género *Senecio*, el más rico en especies de la familia, hallamos en él hierbas anuales de unos pocos centímetros en total, hierbas perennes, matas, arbustos y aun árboles, lo mismo especies de tallo erguido, que otras que lo tienen acostado, algunas trepadoras, otras carnosas en sus tallos y hojas. Las flores dispuestas en cabezuelas y los estam-

bres singenésicos permiten, no obstante, reconocer fácilmente las Compuestas a pesar de su aspecto tan variado.

La familia de las Compuestas se divide en dos subfamilias :

a) **Tubulifloras.** Con todas las flores de la cabezuela flosculosas, o con las flores del disco flosculosas y las periféricas liguladas y tridentadas, o bilabiadas, nunca con lígulas en el disco. Poseen a menudo bolsas secretorias esquizógenas, nunca vasos laticíferos.

El género **Tussilago** no contiene más que una especie, el *T. Farfara* (fig. 524), *tusílago*. En las cabezuelas del tusílago las flores del disco son tubulosas, hermafroditas morfológicamente, pero estériles ; en la periferia existen varias filas de flores liguladas femeninas y fértiles. El receptáculo es alveolado, el vilano peloso. Florece antes de nacer las hojas, sostenidas las cabezuelas, solitarias y de flores amarillas, por tallos escapiformes escamosos ; las hojas aparecen más tarde, todas basilares,



FIG. 524. *Tussilago Farfara*



FIG. 525. *Inula Helenium*

sobre un rizoma, grandes, cordiformes, angulosas, blanco-tomentosas en el envés. Vive frecuente en gran parte de España, sobre todo en suelos arcillosos algo húmedos. Se usan sus hojas y flores, *Fol.* y *Flores Farfarae*.

Como una docena de especies comprende el género **Petasites**, afín del anterior. Tienen también tallo subterráneo los *Petasites*, las hojas en su mayor parte basilares, acorazonadas o arriñonadas. Se distingue por sus cabezuelas de dos clases, unas con la mayoría de sus flores femeninas, otras con pocas de éstas y muchas hermafroditas, con el gineceo estéril ; tallos con las cabezuelas dispuestas en racimo, de floración precoz. El *P. officinalis* es el *tusílago mayor*.

En el género **Senecio** las cabezuelas no tienen más que flósculos, con todas las flores hermafroditas, o bien las de la circunferencia son liguladas, femeninas y fértiles. El involucro no comprende más que una sola fila de brácteas, a menudo acompañadas en la base de varias bracteíllas menudas. Tienen las hojas alternas, el receptáculo alveolado, las flores generalmente amarillas y el vilano peloso. Es el género más rico en especies de la familia, ya herbáceas, ya leñosas, incluso arbóreas. El *S. vulgaris* es una de las plantas más frecuentes de nuestras huertas ; son ibéricos los *S. pyrenaicus* (= *S. Tournefortii*), *S. Boissieri*, *S. linifolius*, *S. minutus*, etc. ; el *S. Rodriguezii*, de flores purpúreas, en los peñascos marítimos de las Baleares.

El género **Arnica** es fácil de reconocer por las hojas opuestas ; en este género las cabezuelas son también del tipo radiado, es decir, flosculosas en el disco y liguladas en la periferia, amarillas, bastante grandes, con involucro uniseriado, com-

puesto de numerosas brácteas. Comprende el género cerca de veinte especies, la mayoría de Norteamérica. En España no tenemos más que una sola especie, el *A. montana, árnica o tabaco de montaña* (fig. 529), en todo el Pirineo y Norte de la Península. De esta especie se usan la raíz y las hojas, *Radix* y *Fl. Arnicae.*

A menudo se confunden con el árnica varias especies del género **Inula**, fáciles de reconocer por sus hojas alternas y más o menos numerosas sobre los tallos. Comprende el género alrededor de un centenar de especies del Antiguo Mundo. Las *I. montana* e *I. helenioides* son frecuentes en la mayor parte de España. De la *I. Helenium*, mucho más rara, se usa la raíz, *Rad. Helenii.*



FIG. 526. *Artemisia Absinthium.*
A, hoja inferior tripinnatipartida; *B*, ramita florífera; *C*, cabezuela joven cortada a lo largo; *D*, cabezuela florida; *E*, flor marginal femenina; *F*, flor hermafrodita del disco; *G*, granos de polen; *H*, pelo de la inflorescencia en forma de T

Hasta 200 especies se han descrito del género **Artemisia**, hierbas o matas de olor fuerte generalmente, con las cabezuelas muy pequeñas, numerosas, en racimos o panojas terminales. Las flores del disco son hermafroditas, las de la periferia femeninas, flosculosas como aquéllas. El receptáculo no tiene pajitas y carecen de vilano. La *A. Dracunculus, dragoncillo*, originaria de Rusia y Mongolia, se cultiva a veces como medicinal, para la obtención del *vinagre de estragón*. En esta especie las flores hermafroditas son estériles. En algunas *Artemisia*, todas las flores son iguales, hermafroditas y fértiles. Así sucede en la *A. Herba alba, ontina*, matita frecuente en los suelos arcillosos y salinos de gran parte de España. A este grupo pertenece también la *A. Cina* (figs. 527 y 528), del Turquestán (llamada también, impropiamente, *A. maritima*, var. *pauciflora*), cuyas cabezuelas, *Flores Cinae*, constituyen el *santónico*. Hay otras *Artemisia* que aun con cabezuelas heterógamas, es decir, con flores femeninas periféricas, y en el disco hermafroditas, las tienen todas fértiles. Así sucede en la *artemisa, A. vulgaris*, no rara en los Pirineos y Norte de España, y en la bonita *A. lanata* (= *A. Assoana*), especie endémica, propia de

las montañas de Aragón occidental, Castilla, etc. La *manzanilla real*, de Sierra Nevada, de suave aroma, pertenece también a este grupo: es la *A. granatensis*, otro endemismo. En ésta, el receptáculo es desnudo; en aquéllas y en la *A. Absinthium* (fig. 526), *ajenjo*, de las montañas españolas y de casi toda Europa, es, por el contrario, velloso. El ajenjo es oficinal, *Herba Absinthii*.

En las **Matricaria**, como en el género anterior y en los siguientes, las brácteas involucrales son escariosas en los bordes. Tienen las flores periféricas liguladas, blancas, el receptáculo desnudo, y carecen de vilano, o lo tienen reducido a un apéndice lateral. La *M. Chamomilla* (figuras 531' y 532), *manzanilla común* o *camomila*, es una hierba anual, de hojas finamente divididas, con el receptáculo cónico en la fructificación y hueco, frecuente en las huer-



Fig. 527. *Artemisia Cina*

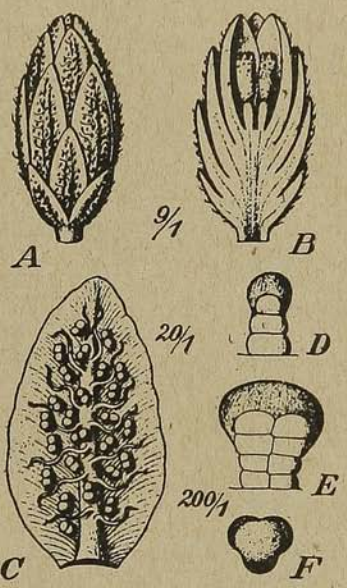


Fig. 528

A, cabezuela joven de *Artemisia Cina* (santónico); *B*, la misma, cortada longitudinalmente; *C*, bráctea del involucro vista por fuera; *D* y *E*, pelos glandulares; *F*, grano de polen

tas y sembrados de gran parte de España y en casi toda Europa. Las cabezuelas de esta especie son oficinales, *Flores Chamomillae*.

Los **Chrysanthemum** son hierbas anuales, vivaces, o matas, con las cabezuelas de buen tamaño, involucradas con múltiples series de brácteas. Las flores periféricas generalmente liguladas, amarillas, blancas o purpúreas. El fruto con el vilano en forma de coronita escamiforme o de orejuela, o sin él. Se conocen cerca de un centenar de especies, distribuídas a menudo en otros varios géneros. Habitan en su mayoría en la región paleártica. El *Ch. indicum* y su afín el *Ch. sinense*, originarios de China y Japón, son los *crisantemos*, de los cuales se cultivan diferentes variedades hortícolas, notables por sus numerosas lígulas, muy largas y de variados colores; el crisantemo es la flor otoñal más estimada. El *Ch. cinerariifolium*, de Dalmacia, sirve para la obtención de polvos insecticidas; asimismo los *Ch. roseum* (fig. 538) y *Ch. Marschallii*, del Cáucaso, Persia, etc. En España y en casi toda Europa es frecuente el *Ch. corymbosum*.

Los **Tanacetum** se diferencian de los anteriores por sus cabezuelas generalmente menores, en inflorescencias corimbiformes, con las flores periféricas no radiantes. Comprende este género como medio centenar de especies del hemisferio Norte. El *tanaceto común* es el *T. vulgare* (fig. 534), frecuente en gran parte de Europa y en Asia occidental; se usan en Farmacia, raramente, las cabezuelas, *Flores Tanaceti*.

Los **Anthemis** se diferencian de los géneros anteriores por su receptáculo provisto de pajitas. Son plantas herbáceas, con las flores femeninas periféricas de sus cabezuelas, liguladas, radiantes, generalmente blancas, más raramente amarillas. El tubo corolino de las flores de *Anthemis* es comprimido, ensanchado en la base, o con frecuencia prolongado en forma de una pequeña bolsa o espolón. Carecen de vilano o lo tienen reducido a una orejuela escamiforme. Comprende el género alrededor de un centenar de especies, casi todas europeas. El *A. nobilis* (fig. 533) es la *manzanilla romana*, planta vivaz, de hojas finamente divididas, frecuente sobre todo en el Norte y occidente de la Península; en esta especie, las flores del disco tienen el tubo corolino cilíndrico. Los *A. arvensis* y *A. Cotula*, frecuentes en

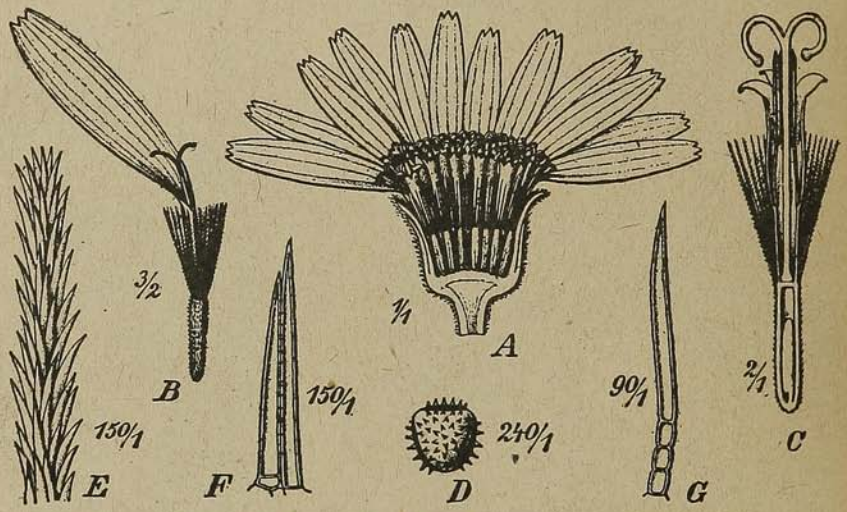


Fig. 529. *Arnica montana.*

A, cabezuela en sección longitudinal; *B*, flor periférica; *C*, flor del disco; *D*, grano de polen; *E*, ápice de un pelo del vilano; *F*, pelo geminado del ovario; *G*, pelo de la corola

la mayor parte de España, son hierbas anuales, que no hay que confundir con la *Matricaria*, parecida a ellas, pero fácilmente distinguible si se atiende a los caracteres del receptáculo, que es hueco en ésa.

Se caracterizan los **Anacyclus** por sus frutos comprimidos, y todos ellos alados o sólo los periféricos. Es frecuente en España el *A. clavatus*, *manzanilla loca*, hierba sin valor. Las raíces de los *A. Pyrethrum* y *A. officinarum*, *Radix Pyrethri Romani* y *Rad. Pyr. Germani*, contienen piretrina.

El género **Achillea** comprende unas ochenta especies herbáceas o sufruticosas del hemisferio Norte. Tienen las cabezuelas pequeñas, generalmente numerosas y dispuestas en inflorescencias corimbiformes. El receptáculo posee pajitas como en los géneros anteriores, la corola tiene el tubo comprimido, y comprimidos también, pero sin alas, son los frutos. No tienen vilano, y las flores son blancas o amarillas. La *A. Millefolium* (fig. 535), *milenrama*, *milefolio*, es especie frecuente en nuestras montañas, muy polimorfa. Las hojas y las cabezuelas de esta planta se usan raramente en Farmacia como *Herba* y *Flores Millefolii*.

Las **Santolina**, comunes en España, son matas muy ramosas, con las cabezuelas pequeñas, sin flores periféricas radiantes, y de frutos esquinados, sin vilano. Huelen fuertemente, y se usan a veces como la manzanilla. Tal, por ejemplo, la *S. Chamaecyparissus*, *santolina* o *bojeta de San Juan*, común en la mayor parte de España, rarísima y muy apreciada en Menorca con el nombre de *camamila de la Mola*. La *S. rosmarinifolia*, *botonera*, *bolina*, sustituye a la anterior en los suelos





FIG. 531. *Matricaria Chamomilla*

FIG. 530. *Cnicus benedictus.*

A, ramita florífera; *B*, cabezuela, cortada a lo largo en *C*; *D*, flor hermafrodita del disco; *E*, flor periférica estéril

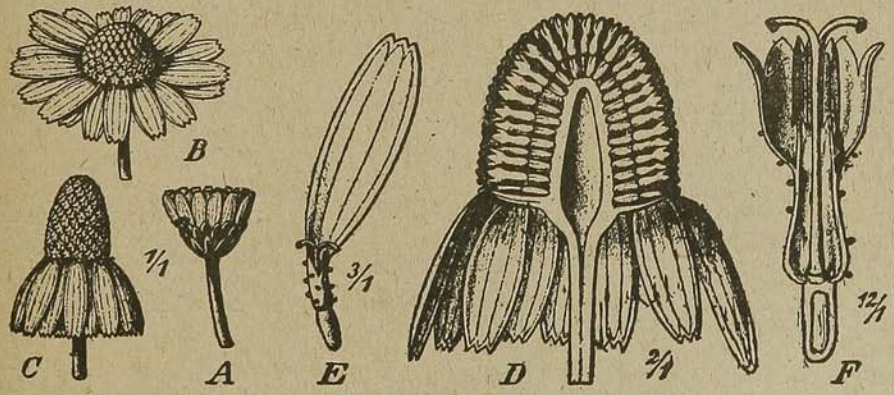


FIG. 532. Flores de *Matricaria Chamomilla.*

A, cabezuela joven, con las flores periféricas, liguladas, erguidas; *B*, la misma, en estado más avanzado, con las lígulas extendidas horizontalmente; *C*, cabezuela ya pasada, con las lígulas caídas; *D*, cabezuela, pasada, en sección longitudinal; *E*, flor ligulada; *F*, flor tubulosa del disco cortada a lo largo

silíceos del centro y occidente de la Península. Las *S. oblongifolia*, de Gredos, *S. elegans*, de Sierra Nevada, etc., son endemismos peninsulares.

En el género **Helianthus** las brácteas del involucro son completamente herbáceas, faltas de la membranita que bordea, más o menos ancha, las de los géneros anteriores. El receptáculo tiene pajitas. Los *Helianthus* son plantas herbáceas, anuales o vivaces, de hojas y tallos un tanto ásperos, con cabezuelas a menudo muy grandes, solitarias en la terminación de las ramas. Las flores periféricas, radiantes, son estériles; los vilanos se reducen a unas pocas pajitas caedizas. Se conoce poco más de medio centenar de especies, todas americanas. Las más comunes entre las cultivadas son el *girasol*, *H. annuus*, planta anual de gran talla y rápido crecimiento, cuyas enormes cabezuelas alcanzan a tener hasta medio metro de diámetro, con numerosísimas flores amarillas. Las semillas de esta especie sirven para la obtención de un aceite comestible, con el cual se falsifica el de olivas. Al parecer, es



FIG. 533. *Anthemis nobilis*



FIG. 534. *Tanacetum vulgare*. *A*, rama con inflorescencia; *B*, una inflorescencia, aumentada

originaria de Méjico. El *H. tuberosus*, *topinambo*, de menor talla que el anterior, es vivaz, con tubérculos comestibles, a menudo cultivado, lo mismo que el *H. macrophyllus*.

Los **Spilanthes** son hierbas americanas de hojas opuestas, con cabezuelas homógamas o con las flores periféricas femeninas y liguladas. El fruto es comprimido, con un vilano reducido a un par de cerdas o completamente nulo. Se conocen alrededor de 30 especies. La *S. arnicoides* y la *S. oleracea* son propias de la América meridional; esta última se cultiva raramente en Europa, y se usa en algunos países como medicinal, *Herba Spilanthis*.

El género **Dahlia** comprende unas pocas especies mejicanas, vivaces, con rizomas acompañados de raíces tuberosas, y hojas opuestas, pinnadopartidas. Las cabezuelas, grandes e inclinadas, poseen un doble involucro; los aquenios terminan en dos dientes más o menos largos. La *D. variabilis*, *dalia*, es la especie más conocida, con numerosas lígulas en las variedades cultivadas y de colores muy variados; algunas de aquéllas compiten por su belleza con los crisantemos.

Las especies del género **Solidago** son, en su casi totalidad, norteamericanas. Son hierbas vivaces, o pequeñas matas, con las cabezuelas pequeñas, en inflorescencias racimosas; las flores periféricas liguladas a veces muy cortas; frutos cilíndricos, con vilano de una o dos series de pelos. En las montañas de casi toda España es frecuente la *S. Virga aurea*, *vara de oro*, extendida por todo el hemisferio boreal, y usada antiguamente como vulneraria, *Herba Virgaureae*; análogamente se usa hoy todavía la *S. microglossa*, de la América del Sur.

El género **Bellis** sólo comprende unas pocas especies europeas y mediterráneas. Son hierbas anuales o perennes, con las flores periféricas de las cabezuelas blancas

o purpúreas, receptáculo cónico, sin pajitas, frutos comprimidos y vilano generalmente nulo. El *B. perennis* es la *margarita* o *bellorita*, no rara en España, y muy a menudo cultivada en los jardines. Las flores se usaron antiguamente en Farmacia como *Flores Bellidis*.

Las **Calendula** son plantas herbáceas o sufruticosas, de cabezuelas medianas o bastante grandes, amarillas ; las flores liguladas de la periferia son femeninas y fértiles, dispuestas en 1-3 series ; las del disco, aparentemente hermafroditas, no dan fruto y sólo sirven para fecundar las más externas. Los frutos son muy polimorfos en cada cabezuela ; los de la serie exterior de flores periféricas, más largos, se prolongan en pico por arriba ; los más internos son cortos y anchos, a menudo alados y en forma de barquilla. Es muy frecuente en nuestros campos la *C. arvensis*, de cabezuelas medianas, *caléndula ;* la *C. officinalis* se cultiva a menudo y se halla a veces asilvestrada en España. Las cabezuelas de esta última se han usado en Farmacia con el nombre de *Flores Calendulae*.

Notables son los **Echinops** por sus cabezuelas con una sola flor, reunidas a su vez en cabezuelas de segundo orden, esféricas. Se conocen unas 60 especies de la



FIG. 535. *Achillea Millefolium*



FIG. 536, *Lappa (Arctium) minus*

región mediterránea y de Oriente en su mayoría. La especie más común en nuestro país es el *E. Ritro, cardo yesquero*, de flores azules.

En el género **Carlina**, y en los seis que siguen, las flores periféricas son tubulosas, como las del disco o más desarrolladas, pero no liguladas ; el receptáculo está cubierto de pelos o de pajitas laciniadas. Las *Carlina* son plantas herbáceas o un tanto leñosas, con las hojas divididas y espinosas ; las cabezuelas, medianas o grandes, están rodeadas de un involucro cuyas brácteas externas son foliáceas, y las internas con apéndices ligulares radiantes, de vivos y brillantes colores. El vilano consta de una serie de escamitas terminadas superiormente en cerdas plumosas. Vive en los Pirineos la *C. Cinara*, acaule, de grandes cabezuelas al ras del suelo, cuyas brácteas internas, ligulares, son de color amarillo ; la *C. acaulis* es caulescente a menudo, y se distingue fácilmente de la anterior por las brácteas ligulares blancas. Ambas se conocen con el nombre de *carlina ;* la raíz de esta última se usó antiguamente en Farmacia, *Radix Carlinae*. Son siempre caulescentes, y de cabezuelas mucho menores las *C. corymbosa*, frecuente en toda España ; *C. vulgaris*, de las provincias septentrionales sobre todo ; *C. lanata*, de brácteas radiantes purpúreas, etc.

Muy fácil resulta conocer las especies del género **Arctium** *(Lappa)* atendiendo al carácter de su involucro, globuloso y con numerosas brácteas terminadas en punta larga y ganchuda. Son hierbas de grandes hojas enteras o sinuadas. Se conocen unas pocas especies muy parecidas entre sí. Los *A. majus* y *A. minus* (fig. 536) son las *bardanas ;* de ellas se usa la raíz, *Radix Bardanae*.

Las **Cinara** son hierbas de grandes hojas pinnadopartidas, con cabezuelas muy grandes también, rodeadas de brácteas coriáceas y receptáculo carnoso. Las flores, todas tubulosas, son azules o purpúreas. La *C. Scolymus* es la *alcachofera*, a menudo cultivada.

Es notable el género **Sylibum** por tener los filamentos estaminales concrescentes inferiormente en mayor o menor extensión. Las brácteas involucrales terminan en un acumen foliáceo, espinoso. El *S. Marianum* es el *cardo Mariano*, frecuente en la región mediterránea, naturalizado en la actualidad en la América del Sur y frecuentísimo acá y allá en las pampas.

En el género **Centaurea** las brácteas involucrales son numerosas y se disponen de manera empizarrada ; con gran frecuencia presentan apéndices apicales de forma variada, ya escariosos, ya espinosos, que caracterizan las distintas especies y secciones genéricas. En este género los frutos se insertan lateralmente y no por su base, como ocurre en los anteriores. Las flores periféricas, tubulosas, son neutras y a menudo radiantes. Se conoce gran número de Centáureas, hasta cerca de medio millar de especies, en gran parte mediterráneas, distribuídas en numerosas secciones según los caracteres del vilano y de las brácteas involucrales. Una de las especies más conocida es la *C. Cyanus* (fig. 520), *azulejo*, frecuente en nuestros sembrados,



FIG. 537
Carthamus tinctorius

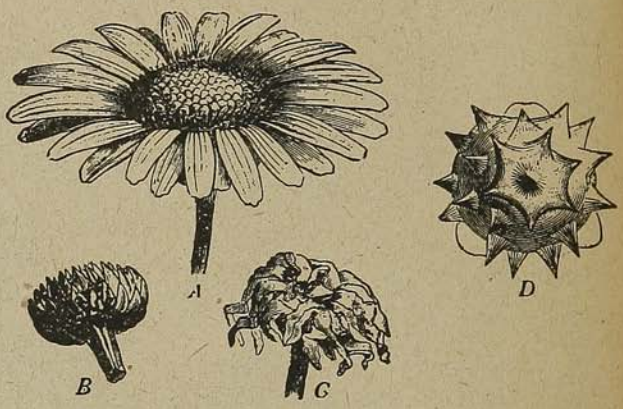


FIG. 538. *Chrysanthemum roseum.*
A, cabezuela ; *B*, involucro visto por debajo ; *C*, cabezuela marchita ; *D*, grano de polen muy aumentado

de corolas azules ; en los bordes de los caminos y lugares incultos, las *C. aspera* y *C. Calcitrapa, trabalera* y *abrojo*, respectivamente. Numerosas son las especies que habitan en España, alrededor de 70, y varias de ellas, como las ya mencionadas, se hallan por doquier. Algunas son endemismos peninsulares, como las *C. hyssopifolia, C. linifolia, C. macrorrhiza, C. toletana, C. Clementei*, etc.

Los **Carthamus**, afines de las *Centaurea*, se separan por sus cabezuelas acompañadas de un sobreinvolucro foliáceo. El *C. tinctorius* (fig. 537) es el *alazor*, de patria desconocida, y cultivado en pequeña escala por sus flores tintoriales, con las cuales se falsifica el azafrán.

El género **Cnicus** no tiene más que una especie, el *cardo santo, C. benedictus* (fig. 530), también con un involucro externo foliáceo ; es fácil de diferenciar por su vilano con una doble serie de pelos, los internos más cortos. El cardo santo es una hierba anual de flores amarillas, no raro en España, aunque escaso, por lo general. Las sumidades de esta especie se han usado en Farmacia con el nombre de *Herba Cardui benedicti*.

Indicaremos el género **Mutisia** como representante de un numeroso grupo de Tubulifloras, con las corolas bilabiadas, casi exclusivo de la América meridional andina. En esta tribu no son raras las especies leñosas, arbustivas y aun arborescentes. El mismo género **Mutisia** cuenta con algunos arbustos y con especies trepadoras a modo de bejucos. Más de medio centenar de especies de *Mutisia* habitan en Brasil, Paraguay, Argentina, Chile, Perú, etc.

b) **Ligulifloras.** Con todas las flores de la cabezuela liguladas ; poseen vasos laticíferos anastomosados.

El género **Cichorium** se caracteriza por sus cabezuelas con involucro doble, flores azules o blanquecinas, y vilano representado por una o dos series de escamitas

en el ápice del fruto. Son hierbas anuales o vivaces, en número de unas ocho especies, casi exclusivamente mediterráneas. El *C. Intybus*, frecuente en toda España, es la *achicoria amarga* (fig. 541); se usa como especie oficinal la raíz de esta planta, y tostada sirve para falsificar el café. El *C. Endivia* es la *escarola*.

Viven en España dos géneros afines, monotípicos, exclusivamente peninsulares, representados por las especies **Haenselera** *granatensis*, de Andalucía, e **Hispidella** *hispanica*, del centro y occidente de la Península.



FIG. 539. *Taraxacum officinale*



FIG. 540. *Lactuca virosa*

Hasta un centenar de especies comprende el género **Scorzonera**, hierbas perennes las más veces, con las cabezuelas rodeadas de un involucro cilíndrico o acampanado, de brácteas pluriseriadas; flores amarillas, o más o menos purpúreas. Aquenios estriados, con el vilano de pelos plumosos y barbillas entrecruzadas. La *S. hispanica, escorzonera*, se halla en gran parte de la Península, pero siempre escasa. Se cultiva para beneficiar la raíz, gruesa y carnosa, de corteza negra (de donde el nombre genérico) y muy blanca por dentro, comestible. Las hojas de esta planta son las únicas con las cuales se pueden sustituir las del moral en la cría del gusano de seda.

El género **Taraxacum** tiene las cabezuelas de tamaño mediano, con sobreinvolucro, solitarias en el ápice de escapos fistulosos, de flores amarillas. Los frutos son comprimidos, con escamitas o tubérculos en su extremo y terminados en pico largo, con vilano de pelos simples, muy finos. El *T. officinale* (fig. 539) es el *taraxacón* o *amargón*, común en España y, más o menos diferenciado, en casi todo el hemisferio boreal. Las hojas y raíces de esta especie, hoy en desuso, se emplearon antiguamente en Farmacia *(Radix Taraxaci c. herba)*. Cuando tiernas, las hojas se comen en ensalada.



FIG. 541. *Cichorium Intybus*

Los **Sonchus** se distinguen de los anteriores por sus aquenios sin pico; falta también el sobreinvolucro. Las cabezuelas no están aisladas en el ápice de los tallos, sino reunidas en inflorescencias racimosas. Comprende el género hasta medio centenar de especies del Antiguo Mundo. El *S. tenerrimus, linzón*, es una de las especies más frecuentes en España, que se come en ensalada cuando joven.

Las **Lactuca** tienen pico en los aquenios, como en el género *Taraxacum*, pero carecen de las escamitas o verrugas que caracterizan las de este último género.

Son hierbas anuales o perennes, a veces leñosas, de tallos más o menos ramosos y cabezuelas en panoja, con flores amarillas, o, raramente, azuladas o blancas. Comprende el género cerca de un centenar de especies del Antiguo y Nuevo Mundo. La *L. virosa* (fig. 540), *serrallón*, poco común en España, se halla en toda la Europa meridional ; se cultiva para uso médico. El látex concreto de esta especie constituye el *lactucario*. Es especie venenosa, que se caracteriza por sus frutos comprimidos, de contorno trasovado, negros y terminados en pico blanco, tan largo como ellos; las hojas son grandes, enteras o sinuadas, abrazadoras, y con espinitas a lo largo del nervio medio, en el envés, de donde el nombre con que se la conoce en España. Parecida a ésta es la *L. Scariola*, fácilmente distinguible por sus aquenios grises y más estrechos ; es frecuente en España. La *L. sativa, lechuga*, al parecer raza hortense de la anterior, se cultiva por sus hojas, comestibles, sin espinas, muy tiernas cuando jóvenes.

El género **Hieracium** se caracteriza por sus frutos atenuados en la base y truncados en el ápice, con costillas longitudinales, prismáticos o cilíndricos, sobre un receptáculo sin pelos ni escamas. Cabezuelas de flores amarillas, raramente purpúreas o blancas, con involucro de brácteas imbricadas ; vilano de pelos sencillos. Son plantas herbáceas perennes, la mayoría rupícolas, actualmente en plena diferenciación. Género dificilísimo para el sistemático, con especies numerosísimas, de lo más inestable que se conoce. Habitan de preferencia en las montañas y son frecuentes en Europa ; existen también en la América del Norte y en los Andes de la América del Sur, en Asia, etc. El *H. Pilosella, pelosilla* u *oreja de ratón*, se usa a veces en medicina popular ; es una de las especies más frecuentes.

Clase II. MONOCOTILEDÓNEAS

Los caracteres de las Monocotiledóneas fueron indicados ya en comparación con los de las Dicotiledóneas (pág. 260).

Según la opinión hoy dominante, las Monocotiledóneas forman una rama lateral de las Dicotiledóneas, que tal vez se ramifica en las Ranales. Se puede, quizá, explicar el desarrollo de esta gran rama del árbol genealógico de las plantas admitiendo que las antecesores de las Monocotiledóneas se adaptaron a la vida en el agua, como también lo han hecho varias Ranales especialmente. Como no podían invernar en el agua, pasaron a ser plantas anuales, perdieron como a tales el crecimiento cambial en diámetro y como plantas acuáticas no necesitaron resistencia a la torsión en el tallo ; con lo cual no fué necesaria la disposición de los haces conductores en un ciclo, de modo que estos haces quedaron distribuídos irregularmente en el corte transversal. Más tarde, algunas Monocotiledóneas se volvieron plantas perennes, produciendo, como plantas acuáticas o de pantanos, robustos rizomas, o convirtiéndose en plantas terrestres. En el último caso el crecimiento cambial en diámetro fué sustituído por la formación de un meristemo periférico, en el cual se producen nuevos haces conductores.

Orden 1.º PANDANALES

Flores unisexuales, desnudas o provistas de un periantio diminuto, homoclamídeas. Tanto el número de estambres como el de carpelos es muy variable. Semillas con tejido nutricio. Inflorescencias más o menos densas, esféricas o cilíndricas.

Familia **Tifáceas**

Se caracteriza por sus flores completamente desnudas.

Esta familia comprende un solo género, **Typha**. La *T. latifolia*, llamada *espadaña, anea*, habita en las charcas, pantanos y aguas de curso lento de la mayor parte del hemisferio boreal.



Fig. 542. *Sparganium ramosum*. (Según Engler)

Familia **Esparganiáceas**

Flores provistas de un periantio diminuto, muy poco aparente.

Comprende únicamente el género **Sparganium**, representado por media docena de especies del hemisferio boreal, Australia y Nueva Zelanda. El *Sparganium ramosum* (fig. 542), llamado *platanaria* por sus cabezuelas femeninas que recuerdan las del plátano de sombra, es el más común en Europa.

Orden 2.º HELOBIALES

Flores desnudas o con periantio sencillo o doble, hipoginas o epiginas. Estambres 1 — ∞. Carpelos 1 — ∞, generalmente libres entre sí. Por lo común sin tejido nutricio. Hierbas acuáticas o palúdicas.

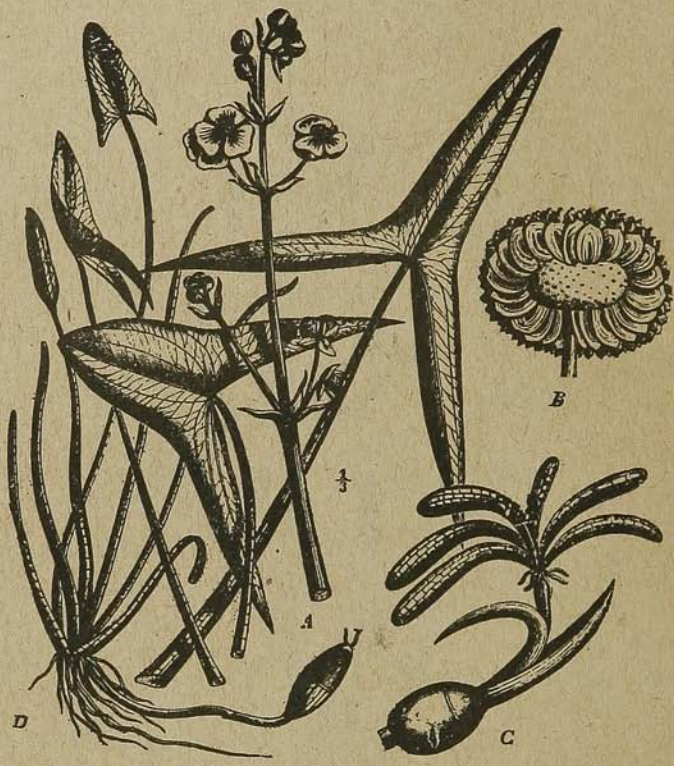


FIG. 543. *Sagittaria sagittifolia.*
A, hojas e inflorescencia; *B*, fruto visto de lado, separados unos cuantos aquenios; *C*, tubérculo, del cual nace una nueva planta; *D*, la misma anterior en un estado más avanzado de desarrollo. (Según Buchenau)

Familia **Potamogetonáceas**

Con las flores desnudas o haploclamídeas, pequeñas, dispuestas por lo regular en espigas.

Comprende plantas herbáceas, sumergidas, o con hojas flotantes.

El género más importante es el **Potamogeton**, con más de medio centenar de especies, difundidas por todo el globo.

Familia **Alismáceas**

Flores con cáliz y corola hipoginas, de la fórmula *K* 3, *C* 3, *A* 6 — ∞, *G* 6 — ∞.

A esta familia pertenece la **Alisma** *Plantago, llantén de agua*, frecuente en Europa. La **Sagittaria** *sagittifolia* (fig. 543), *saeta de agua*, habita en la mayor parte del hemisferio boreal; la *S. montevidensis*, de Montevideo y Sur del Brasil, es una magnífica especie de más de un metro de altura, cultivada frecuentemente en acuarios.

Familia **Hidrocaridáceas**

Flores semejantes a las de la familia anterior, pero con ovario ínfero.

Viven en Europa la **Hydrocharis** *Morsus ranae* y la **Stratiotes** *aloides* o *pita de agua*. En las aguas de las zonas tropicales y subtropicales de gran parte del globo, en Europa en las de la región mediterránea, hasta los lagos del Norte de Italia, habita la **Vallisneria** *spiralis*, planta dioica, hidrófila. Las inflorescencias masculinas cortamente pedunculadas se desprenden de la planta y quedan flotando en la superficie del agua, donde tiene lugar la dehiscencia de las anteras. Las flores femeninas, sostenidas por un larguísimo pedúnculo arrollado en tirabuzón y sumergidas al principio, llegan también a la superficie del agua cuando están en sazón para ser fecundadas, desarrollado el pedúnculo que las sostiene; una vez realizada la fecundación, dicho pedúnculo se arrolla de nuevo y la maduración de las semillas tiene lugar en el fondo del agua.

La **Helodea** *canadensis*, originaria de América del Norte, se ha difundido en las aguas de Europa desde principios del siglo pasado, representada exclusivamente por pies femeninos.

Orden 3.º **GLUMÍFLORAS**

Flores hermafroditas o unisexuales, desnudas o raramente provistas de un perigonio muy sencillo, protegidas por brácteas. Ovario unilocular, con un solo óvulo.

Flores pequeñas, agrupadas en inflorescencias multifloras. Hojas lineales, paralelinervias, «graminiformes».

Familia **Gramíneas**

Las flores de las Gramíneas, faltas de perigonio y pequeñas, son poco vistosas. Se disponen en *espiguillas*, y éstas se agrupan en inflorescencias compuestas, espiciformes o en panoja. En general, la flor de las Gramíneas puede representarse por la fórmula siguiente (fig. 544):

$$P0,\ A3 + 0,\ G\underline{1}$$

o bien

$$P0 + 2,\ A3 + 0,\ G\underline{1}$$

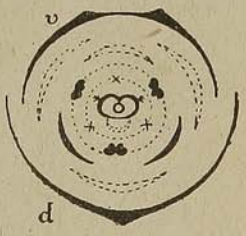


Fig. 544. Diagrama de una gramínea. *d*, glumilla inferior; *v*, glumilla superior

si las glumélulas se toman por piezas perigonales muy reducidas, como a veces sucede. Las espiguillas, lo mismo que las flores, están envueltas por brácteas más o menos consistentes, a menudo terminadas por una arista: las llamadas *glumas*. Así, se observa en la espiguilla de trigo (figs. 545 y 546), representadas las dos glumas por g_1 y g_2.

Las brácteas que protegen las flores toman el nombre de *glumillas*, y hay para cada flor una *glumilla inferior* (*d*) y una *glumilla superior* (*v*).

En la base del ovario existen generalmente dos pequeñas escamitas, que se llaman *glumélulas* (fig. 545, *C*, *l*), tomadas a veces, como hemos dicho, por piezas del perigonio. Los filamentos estaminales de las

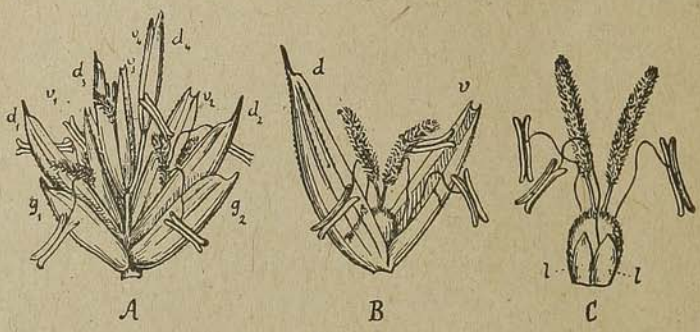


FIG. 545

A, una espiguilla de trigo con sus dos glumas g_1 y g_2, y cuatro flores, cada una de éstas envuelta en la base por sus glumillas inferior *d* y superior *v*; *B*, flor aislada de la espiguilla; *C*, la misma, separadas las glumillas, mostrando las glumélulas *l*

Gramíneas son muy largos y delgados, con las anteras colgantes, unidas al filamento por un punto, de manera que oscilan al menor soplo de aire, facilitando con ello la diseminación del polen. El ovario es monocarpelar, generalmente con dos estigmas plumosos. La semilla está íntimamente soldada con la cubierta carpelar, constituyendo un fruto llamado *cariópside* (fig. 547), de manera

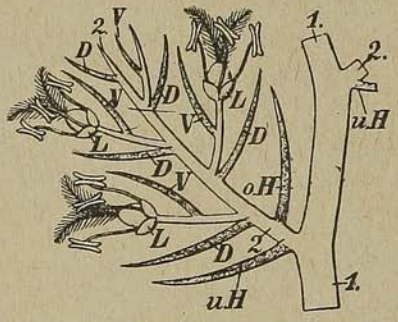


FIG. 546. Esquema de una espiguilla de gramínea.

1, eje principal de la inflorescencia; 2, ejes secundarios; *uH*, gluma inferior; *oH*, gluma superior; *D*, glumilla inferior; *V*, glumilla superior; *L*, glumélulas

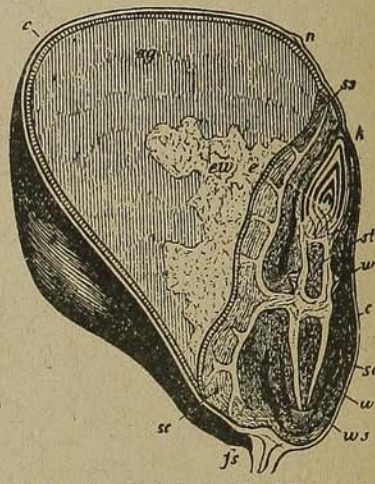


FIG. 547. Sección longitudinal de un cariópside de maíz (*Zea Mays*), por 6.

c, pericarpio; *fs*, base del fruto; *eg*, parte dura, y *ew*, parte blanda del endospermo; *sc*, cotiledón en escudete, con su ápice en *ss*; *k*, plúmula del embrión; *w*, radícula, y *ws*, vaina de la radícula; *st*, tallito del embrión. (Según Sachs)

que los granos de los cereales no son propiamente semillas, sino frutos. Las semillas contienen un tejido nutricio abundante, y hacia su base, en la parte anterior, el embrión, protegido únicamente por el pericarpio del fruto. El embrión posee un solo cotiledón, en forma

de escudete, que hace las veces de órgano de succión durante el período germinativo (figs. 15, 547, *Sc*).

Las Gramíneas son anuales o rizocárpicas, más raramente con tallos aéreos perennes (*Bambusa*, caña común). Los tallos son generalmente huecos en los entrenudos y reciben el nombre de *cañas*.

Las hojas, las más de las veces, son largas, lineares y puntiagudas. Poseen un limbo sentado sobre una vaina alargada, abierta, que va de nudo a nudo, o aún es más larga. En el punto de unión del limbo foliar con la vaina existe un apéndice lingüiforme más o menos desarrollado, por lo general membranoso, la *lígula* (fig. 30).

Los géneros de esta familia se pueden reunir en dos grupos, según que las espiguillas estén envueltas por más de dos o por sólo dos glumas. En el primer caso, tenemos las *panicoideas*; en el segundo, las *poeoideas*, de los géneros **Panicum** y **Poa**, respectivamente.

a) Panicoideas

Andropogon *arundinaceus (A. halepensis)* de las zonas tropical y subtropicales de gran parte del globo, la *cañota*, es muy probablemente la especie originaria de las razas cultivadas con los nombres de *sorgo común* o *melca* (var. *vulgaris*), *sorgo azucarado* (var. *saccharatus*), etc. En África tiene mucha importancia el cultivo de este cereal destinado a la panificación.

Panicum *miliaceum*, originario de Oriente, y cultivado con el nombre de *mijo común* o *mayor*.

Zea *Mays* es el *maíz*, probablemente originario de la América central (figuras 547, 194), caracterizado por sus tallos macizos. Es planta monoica. Se cultiva por sus frutos y como planta forrajera.

Oryza *sativa*, el *arroz*, probablemente autóctono en Oriente y África tropical. Este género y el *Bambusa* se caracterizan por su androceo de seis estambres. En China se cultiva el arroz desde la más remota antigüedad; hoy las plantaciones de este cereal se extienden por los países cálidos de todo el globo.

Lygeum *Spartum*, de las tierras arcillosas o salinas, secas, de la región mediterránea, principalmente de España y África del Norte. Sus hojas, muy rígidas y resistentes, se utilizan como las del esparto; es el *albardín* o *esparto basto*.

Saccharum *officinarum*, la *caña de azúcar*, posee también el tallo macizo, como el maíz, de tres y cuatro metros de alto. Probablemente originario del Asia tropical, hoy se cultiva en los países cálidos de todo el mundo, principalmente en las Antillas y América meridional; también en el mediodía de España. Sirve para la obtención de la sacarosa o azúcar de caña.

b) Poeoideas

En esta tribu se incluyen los cereales más importantes: **Triticum** *repens* (figura 548); **Triticum** *vulgare*, trigo (fig. 549, *b*), **Secale** *cereale*, centeno (fig. 549, *d*), **Hordeum** *vulgare*, cebada (fig. 549, *a*), **Avena** *sativa*, avena (fig. 549, *c*).

La **Stipa** *tenacissima*, propia de la Península Ibérica y Norte de África, es el *esparto*, de múltiples aplicaciones.

Los géneros y especies siguientes son frecuentes en las praderas de Europa: **Anthoxanthum** *odoratum*, grama de olor; **Phleum** *pratense*; **Alopecurus** *pratensis*, cola de zorra; **Holcus** *lanatus*; **Avena** *pratensis*; **Arrhenatherum** *elatius*; **Briza** *media*, cedacillo; **Dactylis** *glomerata*, y varias especies de **Festuca**, **Poa**, etc.

Cerca de las aguas crecen las *cañas*, **Arundo** *Donax*, cuyo rizoma se usa como diurético, y los *carrizos*, **Phragmites** *communis*, diseminados por la mayor parte del globo.

Es casi cosmopolita el **Cynodon Dactylon**, la grama, que crece en los campos y terrenos abandonados. Su rizoma se usa también como diurético.

Algunas especies del género **Bambusa**, *bambú*, de los trópicos, alcanzan la talla máxima en las Gramíneas, hasta 20 m. y más.

Familia **Ciperáceas**

Las flores de las Ciperáceas se disponen también en espiguillas, como en las Gramíneas, pero éstas carecen de glumas. Cada flor está protegida solamente por una bráctea. El perigonio falta o está representado por cerditas o pelos (fig. 550), *A*, *s*). El ovario es unilocular, integrado por dos o tres carpelos y el estilo, único, termina en dos o tres estigmas. El fruto es un aquenio. Las flores son hermafroditas o unisexuales, monoicas o dioicas.

Los tallos aéreos carecen de nudos, y son a menudo de sección triangular, con las hojas, en estos casos, dispuestas en tres planos, *trísticas*. Las vainas foliares no quedan abiertas como en la familia



FIG. 548. *Triticum repens*

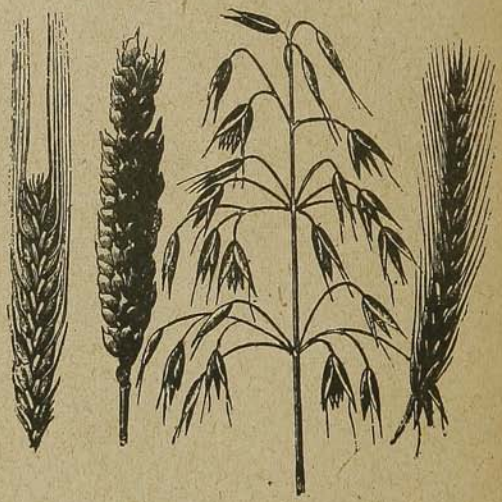


FIG. 549

a, Hordeum vulgare; b, Triticum vulgare; c, Avena sativa; d, Secale cereale

anterior; son, por el contrario, cerradas, y carecen de lígula en su ápice. A veces las hojas se reducen a unas pocas vainas sin limbo, en la base del tallo, por lo cual parecen faltar por completo *(Scirpus lacustris)*.

Las Ciperáceas habitan de preferencia las estaciones húmedas, a veces en gran abundancia.

Se dividen en dos subfamilias:

a) Escirpoideas, con flores hermafroditas:

El género **Scirpus** comprende unas 200 especies repartidas por todo el globo, incluso en las tierras árticas y en las más altas montañas. El *S. Holoschoenus* es el *junco común*, que habita en gran parte del Antiguo Mundo.

El género **Cyperus** ha dado nombre a la familia. Una de sus especies es el *C. Papyrus*, del África tropical y de Oriente, naturalizado en algunos puntos del Sur de Europa; es de gran talla, hasta de cinco metros. Con su médula fabricaron

los antiguos sus célebres *papiros*, de donde el nombre de esta especie. Los rizomas tuberosos del *C. esculentus*, las *chufas*, contienen azúcar y son comestibles.

Las especies del género **Eriophorum** son muy lindas durante el período de floración, por sus espiguillas largamente sedosas. Habitan las tierras húmedas o pantanosas del hemisferio boreal, en las regiones frías y en las montañas.

b) Caricoideas, con flores unisexuales:

El género **Carex** comprende hasta medio millar de especies difundidas por toda la tierra, sobre todo en el hemisferio boreal, incluso las tierras árticas y las más elevadas montañas. Viven los *Carex* principalmente en lugares húmedos y praderas; en los trópicos, prefieren las regiones montañosas. Antiguamente se usó en Medicina como depurativo y antisifilítico, con los nombres de *Rhizoma Caricis, zarzaparrilla de Alemania*, el rizoma de la *Carex arenaria* (fig. 551), que habita los arenales, principalmente marítimos, de la Europa occidental y Norteamérica.

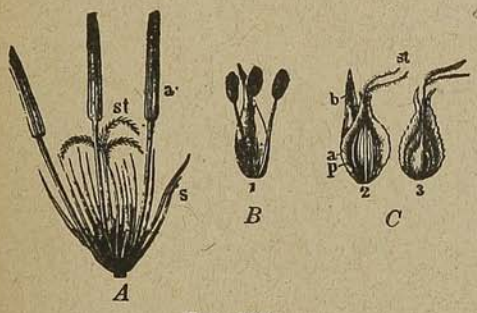


FIG. 550
A, flor hermafrodita de una ciperácea: *s*, perigonio, constituído por pelos; *a*, estambres; *st*, estigmas; *B*, flor masculina, y *C*, flores femeninas de ciperáceas

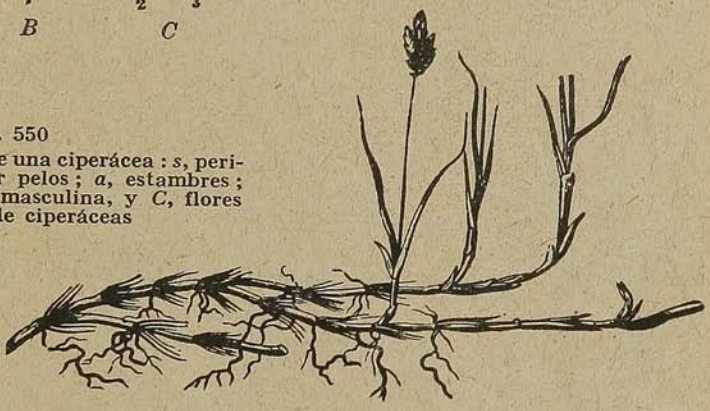


FIG. 551. *Carex arenaria*

Orden 4.º PRÍNCIPES O PALMAS

Flores hipoginas, generalmente unisexuales, actinomorfas, muy pequeñas, con dos cubiertas florales, dos verticilos de estambres y uno de carpelos. Inflorescencia en espigas espadiciformes, simples o compuestas. Endospermo nuclear. — Familia única.

Familia **Palmáceas**

Las Palmáceas habitan, con raras excepciones, los países tropicales. Se caracterizan por su tallo simple y por sus hojas grandes pinnati o palmàtipartidas (fig. 552). Las bases de las hojas persisten sujetas al tronco una vez muertas y caídas éstas, dando al tronco un aspecto particular y característico. Las flores se agrupan, por lo regular, en panojas colgantes o en espádices; la inflorescencia en su

conjunto está rodeada por una bráctea grande. Son hermafroditas, en unos casos, y responden a la fórmula

$$P3 + 3,\ A3 + 3,\ G\underline{(3)}$$

en otros unisexuales. Las piezas del perigonio son, en general, poco vistosas, de consistencia coriácea, libres o concrescentes. El fruto de las Palmáceas es una baya, una drupa o una nuez; en su origen es trilocular, y por aborto, generalmente unilocular y monospermo.

El **Cocos** *nucifera* es el cocotero (fig. 552), que habita en la mayor parte de los países tropicales. Su fruto es el coco, el albumen de cuya semilla es comestible, y proporciona el *aceite de coco*. De la grasa en bruto de esta semilla o *coprah* se obtienen diversos productos comerciales, la *palmina*, *copraol*, *lardina*, etc., usados en sustitución de la grasa de cerdo. Las restantes especies del género **Cocos** habitan principalmente en el Brasil.

La **Areca** *Catechu*, del Archipiélago de la Sonda, cultivada en muchos sitios del Asia austral, proporciona la *nuez de areca*.

Del **Daemonorops** *Draco*, de Java, Sumatra, Borneo, etc., se obtiene la *resina* o *sangre de drago*.

La *palma de Guinea* es la **Elaeis** *guineensis*, del África tropical occidental; de sus frutos se obtiene el *aceite de palma*, y de sus semillas el *aceite de semillas de palma*.

El *palmito* es el **Chamaerops** *humilis*, la única especie de palmácea que vive espontáneamente en Europa. Se halla en las costas meridionales de la Península Ibérica, hasta el Norte de Cataluña, en Italia y Norte de África.



FIG. 552. *Cocos nucifera*, el cocotero.
A, hábito de la planta; *B*, racimo de frutos; *C*, sección longitudinal del fruto; *D*, hueso del mismo, el coco, visto por su base, con los tres poros germinativos. Todas las figuras muy reducidas

De las hojas de **Copernicia** *cerifera*, de la América tropical, del Brasil principalmente, se obtiene una suerte de *cera vegetal*.

El **Phoenix** *dactylifera* es la *palmera* por antonomasia, o *palma de dátiles*. Habita espontáneamente en el Norte de África, en Canarias y Oriente. Se cultiva además en el Sur y levante de España, y en otros muchos países, bien por sus frutos, los *dátiles*, en climas cálidos, o como planta de adorno.

De la médula de los tallos del **Metroxylon** *Rumphii* se obtiene la fécula llamada *sagú*.

El **Phytelephas** *macrocarpa*, de la América tropical, tiene el endospermo de sus semillas tan extraordinariamente duro, que se utiliza para la fabricación de botones y otros objetos, con el nombre de *marfil vegetal*. Otras Palmáceas, las del género **Coelococcus**, por ejemplo, tienen semillas semejantes.

Orden 5.º ESPATIFLORAS

Flores pequeñas con periantio sencillo o doble, o aun por aborto, completamente desnudas, hermafroditas o unisexuales, a menudo reducidas a un solo estambre o a un carpelo único. Inflorescencia en espádice, envuelta por una gran bráctea o *espata*.

Familia **Aráceas**

Pertenecen a esta familia cerca de un millar de especies, que viven principalmente en los trópicos. Se reconocen fácilmente por su inflorescencia en espádice, envuelta, por lo menos al principio, por una espata (fig. 553, *p*). El espádice puede estar completamente cubierto de flores (figura 554), o sólo cubierto en parte

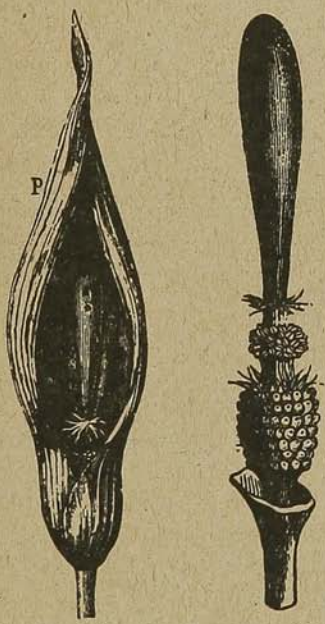


FIG. 553. Espádice de *Arum maculatum*, a la derecha libre de la espata y aumentado. *p*, espata

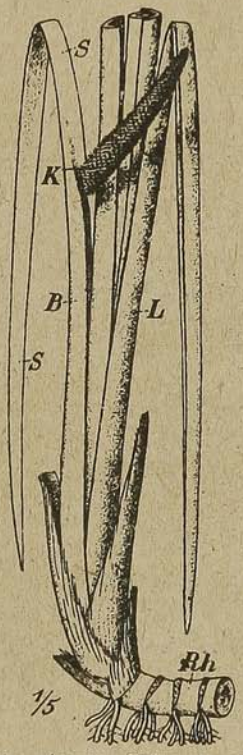


FIG. 554. *Acorus Calamus*, aspecto de la planta florida. *Rh*, rizoma; *B*, escapo; *K*, espádice; *S*, espata; *L*, hojas

(fig. 553); en este último caso, la parte superior del eje forma una especie de clava o cilindro carnoso. Las flores son hermafroditas (fig. 555) y responden a la fórmula $P3 + 3$, $A3 + 3$, $G\underline{(3)}$, o, por el contrario, unisexuales y con frecuencia reducidas a los órganos sexuales. En este último caso suelen estar las flores femeninas en la parte inferior del espádice, y las masculinas por encima de ellas. Entre ambas regiones florales y por encima de las flores masculinas,

se hallan a menudo, como en el género **Arum**, filamentos estériles (figura 553, derecha).

Indicaremos las especies siguientes de Aráceas:

Da nombre a la familia el género **Arum**, con unas quince especies europeas. Son frecuentes el *A. maculatum* (fig. 553), que se caracteriza por su espádice exerto en forma de clava de color amoratado, y el *A. italicum*, de los países próximos al Mediterráneo, que la tiene amarilla. Los frutos son bayas, de color escarlata. Los rizomas de estas plantas contienen abundante fécula, y son comestibles una vez desecados o tostados. Antiguamente se usaron como medicinales.

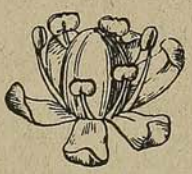


FIG. 555. Flor, agrandada, de *Acorus Calamus*

El **Acorus** *Calamus* es el *cálamo aromático* o *ácoro* (figs. 554 y 555), que habita en las regiones septentrionales del hemisferio boreal, y en China, Japón e Indias. Posee hojas ensiformes y rizoma horizontal anillado; éste, recogido en otoño, constituye la parte oficinal de esta planta.

La **Monstera** *deliciosa*, originaria de Méjico, es notable por sus grandes hojas pertusas, de color verde oscuro, cultivada como planta de adorno. En su país de origen se comen los espádices carnosos de esta especie.

Son plantas de adorno muy estimadas diversas Aráceas, como **Anthurium** *Scherzerianum*, de Costa Rica y Guatemala, **Zantedeschia aethiopica**, de África, etc.

Familia **Lemnáceas**

Flores unisexuales, muy sencillas; las masculinas reducidas a un estambre, las femeninas al ovario. Plantas acuáticas flotantes, de pequeñas dimensiones, y a su vez de morfología muy simple.

Comprende unas pocas especies, de área muy dilatada. La **Lemna** *minor*, o *lenteja de agua*, es cosmopolita.

Orden 6.º **FARINOSAS**

Flores por lo regular con periantio doble, poco vistoso o más o menos coloreado, con cinco verticilos de tres piezas cada uno, o sea trímeras pentacíclicas. Algunas veces los estambres quedan reducidos a estaminodios petaloideos. Semillas con tejido nutricio amiláceo.

Comprende este orden varias familias exclusivamente o casi exclusivamente tropicales, de las cuales sólo mencionaremos la siguiente:

Familia **Bromeliáceas**

Flores con cáliz y corola, con dos verticilos estaminales y ovario trilocular, súpero o ínfero. El fruto es una baya o una cápsula.

La especie más importante de esta familia es el **Ananas** *sativus*, de la América tropical, cultivada en los países cálidos de la mayor parte del globo. Su infrutescencia, o *sorosis*, compuesta de gran número de bayas soldadas entre sí y con sus brácteas, coronada por un penacho de hojas, constituye la deliciosa fruta conocida con el nombre de *piña de América* o *anana*.

El género **Tillandsia** comprende unas 120 especies americanas, que habitan generalmente como epífitas, entre la Argentina y el Sur de los Estados Unidos.

Orden 7.º LILÍFLORAS

Flores actinomorfas, raramente algo zigomorfas, hipoginas o epiginas, siempre provistas de periantio, y con cinco verticilos trímeros completos. Ovario trilocular excepcionalmente unilocular, y óvulos anátropos o campilótropos, raramente ortótropos; embrión rodeado por un tejido nutricio carnoso, oleaginoso.

Familia Juncáceas

Flores homoclamídeas, hermafroditas, con perigonio de piezas escamiformes. La fórmula floral es la misma de las Liliáceas, pero a veces aborta el verticilo estaminal interno. Ovario súpero, unilocular o con tres celdas, con una o numerosas semillas en cada una. Fruto capsular, con dehiscencia loculicida.

Hierbas anuales o vivaces, con hojas estrechas, graminiformes, e inflorescencias multifloras, muy variadas.

Las especies del género **Juncus**, *juncos*, habitan en terrenos húmedos de casi todo el globo y tienen la cápsula trilocular, con semillas numerosas. Las del género **Luzula**, mucho más escasas, viven en bosques y prados, y se distinguen por su cápsula unilocular con sólo tres semillas.

Familia Liliáceas

Todos los géneros de esta familia y todas sus especies poseen flores actinomorfas (fig. 556), de la siguiente fórmula:

$$P3 + 3,\ A\,3 + 3,\ G\underline{(3)}$$



FIG. 556
Diagrama típico de una monocotiledónea, de cinco verticilos trímeros: *d*, bráctea madre; *v*, bracteílla

El verticilo externo y el interno son semejantes, constituyendo un perigonio petaloideo. El ovario es siempre trilocular y súpero; el fruto es capsular o en baya, generalmente con semillas numerosas.

La mayoría de las Liliáceas tiene sus tallos aéreos anuales; sus rizomas (como en la esparraguera) o sus bulbos (como en los jacintos, tulipanes, etc.), por el contrario, son perennes. Sólo algunas Liliáceas tropicales, como los áloes o el drago, tienen perennes sus tallos aéreos.

Esta familia consta de gran número de géneros, que se pueden agrupar en las subfamilias siguientes:

a) Melantioideas

Plantas con rizoma o bulbosas; fruto en cápsula, generalmente septicida.

El **Colchicum** *autumnale*, *cólquico*, vive en las praderas del centro y mediodía de Europa y en África del Norte (fig. 557); en otoño da sus flores, grandes, rosadas; las hojas no aparecen hasta la primavera siguiente, y entonces maduran los frutos. Son oficinales el tubérculo y las semillas del cólquico (*Bulbus* y *Semen Colchici*).

El **Veratrum** *album* es el *verdegambre* o *heléboro blanco*, de las montañas de Europa y Asia (fig. 558). Llega a un metro y más de alto, y sus flores, blancas o verdosas, se disponen en una ancha panoja. El rizoma es oficinal, *Rhizoma Veratri*.

La **Sabadilla** *officinalis*, de las montañas de Méjico, Guatemala y Venezuela, tiene hojas estrechas, muy largas, hasta de un metro, y flores amarillas. Las semillas de esta especie se usan como insecticidas, lo mismo que el heléboro blanco, *Semen Sabadillae*.

b) Asfodeloideas

Plantas con rizoma y hojas dispuestas en roseta basilar, o con tallo terminado por un penacho de hojas. Fruto en cápsula loculicida.

El **Phormium** *tenax*, de Nueva Zelanda, es textil, y se conoce con el nombre de *lino de Nueva Zelanda*.

El género **Aloe** (fig. 559) comprende cerca de un centenar de especies, casi exclusivamente africanas. Se caracterizan por sus rosetones de hojas grandes,



FIG. 557. *Colchicum autumnale*



FIG. 558. *Veratrum album*

sentadas y algo envainadoras en la base, muy carnosas; las flores son sintépalas, cilindráceas o campanuladas, de color amarillo rojizo o rojo, más o menos manchadas de verde.

La mayor parte de las especies de este género habita en el Cabo; la más septentrional y la de mayor área de dispersión es la *Aloe vera*, originaria, al parecer, de Canarias y Norte de África, hoy cultivada y asilvestrada o naturalizada en las costas de España, Italia y gran parte de los países mediterráneos, y aun en los países cálidos de casi todo el globo. Del jugo de las hojas de esta especie y de otras varias (*A. spicata, A. africana, A. ferox, A. lingua*, etc.) se obtiene el *áloes* o *acíbar*.

El género **Xanthorrhoea** comprende unas pocas especies australianas, cuyos tallos producen la *resina de acaroide*, de uso industrial.

c) Allioideas

Plantas bulbosas o con rizoma corto; flores dispuestas en cimas umbeliformes, envueltas cuando jóvenes por dos anchas brácteas.

El género **Allium** es el más importante de todos, representado por unas 250 especies propias de los países templados del hemisferio boreal. El *A. sativum*, originario del Asia, extensamente cultivado, es el *ajo común*; el *A. Schoenoprasum*, de las montañas de Europa, Asia y América boreales, es el *cebollino*; el *A. ascalonicum*, frecuentemente cultivado también, es la *escaluña*; el *A. Cepa*, originario de Oriente, la *cebolla*; el *A. fistulosum*, de la Siberia y del Altai, la *cebolleta*; el *A. Porrum* es una raza cultivada, de abolengo mediterráneo, el *puerro*.

d) Lilioideas

Plantas bulbosas con las flores dispuestas en racimos; fruto en cápsula loculicida.

La **Urginea** *Scilla* (llamada también *Urginea maritima*), *cebolla albarrana* (figura 560), de bulbo enorme, propia de los países mediterráneos, es oficinal *(Bulbus Scillae)*, de propiedades diuréticas.

Diversas especies de esta subfamilia se cultivan por la belleza de sus flores, a saber: **Lilium** *candidum*, la *azucena*; **Tulipa** *Gesneriana*, *tulipán*; **Fritillaria** *imperialis*, *corona imperial*; **Hyacinthus** *orientalis*, *jacinto*, etc.

e) Dracenoideas

Plantas de gran talla, a menudo arbóreas, cuyo tallo tiene crecimiento secundario. Fruto en baya o capsular.

La **Dracaena** *Draco*, *drago*, de Canarias, y la *D. cinnabari*, de Socotra, proporcionan variedades de la *sangre de drago*.



FIG. 559. *Aloe vulgaris*

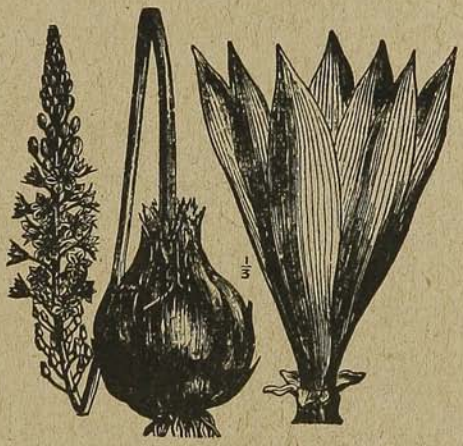


FIG. 560. *Urginea maritima*

Las especies del género **Sansevieria**, casi todas del África tropical, poseen fibras textiles muy resistentes.

f) Asparagoideas

Con rizoma y fruto en baya.

El **Asparagus** *officinalis* es la *esparraguera*, cuyos turiones son comestibles, muy estimados; el rizoma es oficinal *(Radix Asparagi)*. La **Convallaria** *majalis*, única especie de este género (fig. 561), es la *convalaria*, de los prados y bosques del hemisferio boreal, cuyas partes aéreas son oficinales *(Herba Convallariae)*. La **Paris** *quadrifolia*, *uva de zorro* (fig. 562), de los bosques de Europa y Asia, se ha usado antiguamente como diurética y purgante.

g) Esmilacoideas

Matas o arbustos trepadores, con fruto en baya.

Esta subfamilia toma nombre del género **Smilax**, ricamente diferenciado en los trópicos, y con unas 200 especies en total. Varias *Smilax* de América, principalmente de Méjico, Colombia, Costa Rica, Honduras y parte del Brasil y Guayana, entre las cuales cabe mencionar las *S. Kerberi*, *S. medica*, *S. utilis*, *S. Tonduzii*, etc., proporcionan las raíces de *zarzaparrilla (Radix Sarsaparillae)*. Es

especie frecuente en la región mediterránea la *S. aspera, zarzaparrilla del país*, en España. Se usó como depurativo y antisifilítico el rizoma de la *S. china, raíz de China*, de China y Japón.

Familia **Amarilidáceas**

Las Amarilidáceas tienen flores de fórmula semejante a las de las Liliáceas, pero con ovario ínfero.

Pertenecen a esta familia muchas plantas de adorno, como el **Galanthus** *nivalis, campanilla de las nieves*, que florece en pleno invierno; **Leucojum** *vernum*, varias especies de **Amaryllis, Clivia, Haemanthus**, etc., y no pocas del género **Narcissus**, *narcisos*. El género



FIG. 561. *Convallaria majalis*

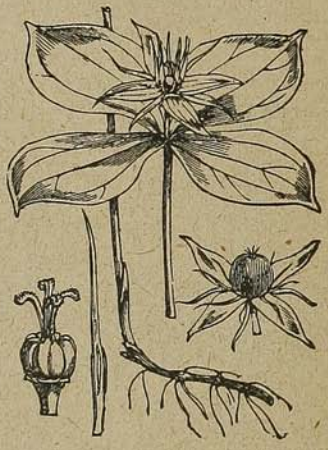


FIG. 562. *Paris quadrifolia*

Agave comprende medio centenar de especies de Méjico y América del Sur; la *A. americana, pita, magüey*, se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales, y en muchas de ellas crece asilvestrada, como en los países mediterráneos. De esta especie se obtienen fibras textiles muy resistentes; con el zumo de los vástagos tiernos se prepara en Méjico, por fermentación, la bebida alcohólica conocida con el nombre de *pulque*.

Familia **Dioscoreáceas**

Flores poco vistosas, homoclamídeas, generalmente unisexuales, más raramente hermafroditas, con las piezas del perigonio a menudo soldadas en la base en un tubo corto. Los tres estambres del verticilo interno se reducen frecuentemente a estaminodios. Ovario ínfero, tri o unilocular, con placentación axil o parietal. Fruto en cápsula o baya.

Plantas herbáceas, trepadoras o enredaderas, con rizoma generalmente tuberoso, feculento, hojas por lo regular asaetadas y flores pequeñas en racimos.

La **Dioscorea** *batatas*, de China y Japón, se cultiva en grande en estos países y en otros cálidos, por sus tubérculos ricos en fécula, *ñame* o *batata de China*; otras congéneres de Asia y América se utilizan análogamente. El género **Borderea** es monotípico; la *B. pyrenaica* habita exclusivamente en los Pirineos.

Familia **Iridáceas**

Las Iridáceas se distinguen de sus afines las Liliáceas por su ovario ínfero y por poseer solamente un verticilo estaminal, el externo. Por

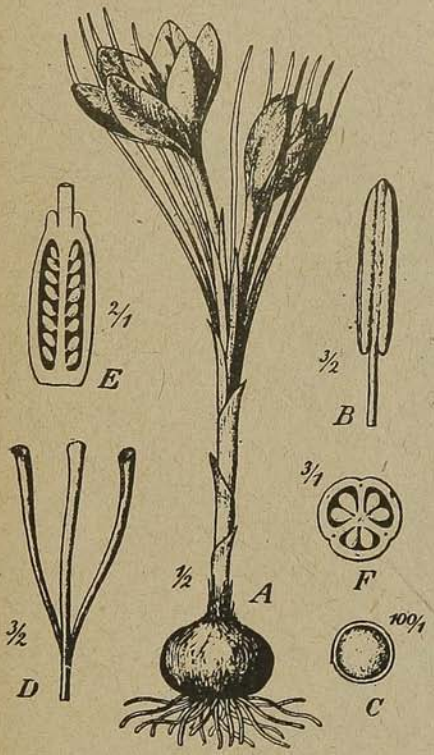


FIG. 563. *Crocus sativus*.
A, planta florida (1 : 2); *B*, estambre (3 : 2); *C*, grano de polen (por 100); *D*, ápice estilar con los tres estigmas (3 : 2); *E*, ovario en sección longitudinal y en sección transversal *F*, ambas 3 : 1



FIG. 564. Flor de *Iris pallida*.
a, sépalos petaloideos; *b*, pétalos; *c*, estigmas



FIG. 565. *Iris germanica*

este motivo, los géneros comprendidos en esta familia pertenecen a la clase III y orden 1.º del sistema de Linné, y su fórmula floral es $P3+3$, $A3+0$, $G\overline{(3)}$. Los dos verticilos del perigonio son igualmente conformados en el género **Crocus** (fig. 563), y distintos en el género **Iris** (fig. 564). En el género **Gladiolus** la flor es zigomorfa. En los *Iris*, los estigmas son petaloideos; en los *Crocus*, están profundamente excavados. El fruto es una cápsula trilocular.

Las Iridáceas son rizocárpicas, bulbosas, tuberosas o con rizoma cundidor.

Las especies **Iris** *germanica* (fig. 565), *lirio cárdeno*, *I. pallida* (fig. 564), *lirio pálido*, e *I. florentina*, *lirio de Florencia*, dan el *Rhizoma Iridis*, oficinal. Las tres son mediterráneas, y frecuentemente cultivadas. La primera tiene las flores de color azul morado; la segunda, azul pálido; la tercera, blancas. De las tres, se dis-



FIG. 566. Grupo de bananeros, *Musa sapientum*, de la costa de Loango. (Según Pechuel-Lösche)

tingue fácilmente por tenerlas amarillas el *I. pseudoacorus*, de las charcas y tierras palúdicas de Europa y Asia occidental.

El género **Crocus** comprende más de sesenta especies de la región mediterránea. El *Crocus sativus*, *azafrán*, al parecer originario de Oriente, se cultiva en muchos

países próximos al Mediterráneo, en Egipto, en los Balcanes, Italia, España, etc.; se utilizan los tres estigmas de su pistilo, con el nombre de *azafrán*, para uso médico, como condimento, etc.

Del género **Gladiolus**, con un centenar de especies, sobre todo africanas, se cultivan varias como plantas de adorno. Son frecuentes en Europa el *Gladiolus communis* y el *G. segetum*.

Orden 8.º **ESCITAMÍNEAS**

Flores epiginas, netamente zigomorfas o asimétricas, con el androceo reducido, y en parte petaloideo; ovario generalmente trilocular; semillas a menudo con perispermo y endospermo, provistas de arilo.

Plantas herbáceas rizocárpicas, con hojas pennatinervias y flores vistosas, entomófilas.

Familia **Musáceas**

Flores con periantio de dos verticilos, y androceo de cinco estambres fértiles; fruto en baya o capsular.

Plantas herbáceas a menudo de talla arbórea, compuestas de un penacho de hojas gigantescas, enteras, sostenidas por un falso tallo; este tallo aparente está integrado por las vainas foliares aplicadas unas sobre otras, y por su interior pasa el escapo en la época de la florescencia.

Las especies **Musa** *sapientum* (fig. 566) y *M. paradisiaca*, *bananeros*, se cultivan mucho en los países tropicales y subtropicales, en las costas meridionales de España inclusive, por sus frutos azucarados y amiláceos; fuera de los trópicos, en estufas, en los países fríos, se cultivan también como plantas decorativas. Los bananeros se multiplican vegetativamente; sus frutos tienen las semillas abortadas.

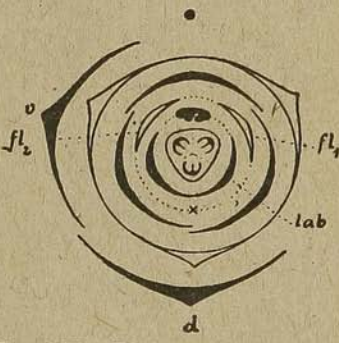


Fig. 567. Diagrama de una zingiberácea: *d*, bráctea madre; *v*, bracteílla lateral; fl_1 y fl_2, los dos estambres posteriores del verticilo externo convertidos en pétalos; *lab*, los dos delanteros del verticilo interno transformados en el llamado labio

Familia **Zingiberáceas**

Flores con un solo estambre fértil. Los estambres restantes sufren una regresión; los tres del verticilo externo se transforman a veces en una lámina petaloidea, con el lóbulo central mayor. La flor sería en realidad zigomorfa si una bracteílla colocada lateralmente (fig. 567, *v*) no descompusiera esa simetría bilateral. Los tres carpelos que constituyen el género dan lugar a la formación de un ovario ínfero, trilocular. El fruto es una cápsula loculicida o una baya.

Plantas perennes, con rizoma, que habitan en los trópicos. Poseen generalmente células oleíferas, llenas de esencia.

Es oficinal el rizoma del **Zingiber** *officinale*, *jengibre* (fig. 568), originario del Sur de Asia y cultivado en muchos países tropicales.

La **Elettaria** *Cardamomum*, de la India (fig. 569), da los frutos de cardamomo. El rizoma de la **Alpinia** *officinarum*, del Asia sudoriental, constituye la *galanga*. Son oficinales asimismo los rizomas de la **Curcuma** *longa*, *cúrcuma*, y *C. Zedoaria*, *zedoaria*, ambas de Oriente.

Familia **Cannáceas**

Esta familia se caracteriza por su androceo con cinco estambres reducidos a pétalos, y uno, el posterior del verticilo interno, con sólo media antera; la flor resulta así asimétrica. Las plantas de esta familia pertenecen, como las Zingiberáceas, a la primera clase del sistema de Linné. Los carpelos son polispermos y las semillas tienen el embrión recto.

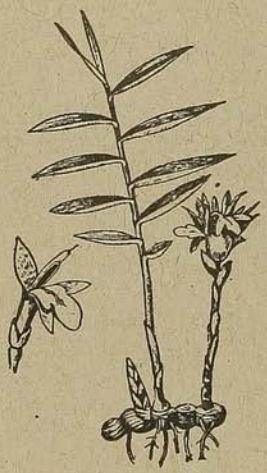


Fig. 568. *Zingiber officinale*, muy reducido



Fig. 569. *Elettaria Cardamomum*, hoja, inflorescencia, flor y sección de la misma, fruto y semilla. (Según Luerssen)

Esta familia sólo posee el género **Canna** con medio centenar de especies de la América tropical y subtropical. Algunas especies se cultivan en los trópicos por la fécula de sus rizomas. Otras varias como plantas de adorno; tal, por ejemplo, la *C. indica*, *caña de Indias* o *platanillo de Cuba*.

Familia **Marantáceas**

Las plantas de esta familia se parecen por su aspecto a las Cannáceas; sus flores son también asimétricas, y el estambre posterior del verticilo interno es el único fértil, con sólo media antera. Cada carpelo no lleva más que de una a tres semillas con el embrión encorvado.

El género **Maranta**, del cual toma nombre la familia, comprende unas quince especies de la América tropical. Una de ellas, la *M. arundinacea*, posee en sus rizomas, como otras congéneres, fuertes reservas amiláceas. Se utiliza para aprovechar la fécula conocida con el nombre de *arrowroot (Amylum Marantae)*.

Orden 9.º MICROSPERMAS

Flores epiginas, generalmente hermafroditas, zigomorfas; perigonio petaloideo; androceo reducido a dos o a un solo estambre, concrescentes con el estilo en una columna; ovario trilocular, o unilocular; fruto generalmente en cápsula; semillas numerosísimas y diminutas.

Familia **Orquidáceas**

El eje floral de las Orquidáceas sufre una torsión de 180º, reconocible claramente en el ovario, de modo tal que la parte superior de las flores viene a ocupar la posición inferior, y viceversa (resupinación, fig. 570, *B*, *g*). Una de las piezas del perigonio, la llamada *labelo* (fig. 570, *A*, *l*), es siempre conformada de manera singular, general-

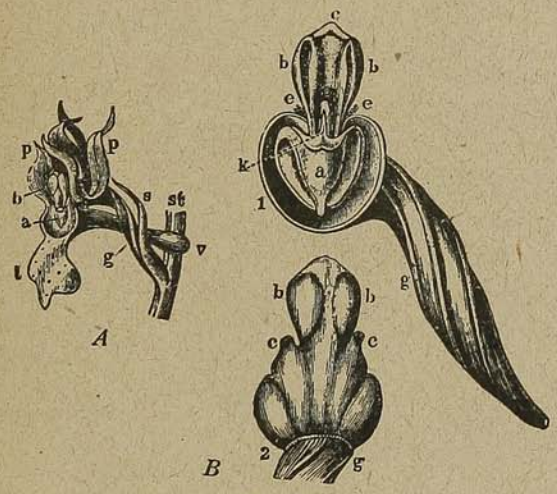


Fig. 570

A, flor de *Orchis mascula*: *st*, tallo; *s*, bráctea; *g*, ovario retorcido; *p*, divisiones externas del perigonio; *l*, labelo; *v*, espolón; *a*, disco estigmático; *b*, antera. *B*, 1, androceo y gineceo de la misma flor, aumentados; 2, ginostemio visto por detrás, con las anteras (*b*)



Fig. 571. Diagramas de dos flores de orquídeas, *A*, con uno, y *B*, con dos estambres

mente mayor que las otras restantes, y aun muchas veces prolongada en la base en una suerte de bolsa, saco o espolón. De los seis estambres normales de las Monocotiledóneas, ordinariamente no se desarrolla más que uno del verticilo externo (fig. 571, *A*), raramente dos del verticilo interno, como en el *Cypripedilum* (fig. 571, *B*); los otros abortan por completo o son rudimentarios. El ovario es ínfero, y el estilo se suelda a los estambres en una columnilla llamada *ginostemio* (figuras 570, *B*, y 572). Los granos de polen sólo raramente quedan sueltos; por lo regular se agrupan en tétradas o polinias, y éstas a su vez se reúnen en una masa alargada, claviforme, sostenida por un pie o *cau-*

dícula, el llamado *polinario* (figs. 570, *B*, *b*, y 572, *p*). En la base de la caudícula existe un pequeño ensanchamiento glandular, viscoso, que,

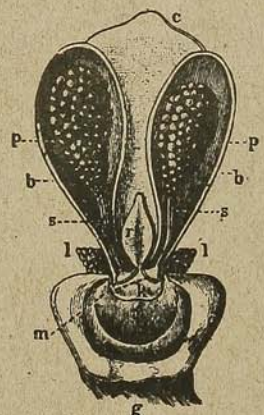


FIG. 572. Antera (*b*) de un *Orchis* concrescente con el estigma (*a*) del ovario (*g*). *p*, granos de polen reunidos en polinarios; *m*, retináculos; *c*, conectivos; *r*, rostelo; *e*, estambres atrofiados



FIG. 573. *Orchis mascula*

pegándose a los insectos que visitan estas flores, permite el transporte del polen y la fecundación cruzada. La fórmula floral es así: $P3+3$, $A1+0$, ó bien $0+2$, $G\overline{(3)}$ (fig. 571). El fruto es en cápsula, raramente baya.



FIG. 574. *Orchis Morio*



FIG. 575. *Platanthera bifolia*

Las Orquidáceas europeas poseen un rizoma más o menos desarrollado, son a menudo tuberosas, y viven en los bosques, praderas, etc. Son muy ricos en ellas los bosques de los países tropicales, donde por

lo regular son epifitas, viviendo sobre los troncos añosos; poseen éstas las llamadas raíces aéreas. Las semillas de las orquídeas epifitas sólo se desarrollan en contacto con determinados hongos micorrizógenos.

De una porción de especies europeas, o sólo mediterráneas, como **Orchis** *mascula* (fig. 573), *O. Morio* (fig. 574), *O. militaris*, *O. ustulata*, **Anacamptis** *pyra-*



FIG. 576. Una ramita florida de *Vanilla planifolia*.
A, ginostemio y labelo; *B*, ginostemio visto de lado; *C*, ápice del mismo, visto de frente; *D*, antera; *E*, semilla (muy aumentada). (Según Berg y Schmidt)

midalis, **Gymnadenia** *conopea*, **Platanthera** *bifolia* (fig. 575), se utilizan las tuberosidades radicales con el nombre de *salep (Tubera Salep)*.

Es oficinal el fruto de la **Vanilla** *planifolia*, *vainilla* (fig. 576), originaria de Méjico y cultivada frecuentemente en los trópicos.

Muchas Orquidáceas tropicales se cultivan en estufas por la belleza singular de sus flores magníficas, y alcanzan algunas rarezas precios fabulosos. Los géneros más a menudo cultivados son: *Epidendrum*, *Catasetum*, *Dendrobium*, *Oncidium*, *Paphiopedilum*, etc.

Geografía botánica

La Geografía botánica tiene por objeto reunir los elementos aislados de las floras (Geografía botánica florística), delimitar y ordenar las reuniones de plantas, las formaciones (Geografía botánica ecológica), investigar la evolución del mundo vegetal en cada una de las épocas geológicas (Geografía botánica genética) y, finalmente, relacionar entre sí los resultados de estas tres clases de investigaciones,

para obtener de este modo una delimitación de los territorios según sus flores y formar un mapa de la tierra con arreglo a las plantas que en ella viven.

La Geografía botánica *florística* establece la composición de la flora dentro de una región determinada, así como la extensión, el área que ocupan determinadas especies. Además, estudia las causas de la distribución, la naturalización *(Helodea canadensis, Oenothera biennis, Erigeron canadense)*, los medios del esparcimiento (viento, pájaros, vías comerciales), los límites del esparcimiento (océanos, montañas, frío), la naturaleza de las áreas, sus dimensiones y su cierre (continuo y fraccionado). Las áreas forman los fundamentos de la florística.

La Geografía vegetal *ecológica* estudia la influencia del calor, la luz, el viento y el aire, y la naturaleza del suelo, así como la del hombre y de los animales, sobre las plantas, desde el punto de vista de los que hoy viven a su alrededor, y además la dependencia de la facies y de los grupos colectivos respecto de estas acciones (exuberancia, relaciones cuantitativas entre las respectivas plantas). Las colectividades de plantas que tienen una composición florística determinada, las mismas condiciones de situación y el mismo aspecto (fisonomía) con determinadas plantas tipos, reciben el nombre de *asociación* (por ejemplo, bosque de hayas), mientras que se entiende como *formación* una colectividad de plantas que se caracteriza por las mismas condiciones de situación y el mismo aspecto, con determinadas formas típicas de desarrollo (por ejemplo, bosque de verano). Una formación puede comprender varias asociaciones. Como las más principales formaciones pueden señalarse las siguientes: *vegetación marina y de aguas dulces* (plantas flotantes = *plankton*; con raíces = *benthos*), *mangrováceas* (raíces zancos, raíces respiratorias, plantas vivíparas), *bosque de lluvia* (sin caída periódica de las hojas), *bosque de monzón* (caída de las hojas en los períodos de sequedad), *bosque de verano* (caída de las hojas en invierno), *bosque de coníferas* (sin caída periódica de las hojas, excepto en el alerce), *brezales* (matorrales con hojas permanentes, duras), *sabanas* (gramíneas), *estepas* (gramíneas xerofilas), *praderas* (gramíneas que forman céspedes), pradera turbosa (baja, con *Carex*, *Juncus*, etc.), turbera musgosa *(Sphagnum)*, *matas* (*Aconitum*, *Gentiana*, *Geranium*; monte medio y alto) y *pastos* (en alemán *Trift*, clima seco, a veces estepas y gramíneas retrasadas; *Trift* de monte, *Trift* ártico, desierto).

La geografía *genética* se ocupa en la formación de las diferentes floras correspondientes a los diversos períodos de la tierra. Se funda, por lo tanto, en la paleobotánica. Las primeras floras demostrables aparecen en la época terciaria y se puede seguir aquí su relación con los hechos geográficos, por ejemplo, la unión de América del Sur con América del Norte, la separación de Groenlandia de América del Norte, etc., en la flora.

En la época cuaternaria el cambio en las floras está determinado, sobre todo, por el período glacial del hemisferio septentrional.

Finalmente, corresponde también aquí el método filogenético, que, en la investigación de la unidad morfológica con ayuda de la Geografía y de la Zoología, trata de buscar el punto de partida para los principios genéticos y las condiciones previas de la distribución actual de las plantas.

La Geografía botánica florística, la ecológica y la genética tratan, unidas, de la repartición del mundo de las plantas de un modo natural.

Distinguimos cinco floras o reinos florales: la holártica o boreal, o nórdica, extratropical, *holarctis*; la paleotrópica, *paleotropis*; la neotrópica, *neotropis*; la antártica, australiana, *australis*, y, finalmente, la *oceánica*.

La *holarctis* comprende la región ártica, la subártica (sobre todo caracterizada por coníferas), la de Europa central, la región mediterránea, la del Asia central y la norteamericana. El período de descanso invernal es más o menos marcado, la vegetación relativamente uniforme por la presencia común de las mismas familias o géneros (coníferas, *Salix*, *Rubus*, etc.).

La *paleotropis* existe sobre todo en la región de los desiertos norteafricana e india, la región africana de bosques y estepas, País del Cabo, Madagascar, India anterior y región de Monzón.

La *neotropis* comprende principalmente la región xerofítica centroamericana, y, además, la América tropical y la región de los Andes.

La *australis* abarca las regiones antárticas de América del Sur, así como Australia y Nueva Zelanda.

La *flora oceánica* está caracterizada por las algas y en la región de las costas por pocas «hierbas de mar» (helobias).

Medios auxiliares para el estudio de la Botánica

Formación del herbario

La Botánica, como toda ciencia natural, debe aprenderse prácticamente, y es totalmente erróneo creer que puedan adquirirse los conocimientos necesarios por medio del estudio libresco, ni aun con el auxilio de las mejores figuras.

Por esto, en las instrucciones del Canciller imperial alemán de 18 de mayo de 1904, referentes al examen de los auxiliares de farmacia, se exige la demostración de que el candidato haya realizado *prácticas de Botánica* durante sus estudios, y con ese fin se dispone la presentación en el acto del examen oral de un herbario formado en el período de enseñanza.

Según se desprende del espíritu de esta disposición, lo esencial no es la existencia del herbario en las manos del examinando, sino la garantía de que éste, mediante la formación del herbario, se haya familiarizado en el orden morfológico y sistemático con las plantas que prosperan en la región de que se trate, ya que todas las operaciones que requiere la confección de un tal archivo son apropiadas para que el principiante adquiera conocimientos botánicos, y progresivamente los aumente y consolide. *Lo que aquí se prescribe para el farmacéutico incipiente, debe entenderse también para el naturalista por lo menos en el mismo grado.* Al herborizar se adquiere la noción del porte vegetativo y frecuencia de las especies, géneros y familias; al determinar las especies se aprenden minuciosamente los caracteres de las plantas; y al ordenar los ejemplares en el herbario se ejercita del mejor modo el conocimiento de las afinidades en el reino vegetal.

Para la formación de un herbario se ejecuta una serie de operaciones que deben sucederse sin interrupción. Son las siguientes:

1. Recolección de las plantas (herborización).
2. Determinación de las plantas.
3. Prensado, secado, preparación.
4. Ordenación de los ejemplares.

Recolección de las plantas

Herborización

La recolección de las plantas no debe ser el fortuito resultado de ocasionales paseos, sino que quien de veras se proponga formar un herbario debe disponerse a recoger las plantas provisto de un adecuado instrumental. Al principio ofrecerán, sin duda, abundante cosecha las inmediaciones de la población — un prado, las márgenes de un camino, etc. —, pero pronto será necesario planear una metódica exploración de la comarca.

Para tal fin conviene equiparse de una serie de utensilios que son muy útiles, y se puede decir indispensables, en la recogida de plantas, y que son :

1. Un desplantador.
2. Un cuchillo fuerte.
3. Una caja linneana, o mejor,
4. Una prensa de mano, o una carpeta de herborización.

Puesto que debe aspirarse a que los ejemplares de un herbario representen con la mayor fidelidad posible lo que son las plantas en su ser natural, debe procurarse llevarlas al herbario lo más completas que sea dable conseguir. En las plantas leñosas hay que conformarse con ramos floridos, que se cortan de las ramas de un tajo oblicuo asestado rápidamente. Por el contrario, en las plantas herbáceas, si su tamaño no es excesivo, se recomienda arrancarlas de cuajo siempre que se pueda, pues muchas veces la presencia de la raíz es indispensable para la determinación de la planta. A menudo, al menos en los terrenos flojos, se logra con cierta habilidad arrancar intacta la planta entera. Si el terreno es duro, o si la raíz se rompe fácilmente, o se trata de una planta bulbosa, se necesita el *desplantador* (fig. 577), con el cual se excava cuidadosamente el suelo en un pequeño círculo alrededor de la planta, pudiéndose entonces extraerla con facilidad y libertar la raíz de la masa de tierra que conserva adherida. Los bastones especiales que se venden para herborizar, dispuestos para atornillarles una azadilla o excavador, si están sólidamente construídos son también utilizables, pero generalmente son poco prácticos. Es recomendable, sin embargo, llevar consigo un cayado, que servirá para hacer descender las ramas altas y para alcanzar las plantas acuá-

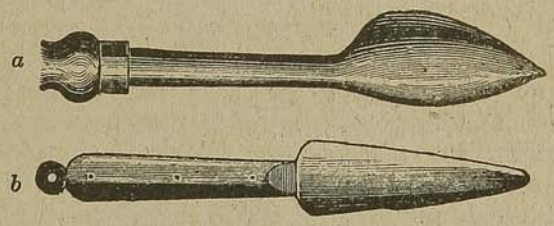


FIG. 577. Desplantador.
a, según el profesor Ascherson ; *b*, forma americana (tamaño muy reducido)

ticas. A este último fin, es aún más adecuado un cordel provisto de un anzuelo grande, a ser posible con cuatro garfios.

La colocación y transporte de las plantas recogidas puede efectuarse por dos procedimientos. Unos prefieren la *caja linneana*, otros la *prensa metálica de mano*. Empleando la caja linneana, se van poniendo en ella las plantas unas junto a otras, o si tiene dos departamentos, se colocan en el uno las plantas embarazosas o espinosas y las acuáticas, y en el otro las herbáceas. El empleo de la caja tiene, sin embargo, no pocos inconvenientes. Si no va bien llena, se estropean las plantas con el traqueteo producido por los movimientos en el transporte. La tierra que puede haber quedado adherida a las raíces, cosa frecuentemente inevitable, ensucia las flores de otras plantas, sobre todo si no están completamente secas ; los pétalos se caen fácilmente ;

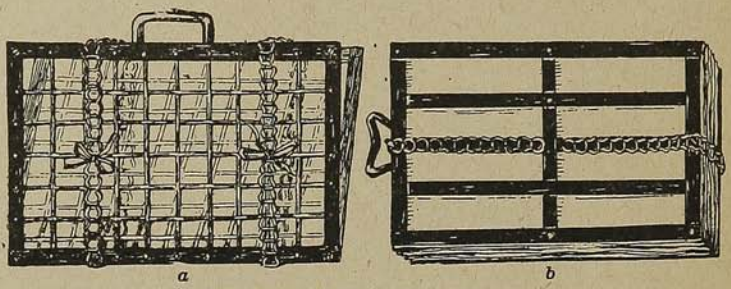


Fig. 578. Prensa para plantas.
a, de Auerswald ; *b*, de K. W. Müller (tamaño muy reducido)

por otra parte, es preciso cuidar de que las plantas no se marchiten en la caja, porque esto dificultaría en casa su rebusca y separación con riesgo de su deterioro ; a este fin se suele colocar en el interior de la caja una esponja o musgo húmedos, o se salpican a menudo con agua los ejemplares si el calor es excesivo. Por último, no se pueden fijar bien a los ejemplares las papeletas indicadoras de la estación, que se desprenden y mezclan, y con la humedad se vuelven ilegibles. Algunos de estos inconvenientes pueden evitarse envolviendo con cuidado en un papel los ejemplares que se recogen de una misma especie ; pero entonces, aun la caja de mayor capacidad quedaría pronto llena con un escaso número de plantas.

Muy diferente resultado se obtiene con el uso de la prensa, que en todos los respectos es preferible a la caja linneana. Esta *prensa de parrillas* (fig. 578) es cómoda de llevar en las excursiones, ya sea cogida por el asa, ya colgada del hombro por medio de una correa, o, en las grandes caminatas, echada a la espalda a modo de mochila. Dos formas existen de esta prensa en el comercio. La más antigua, de Auerswald (fig. 578, *a*), lleva un asa en uno de los lados mayores, y está provista de cuatro cadenas para el cierre. La forma moderna, la prensa para plantas patentada de K. W. Müller (fig. 578, *b*), tiene el asa en el lado más corto, necesita sólo dos cadenas, y su enrejado de flejes

comprime elásticamente. Para excursiones botánicas de bastante duración hay también en el comercio formas especiales que se llevan a manera de mochila. La prensa ha de llevarse al campo bien provista de papel de estraza (papel chupón para plantas), repartido en almohadillas de tres pliegos, que no deben estar húmedos, aunque no es indispensable que estén absolutamente secos. También se necesita un cierto número de papeletas, del tamaño de tarjetas de visita, en las que se han hecho dos cortes tal como representa la figura 579.

En estas papeletas se anota con lápiz, sobre el terreno, la estación, y otras noticias que después en casa pueden facilitar la determinación. Si algún acompañante experimentado dice el nombre de la planta, se tomará nota de éste, que tan sólo se utilizará, sin embargo, para comprobar el resultado obtenido de la determinación. La papeleta o

Barcelona, faldas del Tibidabo ;
Campos arenosos, graníticos

¿ *Ononis foliosa ?*

FIG. 579. Papeleta para anotar la habitación y estación de las plantas

cedulilla se sujeta en el tallo o en una hoja pasándolos por la abertura que dejan los dos cortes mentados. Las plantas se van poniendo entre las almohadillas de papel de estraza, sin que preocupe por el momento una esmerada colocación, como la que será preciso hacer en casa cuando se las disponga en la prensa para el secado. Se aconseja coger de cada planta varios ejemplares o, al menos, un buen ejemplar y varias flores sueltas, pues de un ejemplar con pocas flores fácilmente se gastan todas en la determinación. Esta colocación de las plantas entre capas de papel de estraza en la prensa de mano — en vez de la cual puede usarse en análoga forma una *carpeta* con cubierta y tres carteras de cartón o cuero — tiene la ventaja de que las plantas no sufren deterioro en el transporte ; las plantas menuditas no quedan inadvertidas en la rebusca entre todo lo recogido ; los ejemplares de una misma especie permanecen agrupados ; las papeletas con los datos anotados no pueden mezclarse ni confundirse, y, finalmente, las plantas llegan a casa un poco marchitas y extendidas sobre un plano, con lo cual su definitiva y adecuada colocación se realiza mucho más fácilmente que cuando, por la tensión de los tejidos, oponen resistencia a su extensión entre las capas de papel dispuestas en la prensa para el secado. Naturalmente, que al punto de llegar a casa debe emprenderse la determinación, mientras que las plantas recogidas en la caja lin-

neana pueden guardarse uno o más días envueltas en papel de estraza húmedo y colocadas en un sitio fresco.

Para la recolección de plantas conviene atender aún las siguientes advertencias: En los comienzos, limitarse a recolecciones no muy numerosas. Ejemplares de veinte plantas distintas — que al principio serán rápidamente reunidas — deben considerarse suficientes, si ha de hacerse con cuidado la determinación de todos ellos. Más adelante, cuando ya se han incorporado al herbario las plantas que aparecen con más frecuencia, estará bien el recorrer lugares menos trillados, escudriñar las lindes de los campos, los sotos, los parajes frondosos, rebuscar en los rasos de los bosques y, sobre todo, seguir los pequeños cursos de agua.

Las excursiones botánicas no deben emprenderse durante las horas ardientes de los días estivales. Tampoco inmediatamente después de la lluvia. Siempre que sea posible escójanse las horas de la mañana. Sin embargo, son también apropiadas las horas de la tarde después de la siesta. Si las plantas están mojadas pierden con facilidad los pétalos durante el transporte, y al secarse no conservan los colores naturales, sino que toman un color oscuro, y a veces hasta negro.

Se escogen, donde es factible, varios ejemplares en diferentes estadios de desarrollo, pues con frecuencia es necesaria para la determinación la presencia del fruto o, cuando menos, de flores ya fecundadas que se hallen en pleno proceso de fructificación. Esto es particularmente indispensable en las *crucíferas* y *umbelíferas*, las cuales, por lo demás, ofrecen generalmente en un mismo ejemplar las diferentes fases de su desarrollo.

En todo caso debe tomarse por norma recoger sólo plantas que se hallen en plena floración — tratándose de helechos deberán poseer sus grupos de esporangios o soros —, pues los individuos desprovistos de flores (y los helechos sin soros) carecen de valor para el estudio. En las plantas con flores unisexuales búsquense primeramente flores de los dos sexos en un mismo ejemplar — plantas monoicas, monoecia, que ocurre con mayor frecuencia en árboles y arbustos —, y en caso de que no hallemos más que plantas dioicas, deberán buscarse en las proximidades ejemplares del otro sexo. No se omita incluir estos datos en la cedulilla del ejemplar.

Cuando se emplea la caja en vez de la prensa, se colocan las plantas menudas en el cuaderno de notas, o en la Flora que acaso se lleva en el bolsillo, bien que ésta, al menos para los principiantes, no suele prestar en las excursiones la utilidad que de ella se esperara.

Determinación de las plantas

La determinación de las plantas debe efectuarse tan pronto como se ha regresado de la excursión. Si ha de sufrir un aplazamiento, aunque sólo sea de una hora, importa guardar las plantas, entre tanto,

sin sacarlas de la prensa o carpeta, en la cueva u otro lugar fresco. Si se ha herborizado con la caja, se sacan de ella las plantas, y se las traslada igualmente a la cueva envueltas en papel de estraza húmedo.

En el segundo caso, antes de proceder a la determinación se arregla el conjunto extendiendo sobre la mesa en grupos separados los ejemplares de cada especie. En el primer caso el operador coloca junto a sí la prensa destapada, y maneja su contenido como para pasar las hojas de un libro.

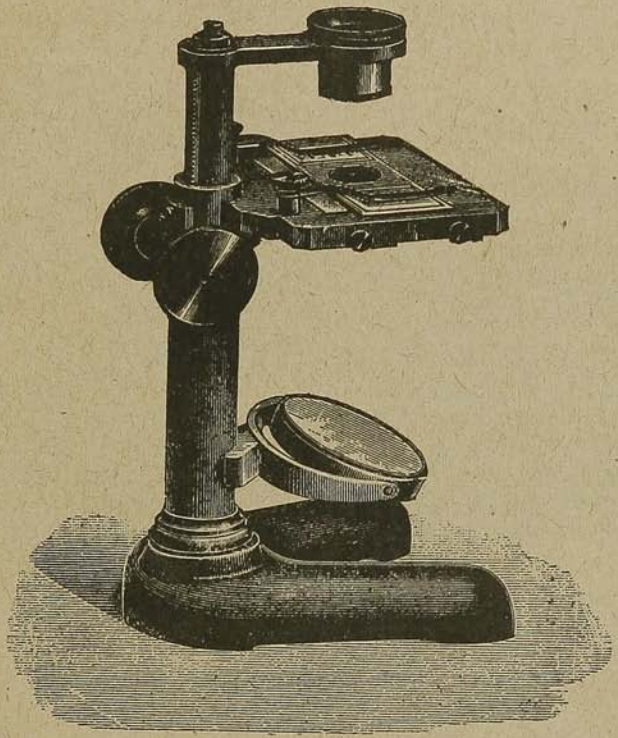


FIG. 580. Microscopio de disección para la determinación de las plantas, de E. Leitz (Wetzlar)

En la determinación de las plantas se necesita un cierto número de instrumentos, que tienen su más importante aplicación para disociar los órganos florales, y son los siguientes :

1. Un *escalpelo* para efectuar cortes en el ovario, etc.
2. Unas *tijeras* para separar cubiertas florales, estambres, etc.
3. Varias *agujas* para sondajes.
4. Dos *pinzas* cualesquiera para arrancar pétalos, sostener las partes separadas de la flor, etc.
5. Una lupa para examinar con amplificación las partes pequeñas de las plantas. Prestan excelentes servicios en la determinación, para el examen de flores pequeñas o de estructura complicada, los *microscopios de disección* (fig. 580), cuyo manejo sumamente sencillo

no necesita describirse aquí. Hagamos constar, sin embargo, que este aparato no es imprescindible para la determinación.

Los instrumentos 1-4 suelen encontrarse en el comercio formando los llamados *estuches de botánica* (fig. 581). Es, sin embargo, aconsejable adquirir, tal vez desde el principio, un *estuche para microscopia*, que es solamente un poco más caro, y contiene todos los útiles precisos en los trabajos botánicos. En todo caso, húyase de comprar un estuche de poco precio, pues los instrumentos en él contenidos suelen ser de mala calidad, y con sus frecuentes roturas quitan al prin-

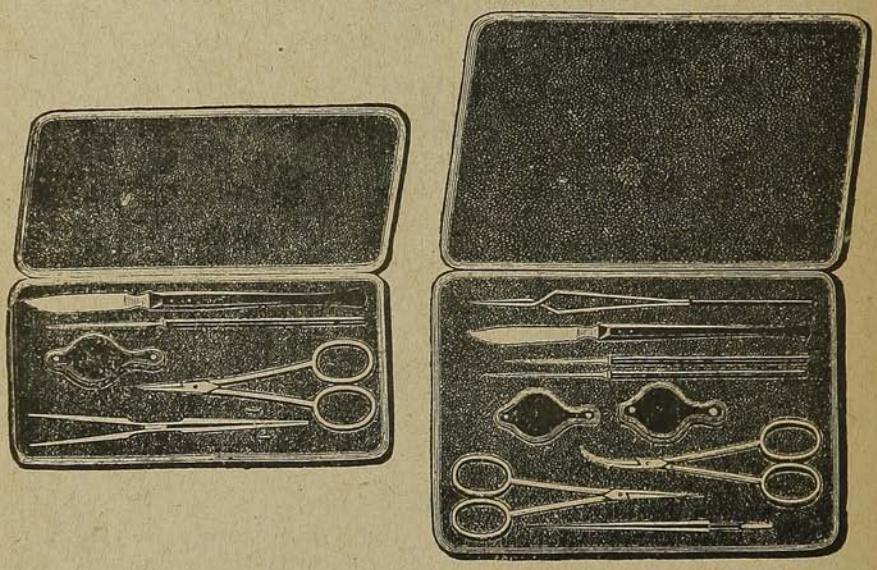


FIG. 581. Estuches de botánica para la determinación de las plantas (1/2 del tamaño natural)

cipiante el gozo de su trabajo. El manejo de todos estos utensilios requiere cierta práctica, que se adquiere en poco tiempo.

Entre los numerosos libros que existen para la determinación de las plantas, elíjase el que parezca más adecuado al caso, o el que recomiende un compañero experto. Puede adoptarse una Flora especial, que facilita la determinación por contener solamente las plantas de la región objeto del estudio, o comenzar desde luego con una Flora general del país, en la cual, desde el principio, se aprende de pasada a conocer un número considerable de géneros y especies (1).

(1) En España no existe actualmente ninguna Flora general recomendable. La de Willkomm y Lange, *Prodromus Florae Hispanicae*, escrita en latín, base todavía de los estudios florísticos españoles, está agotada ha tiempo. En Portugal pueden utilizarse la de A. X. Pereira Coutinho, *A Flora de Portugal*, o la de Gonçalo Sampaio, *Manual da Flora portugueza*. En Galicia la del P. Merino, *Flora descriptiva e ilustrada de Galicia*; en Cataluña, la de Juan Cadevall, *Flora de Catalunya*, todavía en curso de publicación.

En españa se suele recurrir a las Floras de países vecinos para la determinación de plantas; son recomendables a este respecto la del abate Coste, *Flore*

Las obras ilustradas sólo deben consultarse para comprobar el resultado obtenido en la determinación ; pero de ningún modo deberán utilizarse para buscar en ellas de antemano la figura que parece concordar con la planta y aceptar el nombre de aquélla como exacto.

El modo de proceder para determinar una planta no necesita explicación. Se deduce del uso mismo de las Floras. Éstas exponen siempre dos o más preguntas contrapuestas que se excluyen mutuamente : por ejemplo, si las flores son hermafroditas, o unisexuales ; si el perigonio tiene cinco hojas, o no existe ; si sus piezas están soldadas o libres ; si hay cuatro o cinco estambres ; si las hojas son enteras o dentadas, etc.

Las sucesivas respuestas a tales preguntas, obtenidas, si es preciso, con auxilio de la lupa, así como de las agujas, pinzas, cuchillo y tijeras, conducen a la determinación de la familia, el género, y, por último, la especie a que pertenece la planta considerada. Procédase en esta marcha exacta y concienzudamente, pues los caracteres distintivos de géneros y especies no han de ser únicamente reconocidos para el fin actual de la determinación, sino que debe procurarse aprenderlos para obtener de ellos en cualquier momento la oportuna utilidad.

Comprobada la exactitud del nombre hallado, se le anota juntamente con la familia en la cedulilla antes mencionada, o, si es preciso, en una nueva papeleta de igual forma, que se fija al ejemplar. Éste se prepara ahora por la desecación para su inclusión en el herbario.

Prensado, secado, preparación

El prensado de las plantas consiste en su desecación a presión moderada, con el fin de disponer todas sus partes en un mismo plano. Es de interés en esta operación dar a las plantas una posición lo más natural posible y conservar del mejor modo sus colores.

Se toma papel de estraza del más blando, y agrupado en almohadillas de tres o más pliegos se deseca al sol o en una estufa. Después de bien secas, se hace con varias almohadillas una pila, sobre la cual se coloca una de las plantas ya determinadas. Si la planta es muy larga, se la prensa cortada en trozos de longitud aproximada a las tres cuartas partes de un folio, los cuales se fijarán después en esta forma : a la izquierda la porción con la raíz, el trozo extremo a la derecha, y en medio los restantes trozos, si los hay (fig. 582, *a*) ; o bien se pliega el

---

descriptive et illustrée de la France, en tres volúmenes ; la de G. Rouy, *Flore de France*, sin figuras, en catorce volúmenes, y aun, para los principiantes, la de Gillet et Magne, *Nouvelle Flore française ;* también se puede utilizar la *Flora analitica d'Italia*, de Fiori e Paoletti. Todas estas obras tienen utilidad en las comarcas pirenaicas o en Cataluña, por la similitud de su flora con la de Francia, y aun en cierto grado con la italiana ; en el centro, mediodía y occidente de España tienen escaso valor por la gran riqueza de su flora en tipos endémicos o ibero-mauritánicos, que, naturalmente, no describen aquellos tratados. — *N. del T.*

tallo varias veces, lo cual es menos recomendable, y a lo sumo en los tallos desprovistos de hojas (fig. 582, *b*).

La colocación de las plantas en la forma apropiada no suele ser difícil cuando han sido recogidas en la prensa, pues sus tejidos no tienen la turgencia que en estado fresco y ofrecen ya menos resistencia. Las hojas se aplanan comprimiéndolas con las puntas de los dedos, y de igual modo las flores, de las que conviene poner unas cuantas en vista lateral, y otras de frente. Debe cuidarse de que las hojas y flores no se sobrepongan, y que el tallo y las ramas no se crucen. Extendida la planta debidamente, se pone sobre ella una nueva



FIG. 582. Ejemplos para la colocación de las plantas. *a*, con el tallo cortado en trozos ; *b*, con el tallo plegado

almohadilla de papel, y se prosigue del mismo modo hasta que han sido alojados todos los ejemplares, acompañado cada uno de su correspondiente etiqueta ; finalmente, se añaden a la pila dos o tres almohadillas, y queda el conjunto preparado para la desecación. Las plantas que ofrecen gran resistencia a ser aplicadas sobre un plano, se consigue arreglarlas en la forma antedicha después de haberlas tenido en la prensa durante un día, con lo cual se tornan algo flácidas. Por el contrario, las plantas muy delicadas, por ejemplo, los helechos de tiernas frondes y las que tienen hojas formadas de finísimas lacinias, deben prepararse rápidamente, pues más tarde esta operación se haría muy difícil.

El secado puede realizarse de diversos modos. Generalmente se coloca el paquete entero en la prensa, que se cuelga en la ventana abierta si el aire exterior no está excesivamente húmedo, o bien en un sitio donde corra el aire. En caso de que haya gran cantidad de plantas para secar, o se necesite entretanto la prensa para una nueva excur-

sión, será muy útil tener, a falta de otra prensa, algunas tablas cuyas dimensiones excedan en uno o dos centímetros a las de los pliegos de papel de estraza. Entre cada dos tablas se colocan paquetes de plantas del conveniente espesor, y se sujetan por medio de correas a manera de un portamantas, o se atan en cruz con fuertes cordeles. Con estos paquetes se procede, por lo demás, igual que con la prensa. Las prensas de tornillos no son recomendables porque, aparte de no ser cómodo su manejo, producen fácilmente presiones excesivas, dificultando, en consecuencia, la circulación del aire (1).

Se puede efectuar con más rapidez el secado de las plantas situando los paquetes en la proximidad de un lugar caliente : hogar de chimenea, fogón de cocina, radiadores de calefacción, etc. ; y aun mejor en una estufa de desecación, o en un recinto que contenga substancias muy ávidas del agua, principalmente la cal viva.

Sea cual fuere el medio que se emplee, es indispensable cambiar cada día los papeles por otros recientemente secados y, a ser posible, calientes todavía. En cuatro o cinco días suele quedar terminada la operación si las circunstancias no son especialmente desfavorables. Se conoce que la desecación es completa en que las plantas han perdido su flexibilidad y en que, tocándolas con el dorso de la mano, no se percibe ya la sensación de frío.

El *procedimiento de desecación más recomendable* es, sin embargo, el siguiente : las plantas recién recolectadas se alojan en sendos pliegos de papel de estraza, dando a los tallos, hojas y flores la posición conveniente. Estos pliegos se colocan alternadamente entre almohadillas bien secas, formadas cada una por varias hojas de cartón poco fuerte, hasta que el paquete alcance un cierto grueso no desmesurado. En los días sucesivos se sustituyen las almohadillas de cartón, que se han vuelto húmedas, por otras perfectamente secas, de preferencia secadas a la lumbre y aplicadas en caliente (2). Este procedimiento ofrece la gran ventaja de que en los referidos cambios no se manejan las plantas mismas, sino los pliegos que las contienen, con lo que se evita su posible deterioro y se ahorra tiempo en las manipulaciones.

Para casos particulares téngase en cuenta que las partes vegetales muy gruesas — tallos, raíces, rizomas, tubérculos, bulbos, cabezuelas de compuestas, etc., muy voluminosos — se cortan por la mitad o se les quita por su cara posterior todo lo posible sin menoscabo de su vista anterior. Si la superficie de sección exuda un jugo glutinoso, se

---

(1) En el Museo de Ciencias Naturales de Barcelona se usan con resultado excelente, desde hace años, las prensas de tornillos. El inconveniente de la falta de circulación del aire se combate cambiando a diario las almohadillas de la prensa por otras bien secas. De esta manera se consigue una buena preparación en tres o cuatro días, salvo para determinadas especies de plantas demasiado carnosas o gruesas. Hay que procurar que la presión sea moderada cuando las plantas tengan frutos blandos, que se preservan, además, envolviéndolos en algodón. — *N. del T.*

(2) En nuestro clima, el uso de las almohadillas calientes (calentadas al sol, en verano) suele volver las plantas frágiles como consecuencia de una desecación demasiado rápida y excesiva. No deberá emplearse aquí este método sino excepcionalmente y con cautela. — *N. del T.*

la recubre con papel parafinado, con objeto de impedir que se pegue al papel de estraza.

Las plantas dotadas de mucha resistencia, especialmente las del género *Sedum*, deben ser privadas de su vitalidad remanente, merced a la cual continuarían en la prensa su crecimiento. Ello se consigue sumergiéndolas en agua hirviendo, o colocándolas entre varias capas de papel de estraza y pasando por encima una plancha caliente (1).

Un buen medio para que sea más rápida la desecación de las plantas grasas es el siguiente: se extiende la planta entre varias capas de papel de estraza, se pone en el suelo el paquete así formado y se golpea varias veces con el pie, con fuerza, pero elásticamente. De este modo se producen en la epidermis fisuras microscópicas, o apenas perceptibles a la simple vista, a través de las cuales se escapa rápidamente en la prensa el agua que en abundancia contienen tales plantas.

Las plantas de flores delicadas — papaveráceas, convolvuláceas y otras — deben secarse entre pliegos de papel satinado, o al menos proteger sus flores colocando debajo y encima de ellas trocitos de dicho papel, sin lo cual los pétalos se caen fácilmente o quedan pegados al papel sin cola. Las plantas que se vuelven negras al secarse, como las orquidáceas y las especies de *Melampyrum* y *Centaurea*, conviene sacarlas de la prensa pasado el primer día de desecación, y en un recinto cerrado, eventualmente una caja, someterlas durante una hora a la acción del gas sulfuroso. Desvanecidos los colores por la acción del gas, reaparecen con su frescor primitivo al completarse en la prensa la desecación.

Ordenación y conservación de las plantas

Ya completamente secas las plantas, se las acomoda en pliegos de papel en fólio, en cuya cara interna se las fija mediante estrechas tiras de papel engomado, blanco o de color; con esto quedan dispuestas para ser guardadas en el herbario. No deben emplearse hojas sencillas (medios pliegos), porque no tendrían las plantas la debida protección, y como son más o menos frágiles, se estropearían fácilmente. Para la fijación conviene haber engomado el papel anticipadamente, untándolo con disolución de goma bastante concentrada, a la que se ha agregado un poco de jarabe simple; pero las tiras no se cortan hasta el momento de usarlas. Al pie de la hoja en que está fijada la planta, después de cotejarla otra vez con los datos de la Flora utilizada para la determinación, se escriben sus nombres latino y vulgar, la familia natural y, si ha lugar, la subfamilia; el paraje en que fué encontrado el ejemplar, la índole de su habitación y la fecha del hallazgo. Para este fin existen en el comercio etiquetas que contienen estos datos de las plantas más frecuentes. Mas como quiera

(1) Es mucho más fácil introducirlas, durante un par de minutos, en bencina o alcohol. — *N. del T.*

Syngenesia
Superflua

Compositae
Tubuliflorae



Tussilago Farfara L.
Tusílago común

Orillas del Besós, cerca de Barcelona
20 de marzo de 1923

FIG. 583. Espécimen de un pliego de herbario

que todavía habrá que escribir a mano etiquetas para otras muchas plantas, resultará que la presencia de ambas clases en un mismo herbario deslucirá el aspecto uniforme que tal vez se desee. Para facilitar la ordenación de los ejemplares es conveniente escribir la familia en el folio. La hoja presentará entonces el aspecto de la figura 583, habiéndose atendido en este caso a la clasificación de Linné, de la cual ahora muchas veces se prescinde.

Para la distribución de los ejemplares en los respectivos grupos taxonómicos se reúnen en primer lugar las especies de un mismo género en un solo pliego, que puede ser de igual papel que los de aquéllas (papel liso con cola). Para los pliegos de familias empléese un papel más recio (papel de embalar o cubiertas de cartulina como las que se usan para archivar documentos). Los pliegos de géneros y familias se rotulan en su cara exterior, y los últimos se guardan en las carpetas destinadas para ello. Las más apropiadas son las que constan de dos cubiertas de cartón atravesadas por cintas, de modo que su capacidad puede cómodamente ser ampliada o reducida. También existen en el comercio álbumes para plantas, pero de ningún modo son recomendables.

Los ejemplares recolectados pueden ya desde ahora realizar su destino, el cual no es otro que servir en todo momento para el conocimiento intuitivo de las plantas. Éste se adquiere repasando el herbario frecuentemente, con lo que, además, se consigue proteger los ejemplares del modo más eficaz contra sus enemigos: los mohos y algunos insectos, como los *Ptinus*, *Anobium*, *Termes*, etc.

Los mohos se evitan, como va dicho, pincelando las plantas con disolución de sublimado; como su aparición es una señal de humedad, se recomienda, en tal caso, llevar la carpeta entera con su contenido a la estufa de desecación. Para matar los animales de toda especie que surjan en las plantas, el medio más eficaz es meter la correspondiente carpeta en una caja, en la que se pone una capsulita con sulfuro de carbono (¡precaución contra el fuego!); se dejan las plantas varios días en la caja perfectamente cerrada. Si se quiere quitar su mal olor a sulfuro de carbono, se le agita con disolución al 1 % de sublimado, o con peróxido de plomo. Ninguno de estos dos tratamientos disminuye la eficacia del sulfuro.

Estudio de la Anatomía de las plantas

Uso del microscopio

La lupa o lente de aumento (llamada también *microscopio simple*) produce una imagen que es percibida por el ojo en igual posición que el objeto que la origina, aunque aumentada: imagen aparente, virtual. En el microscopio compuesto, la lente que mira al objeto (objetivo, fig. 584, *Ob*) forma una imagen real, amplificada e invertida,

sobre la cual la lente próxima al ojo (ocular, fig. 584, *Oc*) actúa como una lupa, la amplifica de nuevo y la representa como la imagen aparente o virtual de una imagen real invertida. En consecuencia, *todas las imágenes en el microscopio compuesto aparecen invertidas*, es decir, trocadas su derecha y su izquierda, sus partes superior e inferior. La preparación de un objeto bajo el microscopio compuesto es, por tal causa, al principio completamente imposible aun aplicando los más débiles aumentos, y sólo llega a aprenderse después de largo ejercicio. Cuando es necesario hacer una preparación se utiliza una lupa fijada en un soporte, en lo cual consiste el microscopio llamado de *preparación* o microscopio de disección (fig. 580).

El *microscopio compuesto* (figura 584) consta de una parte sólidamente fija: *montura* o cuerpo del microscopio, y una parte móvil sobre aquélla: el *tubo* con las lentes.

El pie *F* suele tener en los microscopios actuales forma de herradura y sostiene la platina *T*, en cuyo centro existe una abertura *C*. Sobre la platina se coloca el portaobjeto de modo que el objeto quede situado en el centro de la abertura, donde es iluminado desde abajo por el espejo *Sp*. Éste es movible en todas direcciones para que pueda volverse hacia la luz, y comúnmente tiene una de sus caras plana y la otra cóncava. El mayor o menor grado de iluminación se obtiene graduando la amplitud libre de la abertura de la platina por medio del diafragma *B*. Para cuando es necesario mantener fijo el portaobjeto pueden adaptarse a la platina dos pinzas *K*.

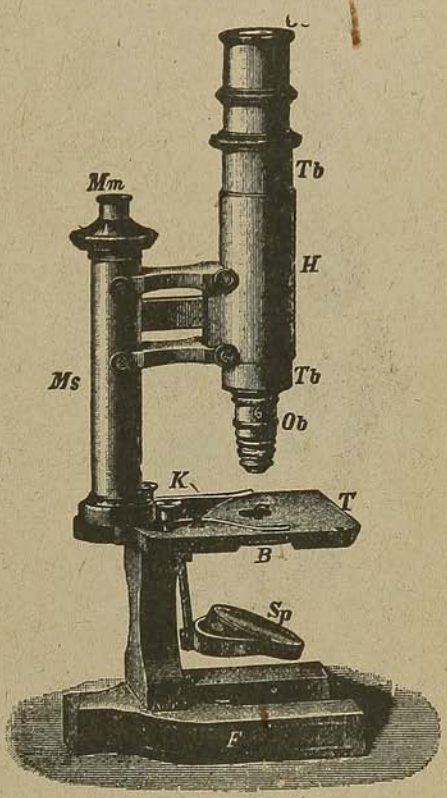


Fig. 584. Microscopio.
F, pie; *T*, platina; *C*, abertura de la platina; *B*, diafragma; *Sp*, espejo; *K*, pinzas; *Ms*, columna; *Mm*, tornillo micrométrico; *H*, manguito; *Tb*, tubo; *Ob*, objetivo; *Oc*, ocular

Sobre la platina y del lado del operador se levanta la columna del microscopio *Ms*. En ésta se halla alojado un mecanismo que efectúa el movimiento lento del tubo para la enfocación fina del objeto, mecanismo que es regulado por el tornillo micrométrico *Mm*. El movimiento rápido para la enfocación grosera se hace comúnmente a mano en los aparatos sencillos, haciendo deslizarse con ligero movimiento de hélice el tubo *Tb* dentro del manguito *H*, con lo que se le aproxima o aleja de la platina.

Los cambios de objetivo se hacen siempre sacando, ante todo, el tubo fuera del manguito. Sólo en los aparatos más complicados, que poseen el portaobjetivos giratorio llamado *revólver*, no es precisa aquella precaución (fig. 585). Sacado el ocular del tubo, se sujeta el objetivo entre los dedos de la mano izquierda en reposo, y con la derecha se hace girar el tubo hasta que se desprende de la rosca del objetivo. No se debe proceder a la inversa, ni tampoco al atornillar el objetivo, pues la cosa sostenida con la mano *quieta* no está expuesta a caerse, y ya se comprende cuánto más lamentable sería la caída del objetivo, pieza de mucho valor y fácil de estropearse, que la del tubo del microscopio, que sólo consiste en un cilindro de latón.

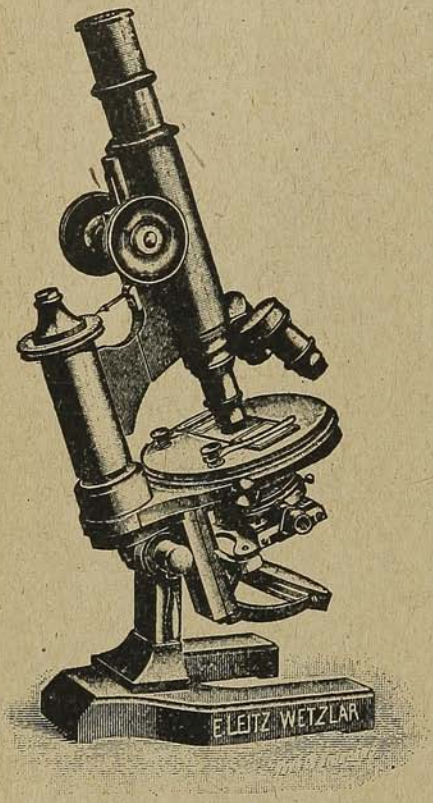


FIG. 585. Microscopio de E. Leitz, Wetzlar. Modelo «Ia» con aparato condensador de Abbe y diafragma iris, revólver para tres objetivos; objetivos 3, 6, 8, y oculares 1, 3; aumento 60-550

Para examinar un objeto transparente o translúcido colocado entre un porta y un cubreobjeto, se le sitúa en el centro de la platina. Se adapta al tubo, en la forma que acabamos de explicar, un objetivo de poco aumento, y se desliza el tubo dentro del manguito con suave movimiento de giro, pero sin aproximarlo mucho a la platina. Entonces, a la vez que se mira a través del tubo, se mueve el espejo con ambas manos en diferentes sentidos, hasta que se percibe una hermosa luz uniforme. Se pone ahora un ocular débil, y mirando por él con un ojo, se sube y baja el tubo levemente con la mano derecha, hasta lograr la distancia de la lente objetiva al objeto que es necesaria para obtener una imagen clara del mismo. Al punto que se perciben claramente los contornos de la imagen, se acaba de afinar la enfocación girando con la mano izquierda el tornillo micrométrico en uno y otro sentido, hasta que se consiga ver con precisión los detalles de la imagen microscópica.

En las observaciones con débiles aumentos, la distancia entre el objetivo y el objeto es bastante grande; en cambio, con los fuertes aumentos suele ser extremadamente pequeña, y en estos casos la puesta en foco exige el mayor cuidado, a fin de evitar que por un descuido choque la lente frontal con el cubreobjeto y se rompa la preparación, y aun se estropee el objetivo.

Es conveniente acostumbrarse a tener los dos ojos abiertos durante la observación. Al principio la percepción de la imagen es perturbada por la simultánea visión, con el ojo que no observa, de los objetos situados alrededor del microscopio; pero pronto se adquiere la facultad de limitar la atención a la imagen microscópica, de suerte que los objetos circunstantes no aparecen en el campo de la conciencia.

Es bueno usar indistintamente los dos ojos, si bien es más cómodo observar con el izquierdo, en particular cuando se dibuja la imagen del objeto sobre un papel, que se coloca, naturalmente, a la derecha del microscopio. La mano izquierda atiende al tornillo micrométrico para, con pequeños movimientos del mismo, traer al campo visual los planos superiores e inferiores del objeto. Con la mano derecha se mueve el portaobjeto en diferentes sentidos, a fin de que pasen por el campo visual todas las partes de la preparación y elegir el punto que se desea examinar. Para mantener fijo este punto se puede sujetar la preparación con las dos láminas *K* que oprimen como resortes el portaobjeto, pero que no deben tocar el cubreobjeto. Sin embargo, el uso de estos resortes no es la mayor parte de las veces necesario.

Si se quiere ahora examinar con más fuerte amplificación una parte del objeto, se la sitúa exactamente en el centro del campo producido por el pequeño aumento, porque con las grandes amplificaciones disminuye tanto la porción visible del objeto, que sólo las partes centrales del primitivo campo visual pueden con seguridad ser encontradas nuevamente.

Para cambiar el objetivo procédase exactamente del modo antes indicado. Primero se quita el ocular, se saca luego el tubo, se toma el objetivo con la mano izquierda *en reposo* y se destornilla el tubo con la derecha. Tómase después con la izquierda el nuevo objetivo y se le atornilla el tubo con la derecha. Se introduce con cuidado el tubo en el manguito del microscopio, vuélvese a poner el ocular y se efectúa la enfocación como ya se ha dicho, sólo que a un mayor aumento corresponde mayor precaución.

Los oculares fuertes rara vez son empleados y sólo para estudiar determinadas particularidades de la imagen microscópica, porque no hacen más que extenderla sin revelar mayor número de detalles. *Crecientes amplificaciones se obtienen principalmente por el cambio de los correspondientes objetivos.*

Con los objetivos débiles se deja a la abertura de la platina toda su amplitud y se utiliza el espejo plano para la iluminación.

Cuando se aplican objetivos fuertes se envía al objeto luz concentrada por medio del espejo cóncavo y se hace uso del diafragma *B* para interceptar la luz lateral. Hay casos en que se quiere destacar con claridad los contornos de la imagen por medio de sombras. Para este fin se ilumina la preparación oblicuamente llevando el espejo fuera del eje del microscopio.

Para trabajar con el microscopio se le coloca sobre una mesa junto a una ventana o en su proximidad. El manantial de luz más

adecuado es la luz solar reflejada por nubes blancas. Por el contrario, la luz directa del sol y la luz procedente de lámparas no diafragmada no son utilizables para el examen microscópico, y son además perjudiciales a la vista.

Obtención de secciones microscópicas

Cuando se desea examinar al microscopio células aisladas (por ejemplo: esporas de licopodio, kamala), basta poner una mínima porción de ellas en una gota de agua sobre el portaobjeto y cubrirla con una laminilla cubreobjeto. Añadiendo entonces, tal como más adelante se describe, uno de los llamados *medios aclarantes*, quedan aquellos materiales preparados para la observación microscópica.

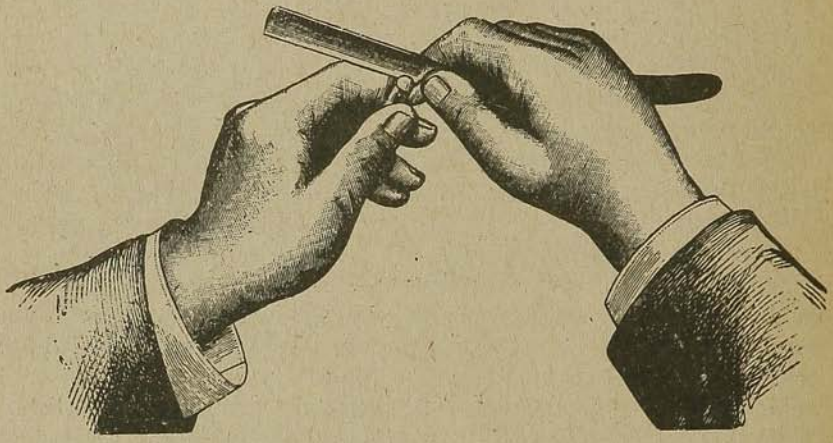


FIG. 586. Modo de efectuar el corte para obtener secciones microscopicas

Si se trata de tejidos complicados y sólo se desea reconocer individualmente por su aspecto los diversos elementos que los constituyen, se raen del objeto pequeñas partículas, que se colocan en una gota de agua sobre el portaobjeto y se disgregan, después de reblandecidas, con dos agujas de disección. Si existen elementos lignificados se hierven las raeduras, operando en la vitrina, en un tubo de ensayo con una mezcla de ácido nítrico concentrado y clorato potásico. Disociados de este modo los elementos del tejido, se lavan con agua por decantación y se llevan al portaobjeto (procedimiento de maceración).

Esta manera de preparar para el examen microscopico los tejidos vegetales tiene el serio inconveniente de que no permite averiguar el estado y disposición de las células en el tejido, ni tampoco la observación y estudio del contenido celular. Para estos fines se necesita, además de los utensilios ya mencionados para la determinación de las plantas, como agujas, escalpelo, tijeras y pinzas, el instrumento que

es más importante en anatomía vegetal, o sea la navaja de afeitar. En el comercio hay estuches con todos los instrumentos necesarios para estos trabajos.

Es conveniente disponer de dos buenas navajas de afeitar: una con la hoja en forma de cuña para los objetos duros (cortezas, leños) y otra con las dos caras de la hoja cóncavas para los objetos blandos (tallos herbáceos, flores, etc.). El modo de obtener secciones microscópicas con la navaja es como sigue: previamente se hace un corte en el objeto para producir en él una superficie perfectamente lisa. Sostenido el objeto con la mano izquierda — apoyando el codo sobre la mesa para mayor fijeza — se aplica el filo de la navaja, de plano y por la parte de la hoja próxima al mango, sobre la superficie del objeto (¡y no a través de su periferia!), y se impulsa la navaja con suavidad y sin interrupción, lenta y uniformemente (fig. 586). Debe evitarse toda presión de la navaja sobre el objeto. En la mayoría de los casos, en particular con los objetos de naturaleza jugosa, es preciso humedecer la hoja de la navaja.

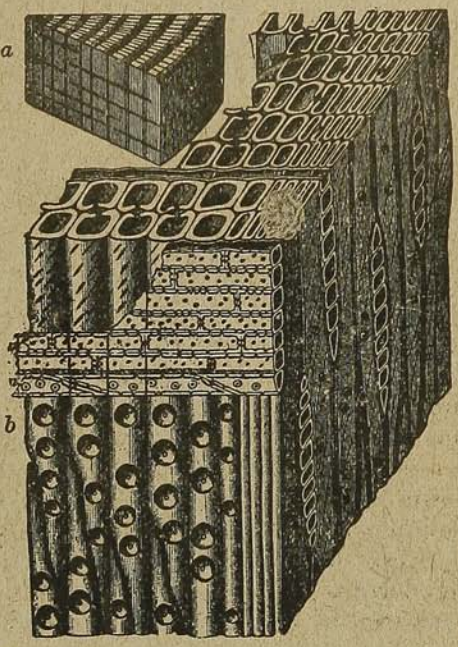


Fig. 587. Secciones transversal, radial y tangencial del leño de pino. *a*, en tamaño natural; *b*, una parte aumentada cien veces. (R. Hartig)

De la delgadez de las secciones depende que sean utilizables para la observación microscópica. La obtención de buenos cortes requiere bastante destreza, que, por lo demás, se adquiere fácilmente con la práctica. En todo caso, el principiante no debe desanimarse por los fracasos que indudablemente ha de tener al principio, y lo que nunca debe temer es que una sección le pueda resultar demasiado delgada.

Es de suma importancia practicar los cortes exactamente en la dirección adecuada, pues se comprende que una clara representación de la estructura de un tejido ha de ser construída precisamente sobre las imágenes microscópicas de sus secciones longitudinal y transversal, y si no se dan los cortes en la dirección necesaria, de las imágenes que se obtengan no se podrá deducir una idea clara del objeto. Esto se ve en la figura 587, la cual revela, además, que en su ejemplo, y en muy frecuentes casos semejantes, es preciso hacer dos cortes longitudinales distintos: uno radial, que pasa por el eje de crecimiento, y otro tangencial, paralelo al mismo eje. La figura 587, *a*, es un trozo de leño

de pino cortado en forma de cuña, de manera que sus caras superior, izquierda y derecha son, respectivamente, las secciones transversal, radial y tangencial del mismo. Láminas muy finas cortadas paralelamente a dichas caras, examinadas con un aumento de 100 diámetros, muestran tres imágenes con las que se ha reconstruído la imagen que produciría una parte de aquel trozo de leño si pudiese ser observado directamente al microscopio (fig. 587, *b*). Se ve al momento en la figura que si, por ejemplo, el corte radial se hubiese inclinado separándose del eje de crecimiento, habrían sido cercenadas las filas de elementos celulares que aparecen yuxtapuestas, y se comprende que con ello no se habría podido adquirir una representación exacta de la estructura anatómica del material examinado. A simple vista, o, si es preciso, con auxilio de una lupa, podremos siempre cerciorarnos de que los cortes han seguido la dirección deseada. Por otra parte, antes de comenzar la investigación conviene siempre obtener una serie algo numerosa de secciones paralelas, entre las cuales, examinándolas ligeramente al microscopio con un débil aumento, se encontrará pronto la que sea más apropiada para el estudio.

Cuando se quiere hacer secciones microscópicas en objetos pequeños o delgados, hay que valerse de algún medio para darles tal forma que puedan sostenerse con la mano y que opongan a la navaja la suficiente resistencia. Las hojas, plegadas o enrolladas longitudinalmente o colocando varias de ellas superpuestas, se sujetan entre las dos mitades de un corcho o de un trozo de médula de saúco. Las semillas se incluyen en un trozo de parafina, para lo cual con una aguja caliente se hace en él una cavidad, en la que se pone la semilla, dejando que la parafina se solidifique.

Los objetos han de tener además una consistencia adecuada para ser cortados. Las partes vegetales secas suelen ser quebradizas, y se desmenuzan con facilidad si previamente no se las ablanda en agua, o en lejía de potasa diluída, o en agua glicerinada, o bien en amoníaco diluído. Por el contrario, objetos frescos y muy jugosos deben ser endurecidos en alcohol de mediana concentración.

Para trasladar al portaobjeto las secciones obtenidas, se las recoge de la navaja tocándolas con el extremo de un pincel de pelo fino algo humedecido. Las secciones quedan adheridas al extremo del pincel, y se depositan entonces en una gota de agua que se ha dejado caer en el centro del portaobjeto con una varilla de vidrio. Conviene usar el pincel y no las agujas de disección, que podrían deteriorar los cortes. De ordinario se colocan varios de éstos, uno al lado de otro, en una misma gota de agua.

Se toma ahora una laminilla cubreobjeto, se limpia escrupulosamente, y poniéndola de canto se deja caer con cuidado sobre el portaobjeto. Las burbujas de aire que puede haber y que perturban la observación se quitan pasando un momento las secciones por alcohol absoluto.

Preparado el objeto en la forma descrita, queda dispuesto para un primer examen de orientación con moderado aumento.

Cuando se trabaja al microscopio en esta forma, presta comodidad al tener a mano un vaso con agua para colocar los portaobjetos ya usados y que han de limpiarse, una capsulita con agua para los cubreobjetos y, por último, un vaso con agua destilada y filtrada, y una varilla de vidrio puntiaguda para humedecer el objeto y la navaja.

Un paño suave y limpio debe tenerse siempre a mano para la limpieza de vidrios e instrumentos. Parece innecesario advertir que *el microscopio y todos los instrumentos deben limpiarse escrupulosamente antes de ser guardados, y en particular los instrumentos deben frotarse hasta dejarlos completamente secos.*

Tratamiento de las preparaciones microscópicas

Realizada la preparación en gota de agua, se deja en tal estado si ulteriormente ha de ser tratada por los reactivos. En caso contrario, y si se la quiere conservar por algún tiempo, se procede inmediatamente a sustituir el agua por la glicerina. Para ello, con la varilla de vidrio se deposita junto al cubreobjeto una gota de glicerina diluída. Este líquido, a medida que se evapora el agua por los bordes del cubreobjeto, se va infiltrando en la preparación, que de este modo se encuentra al fin incluída en glicerina. Ésta, como es sabido, no se evapora, y en ella se conserva la preparación por bastante tiempo.

Por lo general, hay que practicar con la preparación algunas reacciones y se tiene que aplazar la inclusión en glicerina o en algún otro medio de inclusión.

Para producir la extensión de las paredes celulares, que están a menudo encogidas y arrugadas, y a la vez el aclaramiento de la imagen, se añade a la preparación una disolución alcalina, débil, de ordinario lejía de potasa diluída, lo cual se hace poniendo una gota a la derecha junto al cubreobjeto y absorbiendo el líquido por el lado opuesto con un trocito de papel de filtro o un pincel de pelo bien exprimido. Ésta es la manera cómo suele verificarse también la aplicación de los reactivos. Como el empleo de éstos en las preparaciones microscópicas no puede menos de obedecer a las mismas reglas que en las reacciones químicas en general, se procurará, en todos los casos, que al añadir el reactivo a la preparación se halle bañada ésta en un líquido indiferente. Así, por ejemplo, si se quiere tratar por el ácido crómico una sección anteriormente aclarada por la lejía de potasa diluída, con el objeto de revelar la estratificación de las paredes celulares, se debe quitar primeramente el álcali lavando con agua la preparación de la manera indicada.

Por otra parte, es preciso tomar en cuenta las alteraciones que el objeto pueda haber experimentado por la aplicación anterior de

otros reactivos. Por ejemplo, para hacer claramente visibles los granos de almidón por medio de una disolución de yodo, que los colora intensamente de azul, es condición indispensable que el corte no haya sido tratado por los álcalis, que habrían disuelto los granos de almidón, y que no haya sido calentado, pues el calor hincha los granos y los convierte en engrudo.

No podemos, dentro del marco de este libro, explicar la acción de los reactivos sobre los tejidos vegetales y sobre las substancias que en los mismos se contienen. Nos limitaremos, pues, a una breve enumeración de las aplicaciones que tienen los principales reactivos. Para el *aclaramiento* de las preparaciones se emplea la lejía de potasa diluída, el amoníaco diluído, o las disoluciones de hipoclorito sódico o de hidrato de cloral; para demostrar el *almidón* se utiliza la disolución de yodoyoduro de potasio o el hidrato de cloral yodado (coloración azul); la investigación de la *celulosa pura* se hace por el cloroyoduro de zinc (coloración violeta); las *membranas celulares lignificadas* se revelan por la floroglucina con ácido clorhídrico (coloración rojo-rosada), o por el sulfato de anilina (coloración amarilla); las *membranas celulares suberificadas* se revelan por el ácido crómico (insolubilidad); las *materias albuminoideas*, por el reactivo de Millon (coloración roja); las *materias tánicas*, por la disolución de cloruro férrico (coloración verde o azul); para hacer resaltar los *núcleos celulares* se usa el carmín-alumbre (coloración roja intensa), etc. Para más detalles sobre el particular, quien desee profundizar en la Microscopia y sus manipulaciones (fijación, endurecimiento, microtomía, coloración), deberá consultar obras especiales. De todos modos, para la iniciación en este género de trabajos es necesaria la guía de un profesor experto.

Siquiera brevemente, queremos todavía describir uno de los procedimientos para confeccionar *preparaciones duraderas*, las cuales poseen en alto grado la virtud de animar para las tareas microscópicas. Si se tiene incluída en glicerina una buena sección que merezca conservarse, se hace primeramente que la cantidad de aquel líquido quede lo bastante reducida para que el cubreobjeto no fluctúe y asiente bien sobre el portaobjeto. Después, por todo el contorno del cubreobjeto *se secan perfectamente* los dos vidrios, y en seguida se cierra la preparación cubriendo dicho contorno con barniz de negro de humo o con barniz de asfalto, de manera que se forme una cinta de barniz que rebase por igual a cada lado de los bordes del cubreobjeto. Aunque es preferible comprar el barniz ya preparado, damos aquí como recomendable la siguiente fórmula para la preparación del *barniz de negro de humo:* 5 partes de trementina de Venecia, 7,5 de alcanfor y 40 de sandáraca; se disuelven en 60 partes de alcohol, y el líquido resultante se añade poco a poco por trituración en un mortero a 10 partes de negro de humo hasta mezcla íntima. El pincel con que se aplican estos barnices se lava con alcohol después de cada uso, y se guarda en este mismo líquido.

El método de inclusión en glicerina, que acabamos de indicar, exige una gran precaución, porque toda huella de glicerina que se encuentre junto al cubreobjeto o que más tarde se salga, tal vez por casual presión sobre el mismo, quebranta la solidez del barniz. Por eso se recomienda más la inclusión en *glicerogelatina* (glicerina gelatinizada), la cual a su vez presenta el inconveniente de que el objeto no puede quedarse en la preparación primeramente hecha, sino que debe ser trasladado a la masa gelatínica colocada en otro portaobjeto. La glicerogelatina se prepara de este modo: 7 partes de gelatina son maceradas en 42 de agua destilada, se agregan 50 de glicerina y se calienta la mezcla hasta disolución; finalmente, se añade 1 parte de ácido fénico licuado. Una pequeña gota de esta disolución caliente se deposita en el centro de un portaobjeto calentado, y se trae a éste por

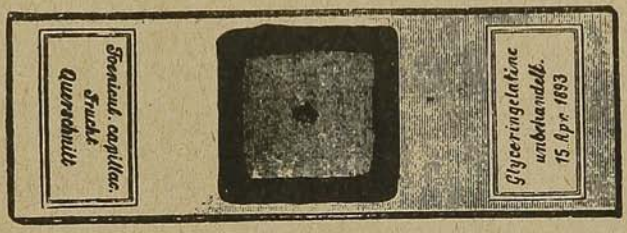


FIG. 588. Preparación microscópica duradera

medio de una aguja la sección que en la glicerina se halla. Se cubre inmediatamente con una laminilla asimismo calentada, la cual se asienta apretándola suavemente. Después del enfriamiento se cortan las rebabas de gelatina que se han formado alrededor del cubreobjeto. Perfectamente limpios los bordes de éste, se cierra la preparación con barniz en la forma antes indicada.

Todavía más apropiada es la inclusión en el líquido de Hoyer (10 partes de hidrato de cloral, 5 de glicerina, 15 de goma arábiga selecta y 50 de agua. La goma se disuelve en el transcurso de pocos días) después de haber aclarado las preparaciones, sobre todo los cortes de drogas, en hidrato de cloral. No es necesario cerrar después las preparaciones, porque la goma se deseca en los bordes del cubreobjetos, formando una masa homogénea sólida, en el transcurso de veinticuatro horas.

El procedimiento más usual es la *inclusión en bálsamo del Canadá*, pero no es de aconsejar a los principiantes porque requiere que el objeto, antes de transportarlo al bálsamo, sea sometido a tratamientos microquímicos más o menos complicados, con el fin de evitar ulteriores contracciones y enturbiamientos de la preparación.

Las preparaciones duraderas han de rotularse debidamente antes de guardarlas. A este efecto, se fijan en los extremos del portaobjeto dos etiquetas en las cuales se ha inscrito el nombre de la planta y el del órgano o tejido de que se trate, la dirección del corte, el medio de

inclusión, la reacción o coloración que se haya efectuado con el objeto y, por último, la fecha de preparación (fig. 588). Estas preparaciones se conservan en estuches adecuados, en los cuales se evite cualquier presión sobre el cubreobjeto que pudiera estropearlas. Para las preparaciones en glicerina sola, son del todo preferibles a las cajas de alojamiento vertical los estuches en forma de carpeta, en que pueden guardarse horizontalmente.

ÍNDICE ALFABÉTICO

Abedul, 261.
Abeto, 255.
— rojo, 255.
Abicteas, 253.
Absorción, sistema de, 94.
Acacia, 306.
Acebo, 332.
Acebuche, 374.
Acedera, 272.
Aceite de argan, 373.
— de coco, 432.
— de linaza, 379.
— de olivas, 374.
— de ricino, 328.
Aceites esenciales, 66.
— grasos, 66.
Acer, 332.
Aceráceas, 332.
Acíbar, 436.
Ácidos orgánicos, 69.
Aconitum, 279.
Achicoria amarga, 423.
Achillea, 418.
Adelfa, 380.
Adelfilla, 353.
Adenocarpus, 311.
Adonis vernalis, 277.
Adormidera, 287.
Afinidad, 143.
Agallas de Alepo, 265.
Agar-agar, 189.
Agaricáceas, 217.
Agnocasto, 387.
Agregadas, 410.
Aguacate, 286.
Aguarrás, 254.
Ailanthus, 324.
Ajedreas, 391.
Ajenjo, 417.
Ajo común, 436.
Ajuga, 388.
Álamo, 263.
— blanco, 263.
— negro, 263.
Alaterno, 334.
Albahacas, 393.
Albaricoquero, 305.
Albuminoides, 67.
Albura, 129.
Alcachofera, 421.
Alcaloides, 68.
Alcaparras, 289.
Alcaravea, 360.
Alcornoque, 265.
Alchimilla, 304.
Alectorolophus, 401.
Alfalfa, 313.
Algas pardas, 184.
— rojas, 188.
— verdes, 177.
Algodón, 339.
Alismáceas, 426.
Aliso, 264.
Alkanna, 385.
Alkekenge, 396.
Almendro, 306.
Almidón, 51.
Aloe, 436.
Áloes, 436.
Alsina, 275.
Alsinoideas, 275.
Althaea, 339.
Altramuz, 310.
Allioideas, 436
Allium, 436.
Amapola, 287.
Amargón, 423.
Amarilidáceas, 438.
Anacardiáceas, 330.
Anacardium, 330.
Anacyclus, 418.
Anaerobios facultativos, 94.
Anana, 434.
Anchusa, 385.
Androceo, 23, 25.
— diplostémono, 34.
Androginóforo, 289.
Androsporas, 181.
Anemone, 277.
Anfígastrios, 229.
Angélica, 361.
Angiospermas, 29, 256.
— flores de las, 21.
Anís, 360.
— estrellado, 282.
Anisosperma, 350.
Anona, 284.
Anonáceas, 283.
Anteras, 21, 25.
Anteridios, 179.
Anthemis, 418.
Antirrhinum, 400.
Añil, 313.
Aphanothece, 170.
Apocináceas, 378.
Aposición, 72.
Aquenio, 41.
Aquifoliáceas, 331.
Aquilegia, 279.
Arabis, 291.

Aracá, 355.
Arácceas, 433.
Aralia, 357.
Araliáceas, 357.
Arándano, 369.
Araucarieas, 253.
Árbol de hule, 268.
— del pan, 268.
Arbutoideas, 368.
Arbutus, 368.
Arce, 332.
Arctium, 421.
Arenaria roja, 275.
Arilo, 49.
Aristolochia, 271.
Aristoloquiáceas, 270.
Armeria, 371.
Armuelle de huerta, 273.
Árnica, 415.
Arquegonio, 226.
Arquiclamídeas, 261.
Arquimicetales, 194.
Arraclán, 334.
Arrayán, 355.
Arrowroot, 442.
Arroz, 429.
Artanita, 370.
Artemisia, 416.
Arum, 434.
Asafétida, 363.
Asclepiadáceas, 380.
Ascolíquenes, 224.
Ascomicetos, 198.
Ascos, 198.
Ascosporas, 201.
Asfodeloideas, 436.
Asimilación, sistema de, 100.
Asparagina, 68.
Aspergiláceas, 200.
Aspergillus, 200.
Asperula, 407.
Aspidoderma, 379.
Astragalus, 314.
Astrocarpus, 292.
Atropa, 395.
Atropina, 395.
Auriculariáceas, 214.
Australis, 447.
Autopolinización, 38.
Autobasidiomicetos, 214.
Avellano, 264.
Averrhoa, 318.
Azafrán, 440 y s.
Azorella, 364.
Azotobacter chroococcus, 168.
Azúcares, 66.
Azufaifo, 334.
Azufre vegetal, 236.
Azulejo, 422.

Bacilariáceas, 175.
Bacilariofitas, 172.
Bacilo del cólera, 166.
— del heno, 165.
— de Koch, 165.
— paratifus B., 166.
Bacilos de paratifus, 166.
Bacillus, 165.
— amylobacter, 165.
Bacillus prodigiosus, 165.
— subtilis, 165.
— typhi, 166.
Bacteriáceas, 163.
Bacterias, 154.
— aerobias, 159.
— — facultativas, 159.
— anaerobias, 94, 159.
— cimógenas, 160.
— cromógenas, 160.
— fotógenas, 159.
— parásitas, 158.
— patógenas, 160.
— saprofitas, 158.
Bacteriopurpurina, 163.
Bacterium aceticum, 164.
— acidi lactici, 164.
— anthracis, 164.
— diphtheriae, 165.
— influenzae, 165.
— leprae, 165.
— pneumoniae, 165.
Balata, 373.
Balausta, 46, 354.
Balsamina, 333, 351.
Balsamináceas, 333.
Bálsamo del Canadá, 255.
— de Gurjún, 344.
— del Perú, 311.
Bambú, 429.
Bananeros, 441.
Barba de fraile, 225.
Bardanas, 421.
Barniz de negro de humo, 168.
Barosma, 323.
Barrilla común, 273.
Basidiolíquenes, 225.
Basidiomicetos, 206.
Batata, 383.
— de China, 439.
Bauhinia, 309.
Baya, 41.
Beggiatoa, 168.
Begiatoáceas, 168.
Bejaria, 368.
Beleño, 396.
Belladona, 395.
Bellis, 420.
Bellotas, 265.
Benjuí de Siam, 371.
Berberidáceas, 280.
Berberis, 280.
Berenjena, 395.
Berro, 291.
Beta, 273.
Betónica, 390.
Betuláceas, 263.
Bien granada, 273.
Billia, 333.
Boca de dragón, 400.
Boletus, 217.
Bolina, 418.
Borderea, 439.
Borragináceas, 384.
Borrago, 385.
Borraja, 385.
Bóstrice, 37.
Botrychium, 241.
Brácteas, 20.

Bracteíllas, 20.
Brassica, 291.
Brezo, 369.
Briáceas, 232.
Briofitas, 226.
Brionia, 351.
Bromeliáceas, 434.
Bruños, 306.
Bryonia, 351.
Bryophyllum, 295.
Bucú, 323.
Bufalaga, 353.
Buglosa, 385.
Bujo, 367.
Bulbos, 9.
Burri, método de coloración de, 156.
Burseráceas, 324.
Buxáceas, 330.
Buxus, 330.

Cacahuet, 314.
Cacao, 341 y s.
Cactáceas, 352.
Cacto de cochinilla, 352.
Caesalpinia, 308.
Cafeto, 406.
Caimito, 373.
Caja linneana, 450.
Calabaza común, 351.
— de peregrino, 351.
Cálamo aromático, 434.
Calceolaria, 399.
Calendula, 421.
Caliptra, 228.
Cáliz, 23.
— dentado, 23.
— hendido, 23.
— indiviso, 23.
Cambios de lugar, 135.
Cámbium, 81.
Camelia, 343.
Cameliáceas, 342.
Camellia, 343.
Camomila, 417.
Campanilla, 383.
— de las nieves, 438.
Campanula, 403.
Campanuláceas, 403.
Campanuladas, 403.
Campanuloideas, 403.
Campilospermas, 360.
Canarina, 403.
Canna, 442.
Cannáceas, 442.
Cantueso, 389.
Caña de azúcar 429.
— de Indias, 442.
Cáñamo, 268.
Caparidáceas, 288.
Capilera, 242.
Capilicio, 192.
Capparis, 289.
Caprifoliáceas, 408.
Capsicum, 396.
Cápsula, 43.
Cápsulas de Petri, 162.
Caráceas, 183.
Caralluma, 381.
Carbón de los cereales, 207.
Carbón del maíz, 208.
Cardamomo, 442.
Cardencha, 412.
Cardiospermum, 333.
Cardo, 364.
— santo, 422.
— yesquero, 421.
Carenal, 308.
Carex, 431.
Carica, 348.
Caricáceas, 348.
Caricoideas, 431.
Cariocinesis, 57.
Cariofiláceas, 274.
Cariópside, 42.
Carlina, 421.
Carofitas, 183.
Carotina, 59.
Carpe, 264.
Carpelos, 28.
Carpóforo, 359.
Carposporas, 188.
Carragahen, 189.
Carrizos, 429.
Carthamus, 422.
Carúncula, 49.
Cáscara sagrada, 334.
Cassia, 308.
Castanha de Jabotá, 351.
Castaña de agua, 357.
Castaño, 265.
— de Indias, 333.
Catáfilos, 12.
Catalasa, 65.
Caucho, 71, 267.
Caulerpa, 183.
Caulerpáceas, 182.
Cebada, 429.
Cebolla albarrana, 437.
Cebollas, 9, 436.
Cebollino, 436.
Célula apical, 79.
— viviente, 50.
Células anejas, 111.
— cambiformes, 113.
— cristalíferas, 71.
— esclerosas, 91.
— génesis de las, 75.
— parenquimatosas, 53.
— pétreas, 91.
— primordiales, 52.
— prosenquimatosas, 53.
— secretorias, 123.
Celulosa de reserva, 66.
Celospermas, 360.
Centaura menor, 377.
Centaurea, 422.
Centaurium, 377.
Centeno, 429.
Centranthus, 411.
Centropogon, 404.
Centrosomas, 57.
Centrospermas, 272.
Cera vegetal, 432.
Cercis, 309.
Cerdas sensibles, 133.
Cerezos, 306.
Cesalpinoideas, 307.
Cianofíceas, 168.

Ciateáceas, 241.
Ciatio, 327.
Cicadáceas, 249.
Cicadíneas, 249.
Cicuta acuática, 361.
— mayor, 364.
— menor, 362.
Cichorium, 422.
Cidrero, 324.
Cifoideas, 404.
Cilantro, 366.
Cima, 10.
— escorpioidea, 37.
— helicoidea, 37.
Cimosa, 10.
Cinara, 421.
Cincino, 37.
Cinconoideas, 406.
Cinchona, 406.
Cinoglosa, 385.
Cinorrodón, 45.
Ciperáceas, 430.
Ciruelo, 306.
Cissus, 336.
Cistáceas, 344.
Cistolitos, 75.
Cistus, 345.
Citología, 51.
Citoplasma, 54.
Citrullus, 351.
Citrus, 323.
Clavariáceas, 214.
Clavel, 275.
Clavo de especia, 356.
Clon, 140.
Clorofíceas, 177.
Clorofila, 59.
Cloroplastos, 59.
Cnicus, 422.
Coca de Levante, 282.
— del Perú, 320.
Coccáceas, 167.
Coclearia, 291.
Cochinilla, 352.
Cofeoideas, 406.
Coffea, 406.
Cofia, 81.
Cohombrillo amargo, 351.
Cohombro, 351.
Coigue, 265.
Col, 291.
Cola, 341.
— de zorra, 429.
Colénquima, 91.
Coliflor, 291.
Colinabo, 291.
Colmenilla, 202.
Colofonia, 255.
Colombo, 282.
Cólquico, 435.
Colletia, 335.
Comino, 362.
— de prado, 360.
Compuestas, 412.
Condurango, 380.
Conidióforos, 200.
Conidios, 193.
Coníferas, 250.
Conjugadas, 176.
Conservación, 458.
Consuelda mayor, 385.
Contortas, 374.
Convalaria, 437.
Convolvuláceas, 382.
Convolvulus, 382.
Copaifera, 309.
Copal, 309.
Corazón de la madera, 129.
Corcho, 265.
Corchorus, 337.
Cordia, 385.
Cordones fibrosovasculares, 106.
Cordyceps, 204.
Cormofitas, 4, 226.
Cornezuelo de centeno, 202.
Cornicabra, 330.
Cornical, 381.
Corola, 24.
Corona imperial, 437.
— de rey, 295.
Corregüela, 382.
Corydalis, 288.
Corteza de Angostura, 323.
— de quina, 406.
— de sauce, 263.
Cotiledones, 11.
Crassula, 295.
Crasuláceas, 294.
Crecimiento en espesor, 72.
— secundario en grosor, 81.
— en superficie, 72.
— zonas de, 58.
Crenothrix, 167.
Criptógama, 153.
Criptógamas vasculares, 233.
Crisantemos, 417.
Cristales, 69.
Cristaria, 339.
Crocus, 439 y s.
Cromatina, 55.
Cromatóforos, 59.
Cromoplastos, 60.
Cromosomas, 57.
Croococcáceas, 170.
Croton Tiglium, 328.
Crucíferas, 289.
Cuasia de Surinam, 324.
Cucumis, 351.
Cucurbita, 351.
Cucurbitáceas, 349.
Cucurbitales, 349.
Cuerpos clorofílicos, 59.
— protoplasmáticos, 50.
Culantrillo, 242.
Cupreseas, 255.
Cúralotodo, 343.
Curare, 376.
Cúrcuma, 442.
Cuscuta, 383.
Cutícula, 82.
Cyclamen, 370.
Cyclanthera, 351.
Cynanchum, 381.
Cynoglossum, 385.
Cyperus, 430.
Cytisus, 311.

Chalaza, 48.

Chamburú, 349.
Champignon, 219.
Chara, 184.
Chasmogamia, 38.
Chelidonium, 288.
Chenopodium, 273.
Chicha de algarroba, 307.
Chirivía, 364.
Chopo, 263.
Chroococcus, 170.
Chrozophora, 329.
Chrysanthemum, 417.
Chrysophyllum, 373.
Chrysosplenium, 296.
Chufas, 431.
Chumbera, 352.
Chumberillo de lobo, 381.

Daemonorops, 432.
Dahlia, 420.
Dalia, 420.
Daphnae, 353.
Daphne, 353.
Daphnopsis, 353.
Darwin, teoría de, 149.
Datura, 396.
Dehiscencia loculicida, 43.
— septicida, 43.
— septífraga, 43.
Delphinium, 279.
Dermatógeno, 80.
Descendencia, teoría de la, 152.
Desmidiáceas, 176.
Diagramas florales, 32.
Dianthus, 275.
Diaquenio, 41.
Diastasa, 65.
Diatomeas, 172.
Dicasio, 10, 36.
Dicentra, 288.
Dicotiledóneas, 260.
Dictamnus, 323.
Dictamo blanco, 323.
Dictiotáceas, 188.
Dictiotales, 188.
Digital, 400.
Digitalis, 400.
Dinoflagelados, 171.
Dioscoreáceas, 438.
Diosporas, 211.
Diospyros, 373.
Diploclamídeas, 22.
Dipsacáceas, 412.
Dipsacus, 412.
Dipterocarpáceas, 344.
Dipterocarpus, 344.
Dipteronia, 332.
Discaria, 335.
División amitótica, 56.
— directa, 56.
— indirecta, 57.
— mitótica, 57.
Draceroideas, 437.
Drago, 437.
Drosera, 293.
Droseráceas, 293.
Drupa, 44.
Dryobalanops, 344.
Dulcamara, 394.
Duramen, 129.
Durillo, 334.

Ébano, 373.
Ebenáceas, 373.
Ebenales, 371.
Ecballium, 351.
Ecidios, 211.
Ectocarpáceas, 185.
Ectocarpus, 185.
Echinops, 421.
Echium, 386.
Edogoniáceas, 181.
Embriofitas, 4.
— arquegoniadas, 226.
— asifonogamas, 226.
— sifonógamas, 244.
Embrión, 48.
Emulsina, 65, 205.
Encina, 265.
Endocarpio, 41.
Endospermo, 48.
Endresia, 364.
Enebro, 255.
Enfermedad del sueño, 171.
Engler, sistema de, 153.
Enredadera, 383.
Entomoftoráceas, 196.
Entrenudos, 8.
Enzimas, 65, 158.
Epidermis, 82.
Epifitas, 93.
Epilobium, 356.
Epinastia, 130.
Epiphyllum, 352.
Espermo, 49.
Equisetáceas, 239.
Equisetíneas, 238.
Equisetum, 239.
Eremacausia, 158.
Erica, 369.
Ericáceas, 367.
Ericales, 366.
Ericoideas, 369.
Eriobothrya, 301.
Eriophorum, 431.
Eritroxiláceas, 319
Erodium, 317.
Eryngium, 364.
Erythroxylon, 320.
Escaluña, 436.
Escamonea, 381.
Escarola, 423.
Escirpoideas, 430.
Escitamíneas, 441.
Esclereidos, 91.
Esclerocio, 203, 218.
Esclerodermatáceas, 221.
Escorzonera, 423.
Escrofulariáceas, 397.
Esencia de bergamota, 324.
— de cayeput, 356.
— de geranio, 318.
— de menta, 393.
— de trementina, 254.
— de Ylang-Ylang, 284.
Esfagnáceas, 232.
Esmilacoideas, 437.
Espadaña, 425.

Esparraguera, 437.
Esparto basto, 429.
Espata, 433.
Espatifloras, 433.
Especie, 150.
Espermacios, 188, 211.
Espermatozoides, 179.
Espermogonios, 211.
Espina vera, 334.
Espinaca, 273.
Espino cerval, 301, 334.
Espireoideas, 300.
Espirilláceas, 166.
Espliego, 388.
Esponja vegetal, 351.
Esporangios, 192.
Esporas, 157, 192.
Esporofito, 227.
Esporogonio, 227.
Esquinancia, 408.
Esquizocarpios, 41.
Esquizofíceas, 168.
Esquizofitas, 154.
Esquizomicetos, 154.
Estambres, 25.
— estériles, 28.
Estaminodios, 28.
Esterculiáceas, 340.
Estípulas, 16.
Estiracáceas, 373.
Estivación, 15.
Estolones, 8.
Estomas, 83, 119.
— acuíferos, 122.
Estoraque líquido, 297.
Estramonio, 396.
Estrella de la nieve, 403.
Estrellas de tierra, 220.
Eterio, 46.
Eubacterias, 163.
Eubasidios, 214.
Eucalipto común, 356.
Eucaliptus, 356.
Euforbiáceas, 326.
Eugenia, 355.
Eumicetos, 193.
Euphorbia, 327.
Euprotococcales, 180.
Eurya, 343.
Eutuberáceas, 201.
Exocarpio, 41.
Exogonium, 382.

Fagáceas, 261.
Fagales, 263.
Fagonia, 320.
Faláceas, 219.
Falsa acacia, 311.
Falso abeto, 255.
Fanerógama, 153, 241.
Farinosas, 434.
Felandrio acuático, 361.
Felodermo, 81.
Felógeno, 84.
Feofíceas, 184.
Feosporales, 185.
Fermentación, 105, 158.
Fermentos, 158.
Fevillea, 350.
Fibras de compensación, 110.
— de esclerénquima, 89.
— esclerosas, 89.
— leñosas, 89, 109.
— liberianas, 89.
Ficobacteriáceas, 167.
Ficocianina, 168.
Ficocromo, 168.
Ficoeritrina, 188.
Ficomicetos, 193.
Filamento, 25.
Filicales eusporangiadas, 240.
— leptosporangiadas, 241.
Filicíneas, 239.
Filodio, 15.
Flagelados, 170.
Flagelos, 157.
Floema, 107.
Flor, 21.
— de cera, 381.
— cleistógama, 38.
— dioica, 22.
— hermafrodita, 22.
— del lagarto, 381.
— obdiplostémona, 34.
— polígama, 22.
Flora oceánica, 447.
Flores del agua, 170.
— biología de las, 38.
— haplostémonas, 34.
Flósculos, 414.
Folículo, 42.
Fomes, 216.
Fórmulas florales, 34.
Forsythia, 374.
Fotosíntesis, 100.
Fototropismo, 137.
Fragaria, 304.
Fraxinus, 374.
Fresones, 304.
Fruto, 40.
Frutos carnosos, 41.
— complejos, 44.
— múltiples, 44.
— propiamente dichos, 41.
— secos, 41.
Fucáceas, 187.
Fucales, 186.
Fuchsia, 357.
Fumaria, 288.
Fumarioideas, 288.
Fungina, 74.
Funículo, 47.

Galium, 408.
Gallocresta, 390.
Gametangios, 178.
Gametos, 178.
Gametospora, 178.
Gamospora, 178.
Garcinia, 343.
Gaultheria, 369.
Gayuba, 368.
Geaster, 220.
Gelsemio, 376.
Gelsemium, 376.
Genciana, 377.
Gencianáceas, 377.
Género, 151.

Geotropismo, 137.
Genista, 311.
Gentiana, 377.
Geografía botánica, 145.
Geraniáceas, 317.
Geraniales, 317.
Geranium, 317.
Geum, 303.
Gimnospermas, 29, 247.
Ginceeo, 23, 28.
Ginkgoáceas, 250.
Ginkgoíneas, 250.
Ginóforo, 289.
Ginostemio, 443.
Girasol, 329, 420.
Gladiolus, 439, 441.
Glaux, 370.
Gleba, 219.
Gloeocapsa, 170.
Gloeothece, 170.
Glossina palpalis, 171.
Glucósidos, 68.
Glumas, 427.
Glumélulas, 428.
Glumífloras, 427.
Glumillas, 427.
Glycyrrhiza, 314.
Gnetíneas, 255.
Gomas, 71.
Gomorresina amoníaco, 363.
— de elemi, 325.
— guta, 344.
Gorro de sapo, 295.
Gossypium, 339.
Gourliea, 311.
Graciola, 400.
Grama de olor, 429.
Gramíneas, 427.
Granado, 354.
Gránulos erráticos, 62.
Gratiola, 400.
Grosellas, 296.
Guajacum, 321.
Gualda, 292.
Guanábana, 284.
Guayabo, 355.
Guindillas, 396.
Guindos, 306.
Gutíferas, 343.
Gymnosporangium, 213.

Habas del Calabar, 316.
Haces colaterales, 116.
— conductores, 106, 116.
— líberoleñosos, 106.
— vasculares, 106.
Hacha de fuego, 401.
Hadroma, 107.
Haematococcus, 179.
Hagenia, 305.
Hamamelidáceas, 297.
Haploclamídeas, 22.
Haptotropismo, 138.
Haustorios, 99.
Haya, 265.
Haz concéntrico, 116.
— radial, 116.
Heléboro blanco, 435.
— verde, 279.
Helecho común, 242.
— macho, 242.
Helechos, 239.
Helianthemum, 345.
Helianthus, 420.
Heliotropium, 385.
Heliotropo, 385.
Helobiales, 426.
Helveláceas, 202.
Hematocroma, 179.
Hemibasidiomicetos, 207.
Henriquezia, 406.
Hepáticas, 4, 228, 277.
Herba Conii, 366.
— prima, 408.
Herbario, 448.
Herborización, 449.
Herencia, 140.
Hernia de las coles, 191.
Heterocistos, 169.
Heteroclamídea, 22.
Heterogametos, 178.
Heteroicas, 212.
Heterostilia, 40.
Hidátodos, 122.
Hidnáceas, 215.
Hidrocaridáceas, 427.
Hidropteridales, 243.
Hiedra terrestre, 389.
Hieracium, 424.
Hierba de los canarios, 275.
— de los canónigos, 411.
— de los cantores, 291.
— estañera, 239.
— del hígado, 277.
— jabonera, 276.
— mate, 332.
— de la paciencia, 272.
— pastel, 291.
— pincel, 371.
— piojera, 279.
— de pordioseros, 277.
— de San Juan, 343.
— de San Lorenzo, 361.
— de las siete sangrías, 386.
Hifas, 193.
Higos, 267.
Higuera, 267.
Himenio, 199.
Hinojo, 361.
Hipocreáceas, 202.
Hipodermis, 87.
Hiponastia, 130.
Hippocastanáceas, 333.
Hipsófilos, 20.
Hisopo, 392.
Hojas, 6.
— carpelares, 28.
— distribución de las, 17.
— embrionales, 4.
— embrionarias, 11.
— estaminales, 25.
— florales, 20.
— inferiores, 12.
— normales, 12.
— superiores, 20.
Holarctis, 447.
Homoclamídeas, 22.
Hongos imperfectos, 221.

Hongos propiamente dichos, 193.
Hormogonio, 169.
Hortensia, 296.
Hoyos sensibles, 133.
Humus, 102.
Huso nuclear, 57.
Hybanthus, 347.
Hydnum, 215.
Hydrangea, 296.
Hydrastis, 280.
Hydrocera, 333.
Hyoscyamus, 396.
Hypecoum, 288.
Hypericum, 343.
Hyssopus, 392.

Iberis, 292.
Ilex, 332.
Illicium, 282.
Impatiens, 333.
Inclusión en bálsamo del Canadá, 469.
Indigofera, 313.
Individuo, 150.
Indusio, 239.
Inflorescencias, 35.
Infrutescencias, 46.
Inga, 306.
Intususcepción, 72.
Inula, 416.
Inulina, 66.
Invertasa, 65, 205.
Involucro, 358.
Ipecacuana, 347, 407.
Ipomoea, 383.
Iridáceas, 439.
Isoetáceas, 237.
Isoetes, 237.
Isoetíneas, 237.
Isogametos, 178.
Iva, 388.

Jaboncro, 333.
- de China, 333.
Jacaratia, 348.
Jacinto, 437.
Jalapa, 382.
Jambosa, 356.
Jara blanca, 345.
Jasione, 403.
Jasminum, 375.
Jazmín, 375.
Jengibre, 441.
Juglandáceas, 263.
Juglandales, 263.
Jugo celular, 61.
Juncáceas, 435.
Junco común, 430.
Juncos, 435.
Juncus, 435.
Jussieua, 357.

Kaki, 373.
Kamala, 328.
Koelreuteria, 333.
Krameria, 309.

Labelo, 443.
Labiadas, 387.
Lactaria, 219.
Lactuca, 423.
Ládano, 345.
Lagenaria, 351.
Lagetta, 353.
Lambrusca, 336.
Lamarckismo, 149.
Laminariáceas, 185.
Laminariales, 185.
Lamium, 389.
Lantana, 387.
Larix, 255.
Lathyrus, 316.
Latiguillos, 8.
Lauráceas, 286.
Laurel, 286.
— cerezo, 306.
Laurelia, 286.
Lavandula, 388.
Lechea, 345.
Lechuga, 424.
— de mar, 180.
Legumbre, 42.
Leguminosas, 306.
Leiphaimos, 378.
Lemnáceas, 434.
Lengua de ciervo, 242.
— de serpiente, 241.
Lens, 316.
Lentejuelas, 121.
Lentibulariáceas, 402.
Lentisco, 330.
Leño de guayaco, 321.
— de Pernambuco, 308.
— de sasafrás, 286.
Lepidium, 292.
Leptoma, 107.
Leucoplastos, 60.
Levístico, 361.
Licoperdáceas, 220.
Licopodiáceas, 236.
Licopodíneas, 235.
Lígula, 16, 24, 414.
Ligulifloras, 422.
Ligustrum, 374.
Lila, 374.
Liliáceas, 435.
Lilifloras, 435.
Lilioideas, 437.
Limonero, 324.
Lináceas, 319.
Linaria, 400.
Lindner, cultivo a la gota de, 162.
Linné, sistema de, 153.
Lino de Nueva Zelanda, 436.
Linodendron, 353.
Linum, 319.
Linzón, 423.
Lipasa, 65, 205.
Lippia, 387.
Liquen de Islandia, 224.
Líquenes, 221.
Lirio de Florencia, 440.
Lithospermum, 386.
Lobelia, 404.
Lobelioideas, 404.
Loganiáceas, 376.
Lonicera, 410.
Lopezia, 357.
Lorantáceas, 270.

Loranthus, 270.
Luffa, 351.
Luhea, 337.
Lumen, 74.
Lunaria, 241, 292.
Lúpulo, 269.
Lycoperdon, 220.
Lycopodium, 236.
Lysimachia, 370.

Llantén mayor, 402.

Macis, 285.
Macrosporas, 235.
Madreselvas, 410.
Madroños, 368.
Magnolia, 282.
Magnoliáceas, 282.
Magüey, 438.
Maíz, 429.
— de agua, 276.
Majorana, 392.
Majuelo, 301.
Maltasa, 65.
Malva, 339.
— real, 339.
Malváceas, 338.
Malvales, 336.
Malvastrum, 340.
Malvavisco, 339.
Mammea, 344.
Maná, 375.
Mandarinas, 323.
Mangifera, 330.
Mango, 330.
Mangostán, 344.
Manguba, 380.
Manteca de cacao, 342.
Manto, 49.
Manzanilla, 417.
— real, 417.
— romana, 418.
Marantáceas, 442.
Maratiáceas, 241.
Maravilla, 382.
Marcanciáceas, 228.
Marfil vegetal, 432.
Margarita, 421.
María Luisa, 387.
Marrubio, 389.
Marrubium, 389.
Mastranzo, 393.
Mata de la seda, 382.
Materias tánicas, 69.
Matricaria, 417.
Meatos aéreos, 118.
Medicago, 313.
Mejorana, 393.
Melaleuca, 356.
Melampsora, 213.
Melampyrum, 401.
Melantioideas, 435.
Melilotus, 313.
Melissa, 390.
Melocotonero, 306.
Melón de agua, 351.
Melones, 351.
Membrana celular, 71.
— lignificada, 74.
Membranas mucilaginosas, 75.
Membrillero, 300.
Mendel, reglas de, 145.
Mendelismo, 145.
Menispermáceas, 282.
Mentas, 393.
Mentol, 393.
Menyanthes, 378.
Mericarpios, 41.
Merismopedia, 170.
Meristemos, 78.
— secundarios, 82.
Mesocarpio, 41.
Mestoma, 107.
Metacelulosa, 74.
Metaclamídeas, 366.
Micelio, 193.
Micetomos, 205.
Micorriza, 99.
Micrococcus gonorrhoeae, 168.
Microscopio, 460.
Microspermas, 443.
Microspira, 166.
Microsporangios, 26.
Microsporas, 235.
Miel rosada, 302.
Mijo, 429.
Mildiu de la vid, 197.
Milenrama, 418.
Mimosas, 306 y s.
Mimosoideas, 306.
Mimusops, 373.
Miristicáceas, 284.
Mirosina, 65.
Mirra, 324.
Mirtáceas, 354.
Mirtifloras, 352.
Mixamiba, 191.
Mixogasteres, 193.
Mixomicetos, 190.
Mixozoospora, 191.
Moho común, 194.
Momordica, 351.
Monimiáceas, 285.
Monocasio, 10.
Monocotiledóneas, 424.
Moráceas, 266.
Morera, 267.
Morfología, 3.
Morus, 267.
Mostaza negra, 291.
Movimientos de crecimiento autónomos, 137.
— — inducidos, 137.
— de encorvamiento, 136.
— fisiología de los, 132.
— násticos, 139.
Mucor, 196.
Mucoráceas, 194.
Muérdago, 270.
Murajes, 370.
Musa, 441.
Musáceas, 441.
Musgo de Córcega, 189.
— de Irlanda, 189.
Musgos, 4, 230.
— acrocárpicos, 233.
— de las turberas, 232.
Mutación, teoría de la, 149.

Mutaciones, 152.
Mutisia, 422.
Myosotis, 386.
Myristica, 285.
Myroxylon, 311.
Myrtus, 355.

Nanandros, 181.
Naranjo, 321.
Narcisos, 138.
Nasturtium, 291.
Nectandra, 286.
Néctar, 32.
Nectario, 32.
Neguillón, 275.
Nenúfar, 276.
Neotropis, 447.
Nepentáceas, 293.
Nepenthes, 292.
Nerium, 379.
Neumátodos, 122.
Neumatóforos, 129
Nicotiana, 396.
Nicotina, 397.
Ninfeáceas, 276.
Nigella, 279.
Níspero, 373.
Nogal, 263.
Nomeolvides, 386.
Nomófilos, 12.
Nostocáceas, 169.
Núcleo celular, 55.
Nudos, 8.
Nuez, 41.
— de Acajú, 330.
— de areca, 432.
— de cola, 341.
— moscada, 285.
— vómica, 376.
Nuphar, 276.
Nutaciones, 137.
Nymphaea, 276.

Ñame, 439.

Ocimum, 393.
Ocrea, 16, 271.
Oedogonium, 181.
Ofioglosáceas, 240.
Olea, 374.
Oleáceas, 374.
Olivas, 374.
Olmo, 266.
Ombligo interno, 48.
Ononis, 312.
Onoteráceas, 356.
Onothera, 356.
Oogonio, 179.
Oomicetales, 196.
Oomicetos, 182.
Oosfera, 179.
Oospora, 179.
Ophioglossum, 241.
Opio, 287.
Opuntia, 352.
Opuntiales, 352.
Orcaneta roja, 386.
Orcela, 225.
Orchilla, 225.
Ordenación, 458.
Orégano, 392.
Oreoponax, 357.
Órganos sensibles a la luz, 134.
Origanum, 392.
Origen de las especies de plantas, 149.
Orno, 374.
Orobancáceas, 401.
Orobanche, 401.
Oronja, 219.
Orquidáceas, 443.
Ortiga mayor, 269.
— menor, 269.
— muerta, 389.
Ortospermas, 360.
Ortósticos, 18.
Oscilatoriáceas, 169.
Oscillatoria, 169.
Osmosis, 95.
Osmundáceas, 242.
Ovario, 32.
Ovocélula, 179.
Ovospora, 179.
Óvulo, 47.
Óvulos anátropos, 48.
— campilótropos, 47.
— encorvados, 47.
— invertidos, 48.
— ortótropos, 47.
— rectos, 47.
Oxalidáceas, 318.
Oxalis, 318.
Oxidasa, 205.

Paeonia, 280.
Palaquium, 373.
Paleotropis, 447.
Palisandro, 309.
Paliurus, 334.
Palma de dátiles, 432.
Palmáceas, 431.
Palmas, 431.
Palmito, 432.
Palo de hierro, 373.
Palo-jabón, 300.
Palomilla de tintes, 385 y s.
Pamplina de agua, 370.
Pandanales, 424.
Panicoideas, 429.
Papaína, 349.
Papaver, 288.
Papaveráceas, 287.
Papaveroideas, 287.
Papilas sensibles, 133.
Papilionáceas, 310.
Papiros, 431.
Paraguatán, 406.
Parásticos, 18.
Parénquima leñoso, 110.
— liberiano, 113.
Parietales, 342.
Paronychia, 275.
Partenogénesis, 142.
Parthenocissus, 336.
Pasiflora, 348.
Pasifloráceas, 347.
Pasionaria, 348.
Pasta Guarana, 333.
Patatas, 394.

Paulinia, 332.
Pebrella, 393.
Pecíolo, 15.
Pegamoscas, 312.
Peganum, 320 y s.
Pelargonium, 318.
Pelos, 87.
— glandulares, 122.
— granulosos, 88.
— de las partes aéreas, 88.
— radicales, 5, 87.
— sensibles, 133.
— urticantes, 88.
Pelosilla, 424.
Pelletiera, 370.
Penicillium, 201.
— brevicaule, 201.
Pentastemon, 400.
Peptidasa, 65.
Peral, 300.
Perejil, 361.
Periantio, 22.
Periblema, 81.
Pericarpio, 41.
Peridermo, 84.
Peridíneas, 171.
Peridio, 211.
Perigonio, 22, 24.
Periplasma, 197.
Periploca, 381.
Perispermo, 48.
Peristoma, 231.
Peritecios, 204.
Peronosporáceas, 196.
Pétalos, 24.
Petasites, 415.
Peumus, 286.
Phallus, 220.
Pharbitis, 383.
Phaseolus, 316.
Philadelphus, 296.
Phoradendron, 270.
Photinia, 301.
Phyllocactus, 352.
Physalis, 396.
Phyteuma, 403.
Phytophtora, 196.
Picea, 255.
Piciáceas, 197.
Picnidios, 211.
Picrasma, 324.
Pilorriza, 81.
Pimenta, 355.
Pimentero falso, 331.
Pimentón, 396.
Pimienta, 262.
— de Jamaica, 355.
— de moro, 284.
Pimpinela mayor, 304.
— menor, 304.
Pináceas, 252.
Pinguicula, 402.
Pinillo, 388.
Pinus, 253.
Piña de América, 434.
Piperáceas, 261.
Piperales, 261.
Pirola, 367.
Pirolóceas, 366.
Pirus, 301.
Pisidium, 355.
Pistacia, 330.
Pistachos, 330.
Pistilo, 29.
Pisum, 316.
Pita de agua, 427.
Pitangatuba, 356.
Pithecolobium, 306.
Placentas, 47.
Plankton, 172.
Planta, circulación del agua en la, 98.
— nutrición de la, 91.
Plantagináceas, 402.
Plantaginales, 402.
Plantago, 402.
Plantas, determinación de las, 452.
— forma externa de las, 3.
— pluricelulares, 3.
— unicelulares, 3.
Plasma granuloso, 54.
Plasmodios, 191.
Plasmodiphora, 194.
Plástidos, 59.
Platanaria, 425.
Pleroma, 80.
Pleurococcáceas, 180.
Pleyocasio, 10.
Plumbagináceas, 371.
Plumbaginales, 371.
Plumbago, 371.
Plúmula, 4.
Podofilino, 280.
Poeoideas, 429.
Polen, 26.
Polígala, 326.
Poligaláceas, 325.
Poligonáceas, 271.
Poligonáles, 271.
Polinario, 26, 444.
Polinias, 26.
Polinización extraña, 38.
Polioplasma, 54.
Polipeptidasa, 205.
Polipodiáceas, 241.
Poliporáceas, 215.
Politricáceas, 233.
Polvo de licopodio, 236.
Polygala, 326.
Polygonum, 271.
Polyporus, 216.
Polytrichum, 233.
Pomo, 45.
Pomoideas, 300.
Ponteria, 373.
Populus, 262 y s.
Poros, 72, 73.
— de la corteza, 121.
Potamogeton, 426.
Potamogetonáceas, 126.
Potentilla, 302.
Poterium, 304.
Prasium, 388.
Prensado, 455.
Preparaciones microscópicas, 467.
Primavera común, 370.
Primula, 370.
Primuláceas, 370.
Primulales, 369.

Príncipes, 131.
Prófilos, 20.
Propágulos, 228.
Prosopis, 307.
Prótalo, 231.
Protobasidiomicetos, 211.
Protococcíneas, 179.
Protonema, 226.
Protoplasma, 53.
Protoplastos, 50.
Prunoideas, 305.
Prunus, 305.
Pseudomonas, 166.
Pteridofitas, 233.
Pterocarpus, 316.
Pucciniáceas, 209.
Puerro, 136.
Pulmonaria, 224, 386.
Pulque, 138.
Punica, 354.
Punicáceas, 353.
Putrefacción, 158.

Quebracho, 331, 379.
Quenopodiáceas, 272.
Quercus, 265.
Queria, 275.
Quermes, 265.
Quetoforáceas, 181.
Quillaya, 300.
Quimasa, 65.
Quimiotropismo, 138.

Rábanos, 291.
Radícula, 4.
Raíces, engrosamiento de las, 131.
— respiratorias, 122.
Raíz, 4, 6.
— de China, 438.
— sistema de la, 91.
— de sumbul, 363.
Ramificación, 9.
Ramio, 269.
Ramnáceas, 333.
Ramnales, 333.
Ranales, 276.
Ranunculáceas, 276.
Ranunculus, 278.
Rapóntico, 272.
Ratania, 309.
Readales, 287.
Receptáculo, 30.
Recipientes secretorios esquizógenos, 123.
— — lisígenos, 123.
Reina de los prados, 302.
Reino vegetal, división de, 150.
Remolacha, 273.
Reproducción, 140.
— asexual, 151.
— sexual, 151.
Reseda, 292.
Resedáceas, 292.
Resina de Dammar, 344.
Resinas, 71.
Respiración, 104, 105.
Retama, 311.
— de Escobas, 312.
Retanilla, 335.
Rhamnus, 334.
Rheum, 272.
Rhipsalis, 352.
Rhododendron, 367.
Rhus, 331.
Ribes, 296.
Ricinus, 326.
Rinorea, 347.
Ritidoma, 85.
Rizoides, 5, 99, 230.
Rizomas, 6, 8.
Rizomorfos, 219.
Rodobacteriáceas, 168.
Rododendroideas, 367.
Rodofíceas, 188.
Romero, 388.
Rosa, 301, 303.
— de los Alpes, 367.
— de güeldres, 410.
— de palo, 270.
Rosáceas, 297.
Rosal silvestre, 302.
Rosales, 294.
Rosmarinus, 388.
Rosoideas, 301.
Rosoli, 294.
Rovellón, 219.
Roya de los cereales, 212.
Royas, 209.
Rubia, 407.
Rubiáceas, 405.
Rubiales, 404.
Rubus, 303.
Ruda, 322, 400.
Ruibarbo, 272.
Rumex, 272.
Ruta, 322.
Rutáceas, 321.

Sacaromicetáceas, 204.
Saccharomyces, 204.
Sacos polínicos, 26.
Saeta de agua, 127.
Sagú, 432.
Salep, 445.
Salicáceas, 262.
Salicales, 262.
Salix, 262 y s.
Salvia, 390.
Sambucus, 409.
Sándalo, 270.
Sandaraca, 255.
Sangre de drago, 437.
Sanguinaria menor, 275.
Sanguisorba, 304.
Sansevieria, 437.
Santaláceas, 270.
Santalales, 269.
Santolina, 418.
Sapindáceas, 332.
Sapindales, 329.
Sapotáceas, 372.
Sapote, 373.
Saprolegniáceas, 197.
Sarcina ventriculi, 168.
Sargassum, 188.
Sarraceniáceas, 292.
Sarraceniales, 292.
Satureja, 391.

Saúco, 409.
Saxífraga, 295.
— menor, 360.
Saxifragáceas, 295.
Scabiosa, 412.
Scirpus, 430.
Scorzonera, 423.
Scrofularia, 400.
Schinopsis, 331.
Schinus, 331.
Schulze, mezcla de, 74.
Secciones microscópicas, 464.
Sedum, 295.
Selaginelláceas, 236.
Selaginella, 236.
Selección, teoría de la, 152.
Semen Sabadillae, 436.
Semilla madura, 48.
Semillas, 47.
— de estrofanto, 379.
Sempervivum, 295.
Sen de España, 308.
— de Palta, 381.
Senecio, 415.
Serbal, 301.
Seriania, 332.
Sérpol, 393.
Serrallón, 424.
Seudopodios, 191.
Shorea, 344.
Sickingia, 406.
Sifonales, 181.
Silene, 275.
Silenoideas, 275.
Silicua, 42.
Silícula, 42.
Siliculosas, 291.
Silicuosas, 291.
Simaruba, 324.
Simarubáceas, 324.
Simetría, relaciones de, 10.
Simpétalas, 366.
Simpodio, 10.
Sinapis, 291.
Sinigrina, 65.
Siparuna, 286.
Siphocampylus, 404.
Sistema conductor, 106.
— de engrosamiento secundario, 125.
— esquelético, 89.
— de oreamiento, 118.
— de reserva, 117.
— de secreción, 122.
— tegumentario, 82.
Sistemas arbitrarios, 153.
Sistemática, 150.
Solanáceas, 393.
Solano negro, 395.
Solanum, 394.
Solidago, 420.
Sonchus, 423.
Soredios, 224.
Sorgo común, 429.
Soros, 239.
Sorosis, 434.
Sparganium, 425.
Sphagnum, 232.
Sphora, 311.
Spilanthes, 420.
Spiraea, 300.
Spirillum, 166.
Spirochaete, 167.
— pallida, 167.
Spirogyra, 177.
Stachys, 390.
Stapelia, 381.
Statice, 371.
Stellaria, 275.
Streptococcus mesenterioides, 167.
— pyogenes, 167.
Strophanthus, 379.
Styloceras, 330.
Styrax, 374.
Strychnos, 376.
Suberina, 74.
Succisa, 412.
Syderoxylon, 373.
Sylibum, 422.
Symphytum, 385.
Syringa, 374.

Talo, 3.
Talofitas, 3.
Tallo, 5, 7.
Tamarindo, 308.
Tamarindus, 308.
Tanaceto común, 418.
Tanacetum, 418.
Taonabo, 343.
Tapioca, 328.
Taraxacón, 423.
Taraxacum, 423.
Taxáceas, 250.
Taxias, 135.
Té, 343.
— de España, 273.
— negro, 343.
— verde, 343.
Tecas, 25.
Tectona, 387.
Tejidos, 77.
— clasificación anatómico-fisiológica de los, 77.
— de formación, 78.
— génesis de los, 77.
— de protección, 82.
— de resistencia, 89.
Tejo, 250.
Teleutosporas, 211.
Temblón, 263.
Teucrium, 388.
Theobroma, 341.
— Cacao, 341.
Thesium, 270.
Thlaspi, 292.
Thymelaea, 353.
Thymus, 393.
Tifáceas, 425.
Tileciáceas, 208.
Tilia, 337.
Tiliáceas, 336.
Tilios, 73.
Tilo, 337.
Tillandsia, 434.
Timeleáceas, 353.
Tiobacterias, 168.
Tizoncillo, 209.
Tomate, 395.

Topinambo, 420.
Tornasol, 329.
Torongil, 390.
Trabalera, 422.
Trapa, 357.
Traqueidas, 109.
Trébol acuático, 378.
Trementina de alerce, 255.
Trentepohlia, 181.
Tribulus, 320.
Tricogino, 188.
Tricomas, 87.
Trifolium, 313.
Trigo, 429.
— sarraceno, 272.
Trigonella, 312.
Tropaeolum, 318.
Tropeoláceas, 318.
Tropismos, 137.
Trufas, 202.
Trypanosoma gambiense, 171.
Tuber, 202.
Tubérculos, 9.
Tubifloras, 382.
Tubos cribosos, 110.
— laticíferos, 125.
Tubulifloras, 415.
Tulipán, 437.
Tusílago mayor, 415.
Tussilago, 415.
Typha, 425.

Ugni, 355.
Ulmáceas, 266.
Ulmaria, 302.
Ulotricíneas, 180.
Ulváceas, 180.
Umbelíferas, 358.
Umbelífloras, 357.
Uncaria, 406.
Uñi, 355.
Uragoga, 406.
Uredosporas, 211.
Urtica, 269.
Urticáceas, 269.
Urticales, 266.
Ustilagináceas, 207.
Utricularia, 402.
Uva de zorro. 437.

Vaccinioideas, 369.
Vaccinium, 369.
Vaina, 15.
Vainilla, 445.
Valeriana, 411.
— roja, 411.
Valerianáceas, 410.
Valerianella, 411.
Vara de oro, 420.
Variedades, 151.
Vasos, 107.
Vauqueriáceas, 181.
Verbascum, 399.
Verbena, 386.
Verbenáceas, 386.
Vernación, 15.
Veronica, 400.
Verticilos foliares, 19.
Vías aeríferas, 118.
Viboreras, 386.
Viburnum, 410.
Vicia, 316.
Vid, 336.
Vilano, 23, 413.
Vinagre de estragón, 416.
Vinca, 380.
Viña virgen, 336.
Viola, 345.
Violáceas, 345.
Violeta común, 346.
Visnea, 343.
Vitáceas, 335.
Vitellaria, 373.
Vitex, 387.
Vitis, 336.
Viudas, 412.
Volva, 219.
Volvocáceas, 179.
Volvocales, 179.

Wahlenbergia, 403.

Xanthorrhoea, 436.
Xantofila, 59.
Xatardia, 364.
Xerofitas, 93.
Xilema, 107.
Xylopia, 284.

Yedra, 358.
Yezgo, 410.
Yungermaniáceas, 229.
Yute, 337.

Zamarrilla, 388.
Zanahoria, 363.
Zaragatona, 403.
Zarzaparrilla, 431, 437.
Zignematáceas, 177.
Zigofiláceas, 320.
Zigomicetales, 194.
Zigomicetos, 177.
Zigospora, 177, 195.
Zimasa, 64, 205.
Zingiberáceas, 441.
Zizyphus, 334.
Zumaque, 331.
Zygnema, 177.
Zygophyllum, 320.