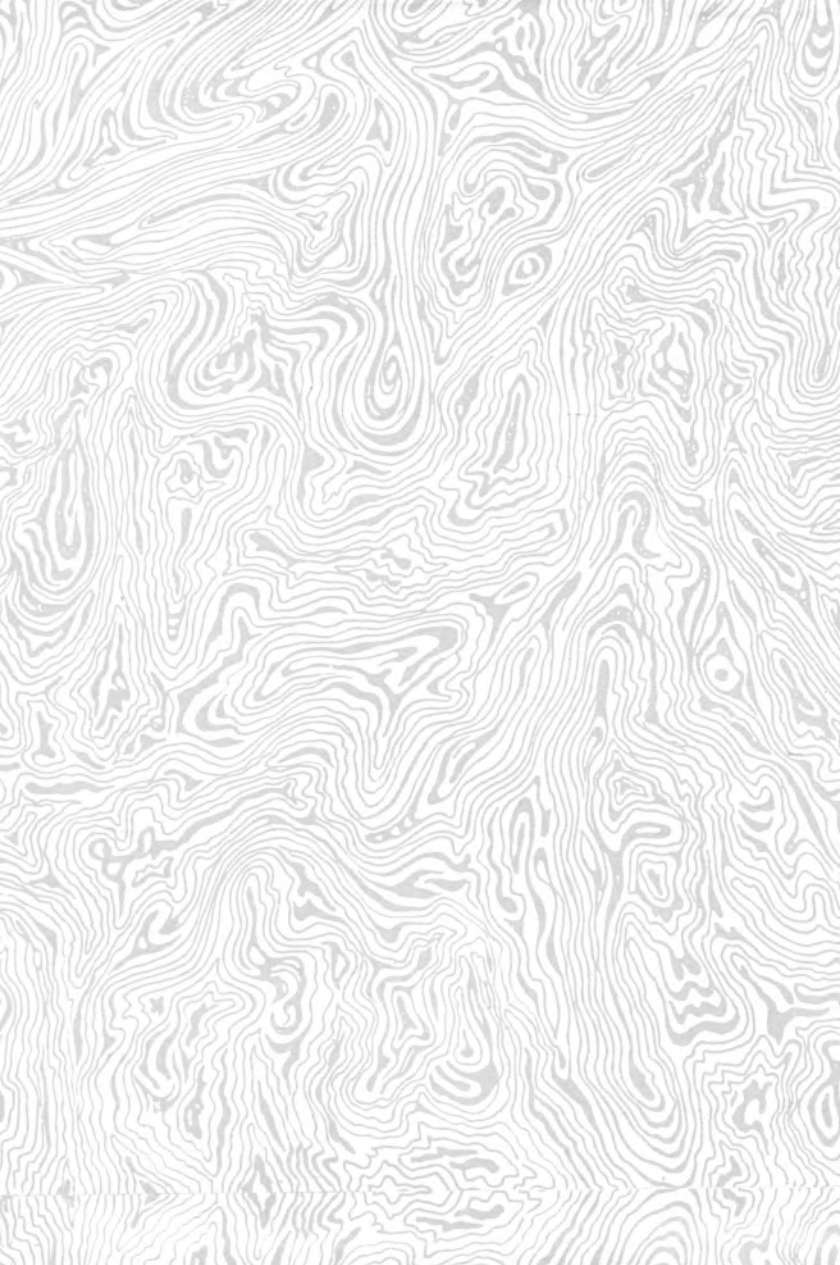
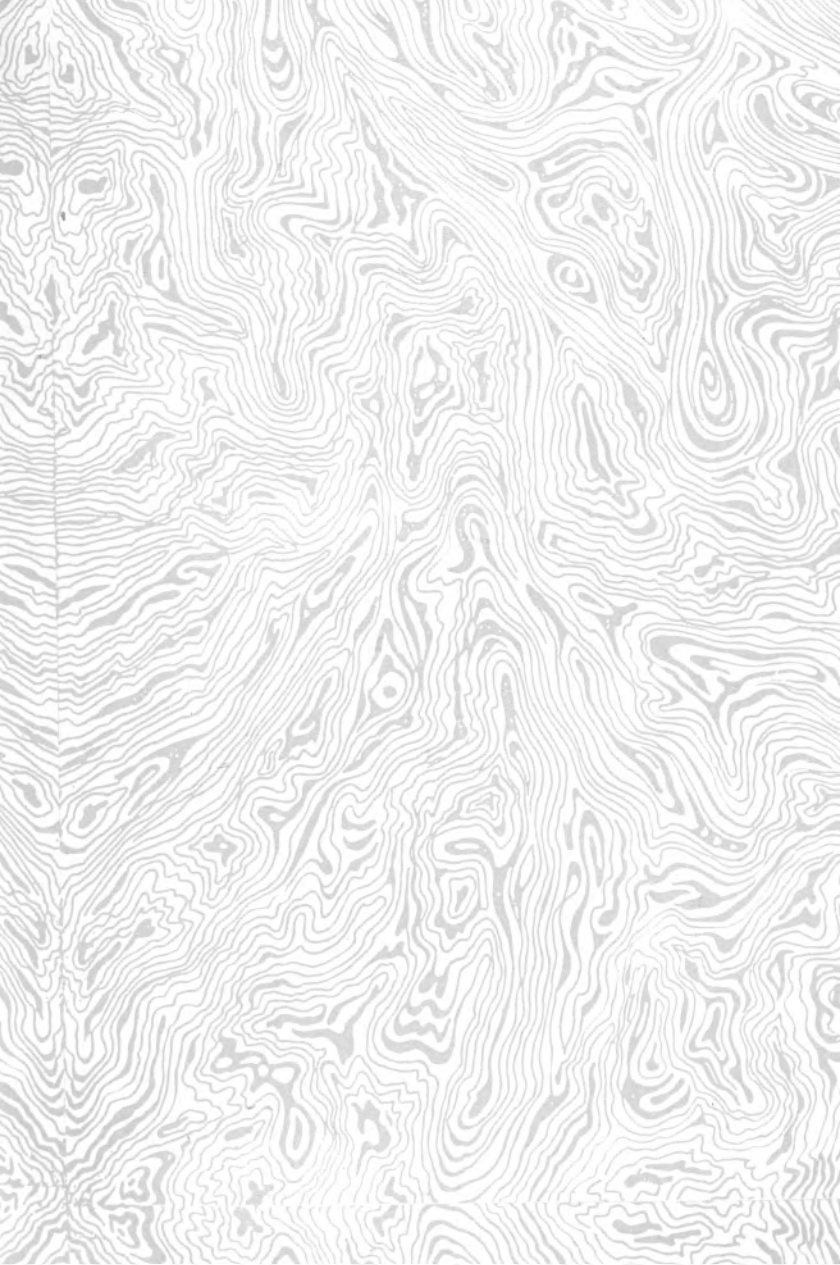


10

AFRICA
GIA
LES





LIBRERIA ANTICUARIA

Jerez

C/ Madera, 20
Teléfono 666 15 36

28529 RIVAS-VACIAMADRID
(MADRID) ESPAÑA

C. 1129922

LECCIONES
DE
ORGANOGRAFIA Y FISILOGIA
VEGETALES

POR

Emiliano R. Risueño.

Catedrático de Mineralogía y Botánica

en la Universidad de Valladolid.



VALLADOLID

Imp. y Lib. Nacional y Extranjera de Andrés Martín,

Sucesor de los Hijos de Rodríguez,

LIBRERO DE LA UNIVERSIDAD, NORMALES É INSTITUTO

1903.

ARZOBISPADO

↔ DE ↔

VALLADOLID



Nos el Dr. D. José María de Cos, por la gracia de Dios y de la Santa Sede Apostólica Arzobispo de Valladolid, Prior y Señor de Junquera de Ambia, Caballero Gran Cruz de Isabel la Católica y del Mérito Militar, Senador del Reino, etc.

Hacemos saber: Que venimos en conceder y concedemos nuestra licencia para que pueda imprimirse y publicarse un libro titulado **Lecciones de Organografía y Fisiología vegetales**, que desea publicar el Sr. Dr. D. Emiliano Rodríguez Risueño, Catedrático de la Universidad Literaria de Valladolid, mediante que de nuestra orden ha sido leído y examinado, y según la censura nada contiene contrario al dogma Católico y sana moral.

En testimonio de lo cual, expedimos el presente, firmado de nuestra mano, sellado con el mayor de nuestras armas y refrendado por nuestro Secretario de Cámara y Gobierno, en Valladolid á veinte de Marzo de mil novecientos tres.

† José M.^a Arzobispo de Valladolid.

Por mandado de S. E. I.,
el Arzobispo mi Señor,

Dr. Julián de Diego Alcolea

Secretario.

A mi querida Madre:

No os sorprenda que deje de ofrecer este libro á cualquiera de los eminentes naturalistas españoles: trabajos de esta índole no son capaces de abrillantar un punto más la corona de sabiduría que ciñe sus sienas. Ni tampoco echeis de ver que no vaya dirigido á la juventud universitaria, objeto de mis desvelos y constante atención: pudiera dudar de mis sentimientos quien desconociera su legitimo valor.

A vos en cuyo dilatado corazón todavía cabrá, sin extrañeza de nadie, una prueba más de mi filial amor; á vos, cuyo cariño maternal quiso Dios acrecentar muy pronto con las aflicciones de la viudez, para vuestro consuelo, lleno de legitima satisfacción, dedica hoy las primicias de su humilde pluma vuestro hijo

Emiliano.

PRÓLOGO

Mucho tiempo hace, desde que empecé mi vida académica, me convencí de la necesidad, sentida por los que se inician en los estudios de un orden cualquiera, mucho más en los difíciles de las Ciencias Naturales, de manejar libros que en forma clara, metódica y concisa presenten las ideas fundamentales de una asignatura determinada.

En esa convicción y con fines tan laudables me he atrevido á una empresa que, si es ardua siempre, solo resulta provechosa cuando el autor tenga la envidiable habilidad de ponerse á la altura de aquellos á quienes pretende dirigir é ilustrar.

No me hago ilusiones de que con el presente libro satisfago una necesidad de la enseñanza; más puedo asegurar que, aun siendo favorable el resultado, no sobrepujará á la suma de mis personales esfuerzos, ni llegará con mucho al grado de mis deseos inmejorables.

Sin embargo, comprendo que, si la extremada confianza en las fuerzas propias suele engañar, la desconfianza excesiva en el modo propio de ver y sentir puede privar á la ciencia de estos modestos trabajos, escritos para los que empiezan una carrera, aunque no sirvan de ornamento, y mucho menos de fundamento, en el edificio científico.

Y que el presente libro no es cosa de mayor cuantía, ni tiene otras pretensiones que las acabadas de apuntar, me será fácil probarlo con razones evidentes para conven-

cer á cualquiera, y alejar del ánimo toda sospecha de que el autor pueda ocultarse tras de una fingida modestia.

Baste decir que, en cuanto á la índole de los conocimientos, no hay ideas nuevas ni descubrimientos propios, capaces de grangearme el título de autoridad en la materia. Dedicado catorce años al cuidado de dos cátedras muy numerosas, creí cumplir mis deberes de catedrático poniendo mi tiempo y mis fuerzas al servicio de la enseñanza oficial, acomodandome por necesidad al papel de mero expositor, y en parte al de comprobar algunos descubrimientos modernos, á costa de abandonar por falta de tiempo y de medios el camino de la propia investigación: que tanta labor solo pueden abarcarla los talentos privilegiados, en los que se hermanan por modo admirable la disposición analítica con la sintética, acumulando datos particulares que ellos mismos ordenan, y á quienes les es tan fácil la paciente investigación en el laboratorio como la brillante exposición en la cátedra.

Las oportunas indicaciones del catedrático de Botánica en la Central, D. Federico Gredilla; las obras reconocidas de autores españoles y extranjeros, entre los cuales cito: Colmeiro, Lázaro, Bolívar y Calderón, Duchartre, Van Tieghem, Cauvet, Belyneck, Coupin, Gerard, Girod, D'Albert, Richard, y la moderna y muy notable de Er. Belzung; algunos de los mismos grabados que para sus obras confeccionaron ó eligieron, sobre todo los últimos autores citados, me han servido para componer este tratado de Organografía y Fisiología vegetales, cuya novedad estará, si acaso, en el método de las cuestiones, manifestado en *cuadros sinópticos*; en el cuidado puesto para distinguir con tipos de letra diferente la importancia de los asuntos y la subordinación que guardan entre sí, y en los *resúmenes* de las lecciones, hechos con el fin de recordarlas breve-

mente, una vez que fueron recorridas por el lector en la extensión que les marcan sus límites naturales. Lo demás, si algo bueno aparece, sea para honor de las citadas autoridades, á no ser que inadvertidamente haya adulterado sus textos con una interpretación equivocada.

No terminaré este prólogo, tan breve como sincero, sin rogar á mis maestros distinguidos y á todos los que cultivan la ciencia Botánica que tengan la benevolencia científica de manifestarme cuantos errores, deficiencias, alteraciones de orden y faltas generales encuentren en la presente obra, para hacer su oportuna corrección; que tales consejos son muy necesarios para el que empieza á escribir y muy de agradecer por quien, como yo, solo aspira á divulgar la ciencia dentro de la cultura en nuestra Patria y á servir los sagrados intereses de nuestra juventud escolar, llevado de un amor sano y legítimo por la enseñanza pública á la que con particular satisfacción y honor propio pertenece.

El Autor,
E. Rodríguez Riveño.

Valladolid 19 de Marzo de 1903.

ÍNDICE POR LECCIONES

LECCIÓN 1.^a (pág. 1).

Historia natural.—Seres naturales.—Estudio comparativo entre animales y plantas.—Cuadro de caracteres.

LECCIÓN 2.^a (pag. 9).

Concepto y división de la botánica.—Primera división de las plantas.—Importancia de la botánica.

LECCIÓN 3.^a (pág. 17).

Estudios histológicos.—Operaciones para obtener cortes delgados de los cuerpos.—Preparación de los cortes.—Principales reactivos.

LECCIÓN 4.^a (pág. 26).

Lentes sencillas y dobles.—Microscopio simple y compuesto —Parte óptica y parte mecánica del microscopio.

— LECCIÓN 5.^a (pág. 36).

Protoplasma, Núcleo, Membrana y Leucitas: propiedades.—Morfología externa de las células.

LECCIÓN 6.^a (pág. 47).

Nutrición y crecimiento de las células.—Formación de esculturas.—Cambios de la membrana—Movimiento y reproducción de las células.

LECCIÓN 7.^a (pág. 59).

Substancias líquidas disueltas en el jugo celular.—Substancias líquidas visibles al microscopio.

LECCIÓN 8.^a (pág. 70).

Substancias sólidas orgánicas contenidas en las células.—Substancias sólidas inorgánicas.

LECCIÓN 9.^a (pág. 83).

Tejidos vegetales.—Generalidades.—Clasificación de los tejidos.—Tejido celular.—Parenquimas y tejido epidérmico.

LECCIÓN 10.^a (fig. 98).

Tejido suberoso.—Tejido secretor: glándulas.—Tejido fibroso.—Tejido vascular.

LECCIÓN 11 (pág. 111).

Consideraciones generales sobre la raíz.—Estructura primaria y secundaria.

LECCIÓN 12 (124).

Tallo.—Consideraciones generales.—Rizomas y tubérculos.

LECCIÓN 13 (pág. 133).

Tallo.—Consideraciones sobre la estructura primaria y secundaria.—Tallo de las monocotiledóneas y acotiledóneas.

LECCIÓN 14 (pág. 146).

Hoja.—Morfología externa é interna.—Partes de la hoja.

LECCIÓN 15 (pág. 159).

Hoja: filotaxia.—Yemas.—Prefoliación.—Bulbos.—Ingerito.—Organos derivados: espinas, aguijones y zarcillos.

LECCIÓN 16 (pág. 169).

Fisiología vegetal —Alimentos.—Asimilación del alimento.—Absorción.

LECCIÓN 17 (pág. 178).

Circulación de la savia: savia no elaborada y elaborada.—Transpiración y exudación.—Respiración.

LECCIÓN 18 (pág. 191).

Secreción.—Asimilación.—Crecimiento y movimientos.

LECCIÓN 19 (pág. 206).

Generalidades de la flor.—Brácteas.—Pedúnculo y receptáculo.—Inflorescencias.

LECCIÓN 20 (pág. 220).

Cáliz.—Corola.—Pefloración.

LECCIÓN 21 (pág. 228).

Generalidades del estambre.—Organización del estambre.

LECCIÓN 22 (pág. 240).

Gineceo.—Ovario.—Estilo.—Estigma.—Ley de simetría.

LECCIÓN 23 (pág. 254).

Funciones generales de la flor.—Fecundación.—Mecanismo de este acto.—Hibridación.

LECCIÓN 24 (pág. 263).

Fruto.—Partes esenciales.—Generalidades de organización.—Clasificación y descripción.

LECCIÓN 25 (pág. 273).

Descripción de la semilla.—Maduración y diseminación.—Germinación.

LECCIÓN 26 (pág. 283).

Organización general de las plantas Criptógamas.

LECCIÓN 27 (pág. 292).

Generalidades de Nosología vegetal.



ÍNDICE DE MATERIAS

	Páginas.		Páginas.
Absorción.	173	Cromoleucitas.	74
Aceites esenciales.	67	Cuerpos grasos.	66
Acotiledóneas.	144	Dextrina.	61
Aguijones.	92, 166	Diagramas.	209
Alcaloides.	65	Diastasas.	65
Aleurona.	78	Diferencias entre los se-	
Alimentos.	170	res orgánicos.	5
Almidón.	70	Digestión.	172
Amidas.	65	Diseminación.	278
Analogías de los seres		División de la Botánica.	11
orgánicos.	4	División de las plantas.	12, 13, 14
Androceo.	228	Epidermis.	89
Anomalías de estructura		Epidermis de la raíz.	95
del tallo.	141	Equisetáceas.	289
Aparatos vegetales.	108	Esculturas de la célula.	48
Asimilación.	192	Espinas.	166
Asimilación protoplás-		Estípulas.	166
mica.	194	Estomas.	93
Azúcares.	61	Excreción.	191
Bálsamos.	68	Estructura del limbo.	156
Brácteas.	211	Estructura del peciolo.	155
Bulbos.	163	Estructura de la raíz.	117, 119
Cáliz.	220	Estructura primaria del	
Cambios de la membrana	51	tallo.	133
Canales.	85	Estructura secundaria del	
Carbonato cálcico.	80	tallo.	138
Ceras.	68	Exudación.	183, 185
Circulación.	178	Fecundación.	255
Clasificación de las ho-		Filicáceas.	288
jas.	150	Filotaxia.	159
Clasificación de los fru-		Fisiología vegetal.	169
tos.	267	Flor.	206
Clasificación de los te-		Floración.	254
jididos.	87	Forma de las células.	48
Cloroleucitas.	75	Fruto.	261
Consideraciones sobre la		Funciones de nutrición.	169
raíz.	111	Función clorofílica.	192
Consideraciones sobre el		Generación celular.	54
tallo.	125	Germinación.	279
Corola.	222	Gineceo.	240
Cortes; preparación.	19	Gomas.	62
Crecimiento.	196	Gomo-resinas.	68
Crecimiento de la célula.	48	Haces fibroso-vascula-	
Criptógamas.	283	res.	107
Cristaloides.	77	Hepáticas.	286

	<u>Páginas.</u>		<u>Páginas.</u>
Hidropterineas.	289	Paso del tallo á la raíz	144
Hoja: morfología externa.	146	Peciolo.	147
Hoja: morfología interna.	155	Pedúnculo.	214
Hojas anormales.	153	Pelos	92
Hojas estipuladas.	154	Peridermis.	99
Hongos.	285	Prefloración.	225
Importancia de la Histología.	17	Prefoliación.	163
Inflorescencias.	215	Protoplasma.	88
Ingertos.	164	Raíz.	111
Inulina.	62	Raíces adventicias	120
Jugo celular.	43, 61	Reactivos	21
Kariokinesis.	55	Receptáculo.	214
Lagunas.	86	Resinas.	67
Lámina ó limbo.	148	Respiración.	186
Lentejillas.	94	Rizoma.	129
Leucitas.	42, 70	Savia elaborada.	181
Ley de simetría floral.	251	Sabia no elaborada.	178
Licopodíneas.	291	Secreción.	191
Maduración de los frutos.	277	Semilla.	273
Membrana celular.	41	Sílice.	80
Micrómetros.	33	Simbiosis.	195
Microscopio compuesto.	29	Substancias sólidas inorgánicas.	78
Microscopio simple.	27	Tallo.	124
Movimientos.	201	Tallo de las monocotiledóneas.	142
Movimiento de la célula.	52	Tanino.	68
Mucílagos.	62	Tejido.	84
Musgos.	287	Tejido celular.	87
Nosología.	292	Tejido epidérmico.	89
Núcleo.	40	Tejido fibroso.	103
Nutrición de la célula.	47	Tejido secretor.	99
Organización del estambre.	232	Tejido suberoso.	98
Organos de reproducción.	206	Tejido vascular.	104
Óvulos.	247	Transpiración.	184
Oxalato cálcico.	79	Tubérculos.	180
Papilas.	91	Vaina.	147
Parasitismo.	194	Variedades en la flor.	210
Parenquima.	87	Vasos cribosos.	106
Parte mecánica del microscopio.	32	Vida de los seres	2
		Yemas	161
		Zarillos.	166

ANATOMIA Y FISILOGIA VEGETALES

LECCIÓN PRIMERA

CUADRO SINÓPTICO

Historia natural y seres naturales.

Seres orgánicos.	}	1. ^o Consideraciones sobre la vida.	
		2. ^o Analogías entre animales y plantas	{ a) Composición, b) Organización, c) Actos vitales.
		3. ^o Diferencias.	{ a) Funciones de nutrición, b) Funciones de relación.

Cuadro comparativo de caracteres.

Definición de vegetal.

Las CIENCIAS FÍSICAS se ocupan *en general* del estudio de la naturaleza.

La HISTORIA NATURAL es la ciencia que estudia *en particular* los cuerpos naturales. Son objeto de su estudio: la forma y la estructura de los cuerpos naturales; las leyes que los rigen; las cualidades que los distinguen; las aplicaciones á que se prestan y las localidades en que yacen.

Los *cuerpos naturales* se llaman así, porque en su formación no ha intervenido la industria ó el arte del hombre. Especialmente el nombre de *naturales* se refiere á los seres que forman la masa de la tierra y á los que están esparcidos por la superficie del globo, como son los minerales, rocas, fósiles, plantas y animales. (1) Entre los se-

(1) Modernamente algunos autores incluyen en la Historia Natural, con el título de *Uranografía*, el estudio de los astros, considerando en ellos sus caracteres naturales de forma, estructura, composición, etc.

res naturales, unos son inertes—fósiles, minerales y rocas—de los cuales tratan respectivamente la Paleontología, Mineralogía y Litología; otros están dotados de vida—plantas y animales—y son el objeto de la Biología, que se divide en biología vegetal ó *Botánica*, biología animal ó *Zoología* y biología del hombre ó *Antropología*.

1.º Consideraciones sobre la vida de los seres.

La *vida* se comprende mejor que se define: se comprende por sus efectos en los seres dotados de organización. Sobre éstos actúan fuerzas físicas y químicas y además un principio vital, sin el cual no se resuelven los siguientes problemas biológicos.

a) *¿De donde procede el movimiento propio, innato, lo mismo en las células que en los tejidos animales y vegetales?* El ser vivo se caracteriza, en efecto, por ese movimiento propio y continuo de asimilación y desasimilación, de formaciones y destrucciones orgánicas; de manera que la materia se renueva, varía á cada momento, aunque la individualidad y la forma del ser subsisten en medio de esos cambios moleculares.

b) *¿Cómo la célula, laboratorio sencillo del organismo, despoja los elementos, carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, etc. de su rudeza natural, para transformarlos por completo en las combinaciones químicas, y entrar después en el edificio orgánico en calidad de materiales de construcción?*

c) *¿Por qué en el ser animado, al asimilar los alimentos para nutrirse, éstos se incorporan al cuerpo en la cantidad y especie que cada órgano necesita?* En efecto, los órganos escogen para su nutrición los principios inmediatos que exige su incremento, sin cambiar la ley de su forma y estructura, por lo que los animales y vegetales conservan siempre, en medio del crecimiento, su forma esencial, su *forma específica*.

d) *¿Cómo se explica que siendo las células primeramente sencillas, sigue luego la diferenciación completa en fibras, tejidos y órganos distintos?* Con la particularidad de que todas las células, tejidos y órganos tienen una misión que cumplir; es decir, una *finalidad determinada*.

e) En el acto de la propagación de la especie, que consiste sencillamente en la división de una célula en dos ó en la fusión de dos células en una, los generadores transmiten á sus descendientes las propiedades de que están dotados; *¿cómo explicar, sin la idea de una fuerza vital, esa ley de la herencia que, como sello persistente, llevan desde el principio los gérmenes ó embriones?*

Ninguno de estos cinco fenómenos es propio del reino inorgánico: luego existe una fuerza oculta, incomprensible, pero necesaria para entender la naturaleza orgánica. Y no es decir que los seres inertes carezcan de fuerzas, que desde luego se muestran en ellos, como son la tendencia á combinarse, cristalizar, etc; pero esos movimientos no son fisiológicos, sino meramente mecánicos; cesan en cuanto dejan de obrar los agentes fisico-químicos. (1)

Pero qué es la vida? Muchas definiciones se han dado, y esto es prueba de que la cosa definida no se conoce en su esencia. Unas no son aceptables porque sus autores usan los términos *movimiento orgánico* y *actividad especial* de los cuerpos, que no dicen nada y son tan incomprensibles como la palabra *vida*. Otras definiciones son defectuosas por representar la vida como efecto de las funciones del sér, como resultado de la labor orgánica, siendo así que esas funciones y esa labor interna de composición y descomposición, existen con la vitalidad, pero no son ellas la vida: ésta es mas bien *causa* que *efecto*.

Y puede existir la vida sin funciones; así, por ejemplo, en un animal enquistado, en una semilla, en un huevo no aparecen funciones orgánicas, y sin embargo no son cuerpos muertos, sino dotados de una *vida latente*, *vida en potencia*, que se manifestará *activa* por sí misma cuando las circunstancias lo permitan y favorezcan. (2)

(1) Dice Santo Tomás: los cuerpos graves no se mueven, sino en cuanto están fuera de su disposición natural, fuera de su lugar ó separados de su centro; pues sí, estando en su lugar, un motor extrínseco no los cambia ellos descansan en su posición natural.

(2) Los caracteres de la vida son dos, según Santo Tomás. Primero, que el movimiento vital es propio del sér que lo lleva, no lo recibe de causa externa; es una virtud propia que obliga al sér á moverse así mismo. Segundo, lo substancial de la vida consiste en que el viviente aspira y llega á su perfección; nace débil, se nutre, crece, y al fin se reproduce, para transmitir indefinidamente á la especie la propiedad vital que en el individuo es de duración limitada.

Los materialistas consideran esa potencia ó actividad orgánica como un problema de mecánica; pero facil es comprender, que si el carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y los demás elementos químicos, no tienen actividad vital, no pueden añadir ese factor á la combinación orgánica. Por eso se han obtenido por síntesis química alcohol, urea y otros productos orgánicos; pero ese medio no ha sido bastante eficaz para reproducir un cuerpo dotado de esas facultades de crecer, moverse y reproducirse, que adornan ya al más pequeño viviente.

Como las plantas tienen puntos de semejanza con los animales, será oportuno exponer brevemente las *analogías* y *diferencias* entre los seres de ambos reinos, para conocer mejor desde el principio la naturaleza especial de los que vamos á estudiar.

2.º Analogías entre animales y vegetales.

a) *Composición química.* Los elementos químicos que entran á componer la materia animal y vegetal, son los mismos: como fundamentales figuran el carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. Pero los resultados son diferentes por el modo de combinarse éstos, predominando el carbono en los principios inmediatos de las plantas, (celulosa, fécula, etc.) y el nitrógeno en los principios de los animales (albúmina, fibrina, etc.).

b) *La organización.* Los animales y vegetales tienen de común el carácter de organización. En unos y otros es la *célula* el elemento de construcción, la base fundamental de todo organismo. Al diferenciarse la célula, origina sucesivamente tejidos, sistemas, órganos y aparatos, encargados con sus funciones especiales de completar la vida de los seres, sobre todo en los más complicados, donde el trabajo fisiológico llega también á su grado máximo de división.

c) *Actos vitales.* Por igual pertenecen á los vivientes de los dos reinos los actos de *nacer, crecer, reproducirse* y

morir, si bien existen diferencias específicas en el modo y forma de realizarse dichos actos, que son otras tantas manifestaciones de la vida, según se ha dicho anteriormente.

3.º Diferencias entre animales y vegetales.

Por poseer el organismo vegetal tantos puntos de contacto con el animal, es difícil marcar la separación entre uno y otro, sobre todo cuando se trata de especies sencillas (protozoos y hongos), colocadas al principio en las series zoológica y botánica. Sin embargo se citan las siguientes diferencias:

a) *Funciones de la nutrición.* Los animales en general, aparte de que su estructura es más complicada, poseen una *cavidad digestiva* para transformar los alimentos, que son casi siempre de naturaleza orgánica. La sangre ó líquido nutritivo circula por un aparato adecuado, de diferente complicación según los grupos zoológicos. La respiración, aérea ó acuática, se reduce á la absorción de oxígeno y eliminación de anhídrido carbónico. Están dotados de secreciones variadas, y la asimilación de los alimentos determina el crecimiento, calorificación y desarrollo del animal hasta la edad adulta, en la que se reproduce. Ordinariamente se genera por el concurso de dos sexos, que suelen permanecer constantes, pero de diferente forma colocación y propiedades en los tipos zoológicos.

Los vegetales, por el contrario, son de estructura más homogénea, y su individualidad es menos definida; la prueba está en que, dividiendo un vegetal en partes, lejos de morir éstas, cada una de por sí origina un nuevo individuo, puesta en condiciones favorables de vida, como se prueba en la multiplicación por la *estaca*, *ingerto*, *acodo*, etc. Incorporan á su organismo por absorción *externa* sus alimentos, que generalmente son inorgánicos, y asimilan en abundancia el carbono del anhídrido carbónico atmosférico por

medio de la materia verde ó *clorofila*: son verdaderos aparatos de reducción. En la mayoría de las plantas aparecen flores, que se renuevan anualmente, llevando por lo general los dos órganos sexuales reunidos; es decir, son hermafroditas. Esta disposición asegura la fecundación, que no se verificaría fácilmente en caso de separación de sexos, por carecer la planta de la locomoción, tan característica de las especies animales.

b) *Funciones de relación*. De más valor son indudablemente las funciones de relación, *sensibilidad* y *motilidad*, en el deslinde de los organismos, porque dichos actos son desempeñados con frecuencia en la escala animal por los sistemas nervioso y muscular respectivamente, y en cambio no se ven representantes de estos sistemas orgánicos en las plantas. Sin embargo, existen animales que permanecen inmóviles, sin dar pruebas de sus sensaciones, al paso que algunas partes de vegetales (anterozoides de las Criptógamas) ejecutan movimientos muy perceptibles y hasta de una sensibilidad aparente: esta propiedad se denomina *excitabilidad ó irritabilidad* de los tejidos vegetales; y aun cuando se diferencia notablemente de la sensibilidad y movimiento espontáneo de los animales, es evidente que estos dos atributos son de gran valor filosófico, pero en ciertos casos prácticos de difícil apreciación.

De lo expuesto se deduce que las plantas, sobre todo las de orden más elevado, distan mucho de la organización animal, aunque esencialmente están provistas como los animales de funciones nutritivas y reproductoras encomendadas á órganos especiales; pero que esa distinción no se aprecia, sobre todo en los seres sencillos de uno y otro reino, en los que no se efectúa la formación de tejidos y órganos; porque el protoplasma vegetal y el sarcoda animal coinciden en sus manifestaciones sencillas de desarrollo y multiplicación.

Hé aquí como condensa y compara los caracteres D. Cauvet.

VEGETALES

Individuos generalmente agregados, rara vez libres y distintos; forman la albúmina, grasa y almidón con los elementos sacados del suelo ó del aire; absorben anhídrido carbónico y desprenden oxígeno; provistos de clorofila; capaces de crecer durante toda la vida; compuestos sobre todo de elementos carbonados; no desprenden calor sensible más que de una manera temporal; generalmente insensibles é incapaces de movimientos voluntarios elementos constitutivos raramente unidos, conservando su individualidad, residen siempre distintos y separados, bien que muy aproximados, y no forman *sistema* propiamente dicho.

Resulta de lo dicho, como característica de los vegetales, que son *seres naturales organizados, dotados de la facultad de nutrirse y reproducirse, pero que carecen de sensibilidad y movimientos espontáneos.*

ANIMALES

Individuos pocas veces agregados, generalmente libres y distintos; sacan la albúmina, la grasa y el almidón, de las plantas ó de otros animales; absorben oxígeno y desprenden anhídrido carbónico; sin clorofila; de ordinario no crecen más, á partir de la edad adulta; formados sobre todo de elementos azoados; desprenden calor de una manera permanente; siempre sensibles y capaces de movimientos voluntarios totales ó parciales; elementos constitutivos reunidos, formando *sistemas*, compuestos de un conjunto de partes idénticas, ó de partes distintas y diversamente combinadas.

RESUMEN

La Historia natural utiliza los conocimientos de las demás ciencias, con las que se relaciona, sobre todo de la Física y Química, para determinar los seres naturales. Entre estos, unos están dotados de vida (animales y vegetales) y otros son inertes (minerales y rocas). Aunque no puede deslirse la vida, ésta se funda en el movimiento propio de los seres, y en sus cambios sucesivos, que tienden á la perfección del ser que

vive. Por eso es evidente la diferencia entre seres inertes y vivos; porque en éstos son manifestaciones exclusivas el nacer por generación, el crecer por intus-suscepción el desarrollarse por un movimiento y renovación constante de la substancia organizada y el multiplicarse para transmitir por herencia á los descendientes los caracteres especiales, la forma específica. En cuanto á la comparación de animales y plantas, resaltan las analogías, que se deducen de ser unos y otras organizados y vivos; es decir, coinciden en muchos actos vitales (los de la vida vegetativa) y en la organización, consistente en células que se asocian en tejidos y sistemas, y éstos en órganos y aparatos destinados á funciones especiales.

No son tan fáciles de apreciar las diferencias; porque si éstas son considerables en seres muy complejos, se borran en los sencillos. La nutrición tan complicada de los seres superiores, las funciones génésicas y hasta las de relación, son inapreciables en esos últimos grados de las series zoológica y botánica, en esos seres, (protozoos, hongos) que algunos naturalistas proyectaron, sin resultados, incluirlos en un reino intermedio, de los Protistas.

Aunque sea una definición incompleta, la única que puede darse del vegetal es: todo ser natural, organizado, sin movimientos espontáneos ni sensibilidad.

LECCION 2.^a

CUADRO SINÓPTICO

Botánica.	{	1.º	Concepto y división de la botánica.
		2.º	División primera de las plantas.
		3.º	Importancia y utilidad de la botánica.

1.º BOTÁNICA es la parte de la historia natural que tiene por objeto el conocimiento de las plantas; es la historia natural del reino vegetal.

La botánica se divide en general y especial. LA BOTÁNICA GENERAL considera en abstracto las propiedades de los vegetales; es decir, sin concretarlas á grupos determinados de plantas, aunque se eligen para la explicación en cada caso los ejemplos que estan más indicados. LA BOTÁNICA ESPECIAL hace aplicación de esos caracteres á la clasificación y descripción de todas las plantas.

A su vez, dentro de la botánica general, distinguen los autores dos puntos de vista en el conocimiento del organismo: primero, considerando á éste en quietud, toma origen la *Botánica estática*, la que se llama también *Organografía vegetal*, comprendiendo bajo este nombre, no solo la forma de cada órgano (*Morfología externa*), sinó también su estructura intima (*Morfología interna ó Histología*); segundo, estudiando al organismo en movimiento, en relación con la tierra que le sostiene y la atmósfera que le rodea, nace la *Botánica dinámica ó Fisiología vegetal*.

La anatomía, llamada también morfología, y la fisiología son dos secciones de la botánica, derivadas una de otra de tal modo, que sus enseñanzas se completan y se

aclaran mutuamente. Por esta razón, siempre que se pueda, debe seguir á la descripción anatómica de un órgano su destino fisiológico.

Es propio de un tratado elemental encerrar los conocimientos esenciales con referencia á los siguientes puntos:

1.º Conocimientos preliminares de *Técnica histológica*, y de *Histología vegetal*.

2.º *Organografía y fisiología* en las Fanerógamas y Criptógamas, con algunas nociones de *Nosología*. En cada órgano se estudiarán simultáneamente la forma, estructura, desarrollo, función y aplicaciones prácticas al cultivo.

3.º Nociones de *Taxonomía y Glosología*.

4.º *Fitografía*, describiendo las principales familias y géneros, con indicación de las especies más notables por su organización ó aplicaciones.

5.º Reseña de la *Geografía botánica* y nociones de *Paleofitología* ó botánica fósil.

Véase un cuadro sinóptico completo de la división de la botánica según Duchartre, propio solamente para servir de base á obras botánicas de mayor extensión que la presente:

I BOTÁNICA FISIOLÓGICA	los órganos .	normales .	{ ANATOMÍA VEGETAL.—Estructura elemental. ORGANOGRAFÍA.—Estudio de los órganos. MORFOLOGÍA.—Estudio de las formas externas.
		anormales }	TERATOLOGÍA.—Estudio de las monstruosidades.
Estudia .	las funciones	normales .	{ FISIOLOGÍA—Funciones de los órganos y vida de la planta. ORGANOGENIA.—Desenvolvimiento de los órganos.
		anormales }	NOSOLOGÍA VEGETAL.—Enfermedades de las plantas.
I BOTÁNICA SISTEMÁTICA. Trata de la clasificación y descripción; comprende la.	{ TAXONOMÍA.—Clasificación y sus reglas. FITOGRAFÍA.—Descripción y estilo descriptivo. GLOSOLOGÍA.—Nomenclatura y lengua botánica. GEOGRAFÍA BOTÁNICA.—Distribución de las plantas sobre la tierra.		
	II BOTÁNICA TOPOGRÁFICA,	{ BOTÁNICA FOSIL.—Sucesión de las plantas fósiles en las capas de la tierra.	
IV BOTÁNICA APLICADA. Trata de la utilidad directa de las plantas.	{ BOTÁNICA MÉDICA.—Plantas medicinales. BOTÁNICA AGRÍCOLA.—Plantas del gran cultivo. BOTÁNICA HORTÍCOLA.—Plantas de los jardines. BOTÁNICA ECONÓMICA.—Plantas de la economía doméstica. BOTÁNICA INDUSTRIAL.—Plantas industriales.		

2.º Teniendo que emplear desde el principio términos, con que se significan plantas de diferente complicación orgánica, es necesario hacer una reseña preliminar del *desarrollo vegetativo* y exponer las consideraciones naturales que se deducen de él.

Los vegetales, en particular los superiores, empiezan por ser un germen ó semilla que se desarrolla en condiciones favorables, desenvolviendo un *eje vegetativo*, compuesto de dos sistemas: uno descendente, que es la *raiz*; otro ascendente, que es el *tallo*. La primera está destinada á dar fijeza á la planta y á servir de órgano absorbente de ciertos alimentos; el segundo á conducir la savia, á la vez que engendrar y sostener las hojas, flores y frutos. En estos últimos se encierran las nuevas semillas, que continuarán la vegetación siguiente. Así se ve que la planta describe en su desarrollo un ciclo, en el cual el primer movimiento generador es igual al último, pues ella procede de una semilla y concluye por formar otra semilla de la misma especie.

Según esto, los vegetales superiores, en los que el desarrollo es más completo, contienen raíz, tallo, hojas y flores; pero en los restantes pueden faltar todos ó algunos de estos órganos, originándose naturalmente grupos, diferentes en esta forma:

1.º Plantas en las que no se reconoce semilla, ni ninguno de los órganos expresados; el cuerpo está formado solamente por un tejido celular uniforme y de la mayor sencillez, llamado *talo*: son las TALOFITAS.

2.º Plantas, también de cuerpo poco diferenciado, pero en donde suelen aparecer tallo y hojas muy sencillas: son las MUSCÍNEAS.

3.º Plantas que ofrecen hojas, raíz y tallo, provistas de vasos para la circulación y de fibras, pero no poseen flores: son las CRIPTÓGAMAS FIBROSO-VASCULARES.

4.º Plantas con hojas, tallo, raíz y flores: son las FANERÓGAMAS.

Las plantas de los grupos 1.º y 2.º, por carecer de raíces y por consiguiente de vasos, son llamadas en conjunto *sin raíces ó no vasculares*; como no tienen flores y su organismo sólo es celular, se las llama también *Criptógamas-celulares* para diferenciarlas de las del grupo 3.º que son *Criptógamas fibroso-vasculares*.

Las del grupo 3.º y las del 4.º se denominan en conjunto *con raíces ó vasculares*.

El grupo 4.º se subdivide en dos: *Angiospermas*, si las semillas van encerradas por completo en un ovario; *Gimnospermas*, si las semillas no van protegidas por un ovario cerrado.

Finalmente, en las semillas de las angiospermas se atiende al número de *cotiledones*, que son como las primeras hojas del vegetal naciente: se denominan *Dicotiledóneas y Monocotiledóneas* si los cotiledones son dos ó uno. Como las criptógamas en general, ó sea las plantas de los grupos 1.º, 2.º y 3.º, no tienen semillas, ni por tanto cotiledones, se comprenden en el dictado general de *Acotiledóneas*.

De estas consideraciones se deduce el siguiente cuadro:

Plantas raíces ó no vasculares..	sin	}	Ordinariamente sin hojas.
			Tipo I. TALOFITAS (Algas y Hongos).
			Ordinariamente con hojas.
			Tipo II. MUSCÍNEAS (Musgos. Hepáticas).

Plantas sin raíces ó no vasculares..	Tipo III	CRIPTÓGAMAS FIBROSO-VASCULARES (sin flores). (Helecho. Licopodio).	
		Tipo IV.	GIMNOSPERMAS. (Pino. Abeto).
FARERÓ- GAMAS. (con flo- res).	ANGIOSPERMAS.		<i>Monocotiledóneas.</i> (Azucena. Lirio).
		<i>Dicotiledóneas.</i> (Rosal. Acacia).	

3.º Por último, la importancia de la botánica y de las plantas queda demostrada, entre otras pruebas, con las siguientes:

a) Los vegetales se hacen indispensables para la vida de todos los animales; son como el anillo que enlaza el reino mineral y el animal, pues transforman las sustancias inorgánicas en productos orgánicos que nutren á los animales fitófagos, siendo éstos á su vez el alimento obligado de los zoófagos.

b) Por otra parte, los animales impurifican el aire con el anhídrido carbónico que expelen en la respiración y las plantas lo purifican de ese gas, estableciendo una compensación necesaria para poder vivir todos los seres en una misma atmósfera de composición constante é invariable.

c) Además, los cultivos de innumerables plantas útiles al hombre son la base de la agricultura, del comercio y de la industria. Con ellas prepara el hombre muchos alimentos; de ellas utiliza las maderas, fibras textiles, productos colorantes, materiales oleaginosos, feculentos, sacarinos, etc; y sobre todo la moderna Terapéutica cuenta con un gran número de medicamentos utilísimos, que son principios alcaloides, extraídos de los tejidos vegetales.

Pero, dice el ilustre profesor D. Miguel Colmeiro (1)

(1) Curso de Botánica, ó elementos de organografía, fisiología, metodología y geografía de las plantas.—Madrid.—2.ª edición.—1871.

despues de considerar las plantas como útiles y convenientes: «guardémonos de establecer que la Botánica sea únicamente recomendable por los beneficios materiales que proporciona al hombre: la ciencia, que revela tantos misterios en los hermosos y variados seres que enseña á observar, no puede menos de elevar el alma á la contemplación del Supremo Autor de la naturaleza, ser un manantial de goces morales y ofrecer los más inocentes atractivos. Debe á esto haber sido cultivada en todos tiempos, y aun en los remotos se tuvo por parte muy principal del saber, como que para demostrar el de Salomón se cuidó de expresar claramente cuán extenso era el conocimiento que tenía de las plantas.»

RESUMEN

La Botánica se divide en general y especial: la primera se subdivide en Organografía y Fisiología, cuyos estudios deben hacerse simultáneos.

En la segunda se incluye la Fitografía. Las plantas se dividen en cuatro tipos y de un modo más completo se caracterizan en la siguiente forma:

Tipo I. Talofitas. *Plantas celulares, con un órgano (talo), encargado de todas las funciones de nutrición; la reproducción es asexual (por esporas); ó sexual, á veces con anteridio y oogonio (1).*

Tipo II. Muscineas. *Plantas celulares con tallos y hojas, pero sin raíces ni flores; la reproducción es asexual (por esporas) ó sexual por anteridios y arquegonios.*

Tipo III. Criptógamas fibroso-vasculares. *Plantas con fibras, vasos y órganos de nutrición, pero sin flores; reproducción asexual (por esporas) ó sexual por anteridios y arquegonios.*

(1) Nombres de los elementos masculinos y femeninos en las criptógamas.

Tipo IV Fanerógamas. *Plantas con fibras, vasos, órganos de nutrición y flores; reproducción asexual (nunca por esporas) y sexual por estambres y pistilos; con semillas.*

La importancia de los vegetales se deduce de su misión en la naturaleza y de las utilidades que prestan al hombre, por los variados productos que contienen.

LECCIÓN 3.^a

CUADRO SINÓPTICO

- 1.^o Importancia de los estudios histológicos.
- 2.^o Operaciones preliminares.

{	a)	Fijación de los tejidos.
	b)	Preparación de objetos.
	c)	Disposición para cortarlos.
	d)	Operación de dar cortes.
- 3.^o Preparación de los cortes por dos métodos. Indicación de los reactivos principales.

1.^o Importancia de los estudios histológicos.

Las cuestiones modernas de la anatomía vegetal descansan sobre el estudio microscópico de los órganos; tanto que muchos problemas de fisiología se han resuelto por haber conocido bien, con ayuda del microscopio, la textura orgánica de los vegetales, previamente reducidas sus partes á láminas ó cortes finos y transparentes. Esta circunstancia obliga á dar unas nociones de Técnica botánica, si bien no es propia de una obra elemental la exposición de los numerosos medios con que cuenta la moderna histología: obras hay muy completas (1) en las que pueden adquirirse sólidos conocimientos sobre estas cuestiones. En ellas se trata ampliamente: 1.^o de la descripción y uso de los *Microtomos*, ó aparatos para obtener cortes finos de los objetos; ya sean modelos sencillos, manejados á mano, (fig. 1.^a) como

(1) Entre otros, Elementos de histología normal y de técnica micrográfica por S. Ramón y Cajal, Guide pratique de Micrographie, par H. Beauregard et V. Galippe, Manuel technique d' Anatomie végétale par E. Strasburger, Traité pratique de micrographie par R. Gérard, Manipulation de Botanique par Paul Girod.

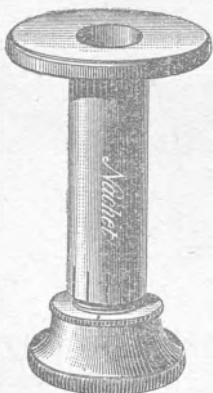


Fig. 1.ª — Microtomo á mano. Modelo Nachet.

idea en los citados libros de los numerosos procedimientos seguidos en la preparación y conservación de los *cortes* que sirven para el estudio.

el de *Ranvier* y *Nachet* ó complicados y automáticos, (fig. 2.ª) como el de *Reichert*; ó el micrótomos por deslizamiento, de *Thoma-Jung* ó el de congelación. 2.º de la descripción y manejo del *Microscopio* y sus accesorios. 3.º la serie completa de utensilios que se emplean, como son pinzas, agujas emangadas, espátulas, navajas para cortes, bien sean de caras excavadas ó excavadas por una cara y plana por otra, sierra de mano, pinceles, papel de filtro, cristalizadores, vidrios de reloj, cristales *porta* y *cubre-objetos*, entre los cuales se coloca el corte después de preparado, etc. 4.º la serie completa de los reactivos de microquímica, su preparación, sus propiedades y empleos; formándose además

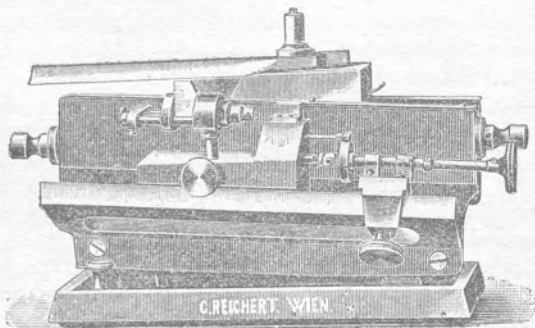


Fig. 2.ª — Microtomo de Reichert, Pequeño modelo, con plano inclinado.

Basta dar una ligera reseña de este orden de conocimientos, reduciendo á procedimientos sencillos la importante cuestión de técnica en la histología vegetal.

2.º Operaciones preliminares para el estudio histológico de las plantas.

a) Los órganos pueden estudiarse *en fresco*, y *conservados* en alcohol: el empleo simultáneo de estos dos medios dará más seguros resultados. Se procura, si es fresco el objeto, fijar las formas de las células y tejidos, para que la muerte no las cambie; efecto que se consigue con el *alcohol absoluto*, el *ácido crómico* al 2 por 100, el *bicromato potásico*, el *ácido ósmico* al 1 por 100, etc.

b) Como los órganos han de ser divididos en cortes finos, delgados y transparentes, deben tener aquellos, en primer lugar, la consistencia necesaria para ser cortados sin dificultad por una navaja bien afilada. A este fin, si son objetos *blandos*, se endurecen por medio de los alcoholes, sobre todo por el de 90º; én cambio, si fueran *duros* (madera, frutos), se reblandecen por el agua hirviendo ó por una larga maceración en líquidos alcalinos. Si los objetos son muy pequeños y aislados, ó si, siendo voluminosos, se disgregan con facilidad, deben ser tratados por una substancia (*goma arábiga* ó *parafina*) que, al solidificarse, los quede reunidos en una sola pieza, susceptible ya de poder ser cortada. En este caso particular, después de conseguidos los *cortes*, se los lleva al agua ó al *xilol*, cuyos líquidos disuelven la goma ó parafina que sirvieron de aglutinante, y que tal vez dificultaran la preparación del objeto cortado.

c) Preparado el objeto, es necesario disponerlo de modo que pueda tenerse entre los dedos, ó en la pinza del microtomo, á fin de poder seccionarlo. Es muy cómodo y sencillo el procedimiento de la *médula de saúco*. Consiste en partir al medio un fragmento cilíndrico de médula, practicando en cada una de las mitades un canal ú oquedad longitudinal, proporcionado al grueso del obje-

to que se colocará en el interior; la médula partida puede sujetarse además con un hilo arrollado á ella, para mayor inmovilidad de sus dos partes. Si el órgano es una hoja, basta cortar primero un fragmento de ella, que contenga el nervio medio y algo de las partes laterales, incluyéndolo así en el cilindro medular. En cualquier caso, la médula de saúco se introduce después en agua alcoholicada, y así, al hidratarse y aumentar de volumen, comprime al objeto que lleva incluido.

Otras veces se engloba el cuerpo en una disolución concentrada de *goma arábica*, que después se endurece por el alcohol de 90°; ó en una mezcla sólida de cera virgen y aceite de olivas, ó también en parafina fundida. Por cualquiera de estos medios dichos queda el objeto incrustado en una substancia, que lo asegura, pero suficientemente blanda para permitir dar cortes en el *bloque*, tanto longitudinales como transversales.

d) La operación de dar cortes puede efectuarse á *mano*, sujetando la substancia con la izquierda y tomando en la derecha una navaja de caras excavadas. El corte ha de darse perpendicularmente al objeto, poniendo la navaja horizontal y moviéndola de dentro hacia fuera, con una ligera dirección de izquierda á derecha.

Es más seguro el procedimiento con el microtomo de mano. En este caso la navaja se apoya por su cara plana sobre la platina horizontal y se mueve de fuera hacia dentro, pero con una ligera dirección de izquierda á derecha para obtener mejores resultados. Finalmente, los más exactos son los microtomos automáticos (fig. 2.^a); por ellos se obtienen cortes de la mayor extensión y del máximo de transparencia y delgadez. En todo caso se tendrán constantemente impregnadas de alcohol ó de agua alcoholicada la superficie de sección y la hoja de la navaja,

separando de ésta por medio de un pincel y una aguja los cortes que se vayan consiguiendo, para depositarlos en un cristizador que contenga agua destilada ó con mezcla de alcohol.

3.º Métodos de preparación.

De entre todos los cortes se eligen para el estudio los más ténues y completos. Hé aquí dos métodos que sigue Girord, y á la vez noticia de los reactivos que pueden emplearse en los diferentes casos de preparación.

MÉTODO 1.º a) Se sumergen los cortes en *ácido acético*. Este reactivo aclara los cortes desalojando las burbujas de aire y además los altera á veces disolviendo el carbonato de calcio que puedan contener. En términos generales son *alterantes* todos los reactivos que, por disolver parte del contenido de la preparación, dejan el resto de ella más claro y perceptible. El *cloruro de mercurio*, *ácido acético* y *glicerina* son aclarantes del protoplasma. Esta substancia se disuelve por el *hidrato de potasa* en solución acuosa al 20 por 100, por el *amoníaco* y algunos *ácidos*; por el *alcohol* y los *éteres* las resinas y aceites, y las grasas por el *sulfuro de carbono*. Son también alterantes los *ácidos sulfúrico* y *nitrico*, y disolvente de la celulosa pura el *óxido de cobre amoniacal* (1).

b) Se ponen sobre el corte por 5 ó 6 minutos unas gotas de *violeta de doble coloración*.

Este reactivo se hace vertiendo en una solución acuosa saturada de fuchsina, otra de azul de anilina y agitando para obtener una solución violada purpúrea.

Son además *reactivos colorantes* los siguientes:

(1) Para prepararlo se disuelven 10 gramos de sulfato de cobre en 100 gramos de agua destilada; de aquí se precipita el óxido de cobre hidratado, vertiendo en la disolución una solución de potasa al 10 por 100. Ese precipitado se lava y se disuelve en 20 gramos de solución acuosa de amoníaco al 20 por 100, quedando de un color azul obscuro. (Poulsen).

Yodo: para el almidón y las sustancias proteicas. Se disuelve en agua ó en alcohol en diferentes proporciones, siendo la más usada al 5 por 100.

Cloruro de zinc yodado: es reactivo de la celulosa pura. Se obtiene añadiendo al cloruro de zinc, agua destilada, yoduro de potasio y yodo en exceso, para quedar el reactivo á saturación.

Ácido ósmico: ennegrece las grasas. Se usa al 1 por 100.

Ácidos sulfúrico, nítrico y clorhídrico: Se usan diluidos.

Cloruro férrico al 20 por 100 y el *Acetato de hierro* disueltos en agua: se usan para el reconocimiento del tanino.

Sulfato de cobre al 10 por 100; reactivo del protoplasma y los azúcares.

Nitrato de plata y *Nitrato mercurioso mercurico*: son reactivos del protoplasma.

Sulfato aluminico potásico: se usa como base de algunos reactivos colorantes.

Ferrocianuro potásico y *Sulfocianato de potasa*: reactivos propios para reconocer el hierro en las membranas.

Acetato de cobre: reactivo de las resinas.

Sulfato de anilina.

Clorhidrato de anilina y } Reactivos de la lignina.

Phloroglucina.

Algunas sales orgánicas se usan como colorantes. Las sustancias colorantes más usadas son:

Para la coloración de los núcleos: solución acuosa de *carmin* con unas gotas de amoniaco; solución acuosa de *hematoxilina*; disolución tenue de *eosina*; de *nigrosina*, de *verde de anilina*.

Para coloración de membranas: extracto acuoso de *cochinilla*, agregando ac. acético y alumbre, para reconocer las células liberianas; solución amoniacal de *fuchsina*; *azul de anilina*, para reconocer las células cribosas; *Inidol*, para caracterizar las membranas lignificadas; *Violeta de anilina*.

Para coloración de los productos celulares: tintura de *alkanna* para resinas y cuerpos grasos, y el *verde anilina* si se trata de granos clorofilicos.

c) Se lava el corte durante unos minutos en agua destilada y después en alcohol absoluto.

d) Se extrae el alcohol con papel absorbente y se pasa el corte por esencia de clavo ú otra análoga, pues son aclaradoras de los tejidos.

e) Finalmente, se extrae la esencia, se coloca el corte sobre un cristal portaobjetos, y después se echan sobre aquel con una varilla las gotas necesarias de *bálsamo del Canadá*, colocando encima el cubreobjetos. La preparación debe estar horizontal hasta que el bálsamo se endurezca y queden fijos los dos cristales.

En general se llaman *líquidos conservadores* aquellos en que se colocan los cortes para asegurar la permanencia de las preparaciones. Los más usados son la *glicerina*, *gelatina glicerizada* y *bálsamo del Canadá*, disuelto en cloroformo ó en xilol. Si el líquido conservador se alterara, la fijeza de la preparación se consigue mejor barnizando el borde del cubre-objetos con un *cemento*, que puede ser el *betún de Judea* el *barniz laca*, el *bálsamo del Canadá* ó el *silicato potásico*.

Si los cubreobjetos son redondos, el cierre de la preparación se hace fácilmente con un pincel fino, impregnado en el cemento, moviendo la preparación circularmente, después de fijarla en el aparato adecuado, que se llama *Tournette*.

METODO 2.º a) Sumergir el corte en *ácido acético*.

b) Lavarlo con agua, y recubrirlo con unas gotas de *cloro-ioduro de zinc*, por cuatro ó cinco minutos.

c) Lavarlo de nuevo con agua destilada; echar sobre él unas gotas de glicerina y poner el cubreobjetos, cerrando la preparación con uno de los cementos ó barnices.

Si el corte, por su excesivo grueso, no se acomoda entre los dos vidrios, se traza sobre el *porta* un rodete circular (*celda*) con betún de Judea; en esa oquedad se coloca el corte juntamente con unas gotas del líquido conservador, y encima de todo el *cubre*, cuyos bordes descansarán en el de la *celda*, resultando la preparación por este medio incluida entre los dos cristales.

En muchos casos será conveniente separar los elementos de un tejido, como las células, fibras y vasos. Para es-

te fin el método más seguido es la maceración de Schulze: el objeto se divide en pequeños fragmentos, que se tratan por un volumen próximamente igual de *clorato potásico* y unas gotas de *ácido nítrico* calentando la mezcla á la lámpara de alcohol. Se lavan después esos fragmentos en agua destilada, y la disociación se efectúa en el acto, agitando los fragmentos sobre el portaobjetos por medio de agujas enmangadas.

Esta operación es la *disociación química*; pero puede hacerse también la *mecánica*, desgarrando los órganos con agujas ó pinzas: así se obtienen buenas preparaciones de la epidermis en tallos y hojas.

RESUMEN

El conocimiento de la histología es el fundamento de la anatomía vegetal y de la fisiología. Para realizar el estudio histológico se necesitan cortes delgados de los objetos, obtenidos por aparatos llamados MICROTOMOS y ampliados después por los MICROSCOPIOS, poniéndolos entre dos cristales: uno rectangular, más grande, llamado PORTA-OBJETOS y otro cuadrado ó redondo llamado CUBRE-OBJETOS.

El orden que debe seguirse en la preparación de objetos es el siguiente: a) disponer los objetos para que tengan la consistencia necesaria, con el fin de ser reducidos á cortes ó láminas delgadas, valiéndose principalmente del alcohol, donde se depositan fragmentos de órganos frescos; b) incluirlos en médula de saúco, goma arábiga, parafina ú otros medios; c) reducirlos á cortes, eligiendo entre todos los más útiles para las operaciones; d) preparar los cortes, á cuyo fin se sumergen en ácido acético, poniendo después sobre ellos por espacio de 5 ó 6 minutos unas gotas de violeta de doble coloración; se lavan durante unos minutos, con agua destilada primero y con alcohol absoluto después, extrayendo el alcohol al poco tiempo y pasando los cortes acto seguido por esencia de clavo ú otra análoga; finalmente, se extrae la esencia, colocando después

los cortes en unas gotas de bálsamo del Canadá, depositadas entre los cristales, porta y cubre-objetos.

Puede seguirse en la preparación otro método, que consiste en sumergir el corte en ácido acético; lavarlo y recubrirlo durante unos minutos por unas gotas de cloro-ioduro de zinc; lavarlo de nuevo y colocarlo con glicerina entre los dos cristales, cerrando la preparación con un cemento ó barniz.

Si en vez de estar los elementos unidos en láminas conviene verlos separados, se hace la DISOCIACIÓN por dos medios, MECÁNICO y QUÍMICO, este último á favor del nitrato potásico y ácido nítrico en caliente.

Los reactivos usados en histología son: ALTERANTES, los que, por disolver parte de la preparación, dejan el resto de ella más claro, como el cloruro de mercurio, ácido acético y glicerina; COLORANTES, los que, por dar color á determinadas partes de la preparación, las hacen al microscopio más perceptibles: son numerosos, figurando las anilinas y los compuestos de yodo, entre otros; CONSERVADORES, los que pueden asegurar la permanencia de las preparaciones colocadas en ellos, como la glicerina y el bálsamo del Canadá; ACLARANTES como las esencias, los que interpuestos en los tejidos los hacen más diáfanos y transparentes. Otros reactivos endurecen las preparaciones, ó las ablandan, según la necesidad que haya de darles consistencia ó quitársela.

LECCIÓN 4.^a

CUADRO SINÓPTICO

- 1.^o Lente sencilla, montada.
- 2.^o Dobletes: microscopio simple.
- 3.^o Microscopio compuesto.

}	a) Objetivos.
	b) Oculares.
	c) Iluminación de las preparaciones.
	d) Parte mecánica
- 4.^o Medios de reproducir y medir preparaciones.

Después de preparados los objetos, como queda dicho, se necesitan medios de aumento que permitan estudiarlos detalladamente en su estructura íntima. Con ese fin se dispone de aparatos físicos diferentes que amplifican las imágenes en mayor ó menor número de diámetros según los casos, y como la claridad con que se ve el objeto está en razón inversa del aumento conseguido, conviene examinar primero las preparaciones con lentes de pequeño poder, siquiera sea para darse idea del conjunto, pues éste no se puede apreciar con lentes de gran aumento, que reducen en extremo el campo de observación.

Sin pretensiones de hacer un estudio completo, que puede verse en obras especiales de micrografía, parece oportuna una breve reseña de estos asuntos.

1.^o El aparato más sencillo de ampliación es una lente biconvexa ó plano-convexa, montada en un anillo generalmente metálico ó córneo, provisto de un mango para el manejo fácil de ella. Es muy cómodo el montaje de esta lente sobre una varilla articulada, pues permite al observador, después de dar á la lente la posición necesaria, el movimiento libre de las dos manos. Colocada entre el ojo

y el objeto dá resultados distintos según la posición de éste con relación al foco de la lente. Como lo que se desea es una imagen derecha y ampliada del objeto, debe colocarse éste entre la lente y su foco. (fig. 3.^a).

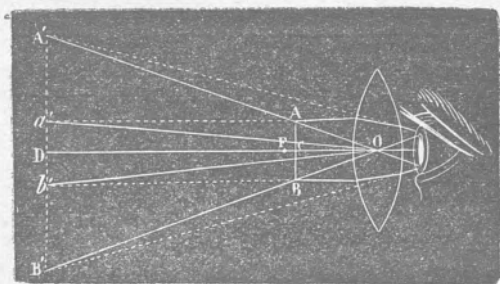


Fig. 3.^a.—Imagen A'B' que da del objeto AB la lente O, cuando el objeto se coloca entre la lente y su foco (F). Fundamento del Microscopio simple (Ganot).

2.^o Se construyen aparatos de dos lentes (*doublets*) de un poder amplificador medio entre las lentes descritas y el microscopio compuesto. Se reducen aquellos á dos lentes, dispuestas de modo que la lente superior obra exagerando la convergencia de los rayos de luz que deja pasar la inferior, siendo así muy corto el foco del sistema. La lente doble de Verick consiste en dos lentes plano-convexas, fijas en un tubo ancho de latón ó de asta, y entre las dos un diafragma, cuyo orificio se acomoda á la curvatura de las lentes. En éstas la superficie plana recibe los rayos de luz y la cara curva de la inferior es más convexa que la de la superior: es el sistema que suelen usar los grabadores y relojeros.

Microscopio simple.

Este conjunto descrito es la base del microscopio simple; entre los muchos modelos merece ser conocido uno (fig. 4.^a)

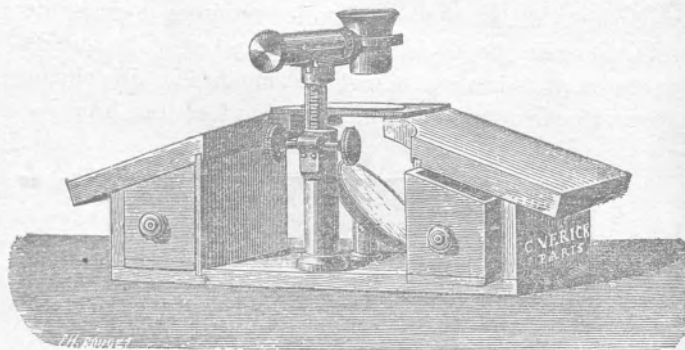


Fig. 4.^a.—Microscopio simple, para preparar y disecar. Modelo Véric.

muy usado en la disección. La lente va montada en un anillo practicado en la terminación de una barra metálica horizontal, y por medio de una cremallera y un tornillo tiene la lente movimiento vertical, de adelante hacia atrás ó viceversa, y además los laterales, según convenga al observador. Para analizar con luz reflejada, lleva este microscopio un espejo movable en la parte inferior; la luz recibida por el espejo llega á una lámina de vidrio colocada en una platina horizontal; sobre ésta descansa la preparación, la cual queda inmediatamente debajo de la lente. Para el examen con la luz directa se sustituye la lámina de vidrio por otra ennegrecida y opaca: si á esto se suma la comodidad de apoyar las manos en dos planos inclinados que parten lateralmente de la platina, se comprende la utilidad de este microscopio para pequeños aumentos de 4 á 16 diámetros, según las lentes (1).

(1) En general, las lentes bien construidas han de llenar estas tres condiciones: 1.^a que los rayos refractados formen un solo foco en vez de formar varios, porque en este caso (*aberración de esfericidad*) no aparece la imagen del objeto: *única y clara*, sino varias superpuestas y por tanto confusas, sobre todo en los bordes. 2.^a que den la imagen completamente plana; porque en el caso contrario la *aberración de forma* dificulta la buena observación del objeto: 3.^a que la luz no se des-

3.º Microscopio compuesto. (fig. 5.^a).

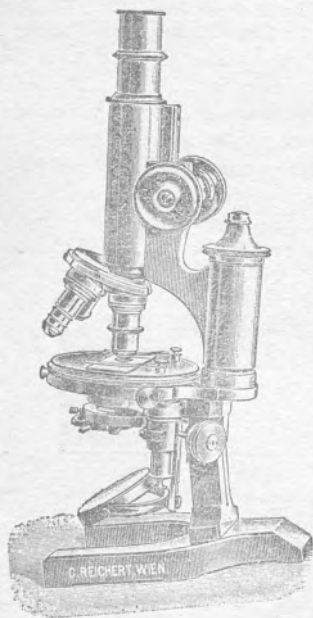


Fig. 5.--Microscopio compuesto, con *Revolver* para tres objetivos. Modelo Reichert.

lentes. (fig. 6.^a).

a) **Disposición de los objetivos.** Estos no son lentes sencillas, sino juegos de lentes, estando la más convexa próxima al objeto. Los constructores procuran que no sea muy corta la distancia focal del objetivo, para que así la *distancia frontal* del mismo, es decir, la que media entre el objeto colocado en la platina y el vértice del objetivo, sea larga y permita el manejo fácil de la preparación. Para recoger y utilizar el máximum de la luz que atraviesa la prepara-

La *parte óptica* la forman dos lentes convergentes. Junto á una se coloca el objeto, y es el *objetivo*; á la otra aplica la vista el observador y se llama por esa razón *ocular*. Si el objeto se coloca entre el *foco* del objetivo y el *doble de su distancia focal* el objetivo da una imagen *inversa* y *amplificada*: esta imagen, apareciendo entre el ocular y su foco, obra como de objeto para el ocular y éste dará de la primera imagen una segunda, *mayor* y *directa*; es decir, que el objeto de observación al fin se representa *invertido*, pero habiendo sufrido *amplificación* por las dos

componga, pues si hay dispersión de luz (*aberración cromática*) la imagen aparece envuelta por colores que también obscurecen la preparación: deben ser las lentes, por esta razón, *acromáticas*.

ción se usan los objetivos de *gran ángulo de abertura* y los de *inmersión*: los primeros recogen los rayos de luz muy oblicuos, aunque dentro de ciertos límites, porque este aumento de luz se consigue á espensas de disminuir la distancia frontal del objetivo. Para aumentos de más de 500 diámetros se usan los objetivos de *inmersión*. Esta invención de Amici se funda en colocar una gota de un líquido entre el cubre-objetos y el objetivo, el cual se sumerge en ese líquido, ya sea agua destilada ú otro apropiado, como la mezcla de aceite de ricino y esencia de hinojo: así se consigue recoger los rayos de luz que por su gran refracción se perderían sin entrar en el objetivo.

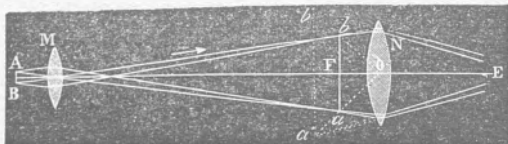


Fig. 6.^a—La lente M (objetivo) da del objeto A B la imagen *ab*; y de esta imagen *ab* da la lente N (ocular) la imagen *a'b'*. Fundamento del Microscopio compuesto. (Ganot).

Finalmente, Ross inventó los objetivos de *corrección*, así llamados porque corrigen la variación que se producirá en la formación de la imagen, al atravesar la luz el espesor del cubre-objetos.

Los objetivos buenos deben dar imagen clara hasta definir los contornos de los objetos; han de penetrar en la preparación, es decir, distinguir los caracteres á cierto grado de espesor; y sobre todo han de servir para analizar hasta los más pequeños detalles de la estructura de los objetos.

b) **Disposición de los oculares.** Están formados por dos lentes plano-convexas y entre ellas un diafragma, incluido todo en un tubo metálico. La lente inferior, *ocular de Campani*, recoge los rayos de luz del objetivo, los hace más convergentes, y por tanto disminuye la imagen, aunque la perfecciona, presentándola delante de la lente superior ó *lente frontal*, donde se aplica la vista.

Se fabrican para la medición de las preparaciones *Micrómetros* oculares, y consisten en vidrios que llevan

grabado un milímetro dividido en diez partes. En el ocular micrométrico va colocado el micrómetro entre las dos lentes; si el aumento de ese ocular es de diez diámetros, cada décima de milímetro del micrómetro aparecerá diez veces mayor, es decir, con un valor aparente de un milímetro.

En los microscopios, en que se mueve á frotamiento suave el tubo que lleva las lentes, la imagen se amplía cuando el tubo se alarga; en los microscopios de tubo fijo se dispone de oculares de diferentes números, 1, 2, 3, 4, que son generalmente de aumentos sucesivos, según la convexidad de sus lentes.

c) El microscopio se ilumina con luz natural ó artificial, siendo útil la luz monocromática (del color azul). A veces es necesaria la luz polarizada que se consigue por medio de los *nícoles*, polarizador y analizador.

Para el efecto de iluminar las preparaciones llevan los microscopios en su parte inferior un espejo movable que refleja la luz, y la envía á las lentes del microscopio atravesando antes la preparación: el espejo es plano por una cara y convexo por otra, usando de la primera ó de la segunda, según la menor ó mayor cantidad de luz que se necesite. La entrada de luz en el microscopio se gradúa por medio de *diafragmas*, colocados encima del espejo: los hay de varias formas, pero el más perfecto es el llamado *iris*, por tener un movimiento simultáneo de varias piezas, dispuestas en círculo, y que aumentan ó disminuyen el orificio de paso para la luz, como el iris en el ojo.

Por último, para grandes aumentos se necesita concentrar en un pequeño espacio toda la luz que refleja el espejo á fin de iluminar con intensidad el objeto: esto se consigue con los *condensadores*, siendo un buen modelo el de Abbe, formado por un juego de dos ó tres lentes convergentes. (fig. 7^a).

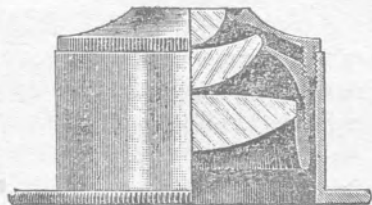


Fig. 7—Aparato Condensador de Abbe, compuesto de tres lentes y montado en tubo para adaptarlo á frotamiento.

determinará el movimiento rápido de elevación y descenso del tubo del microscopio; el movimiento lento se consigue con un tornillo milimétrico. A la columna va unido el *porta-tubos* que, como su nombre lo dice, abraza al tubo metálico del microscopio; lleva en la parte inferior el objetivo atornillado y en la superior el ocular, que entra á frotamiento suave.

Una parte muy útil en el microscopio moderno es el *revolver*: en esta pieza se atornillan dos ó tres lentes, así como ella entra á tornillo en la parte inferior del tubo del microscopio; de modo que, si gira el revólver y con él las lentes, éstas se van colocando sucesivamente en el puesto preciso para la observación; pudiendo así el observador cambiar de objetivo en el acto, sin la molestia de atornillar y destornillar cada vez que necesite objetivo diferente.

La *platina* es horizontal y está perforada para dar paso á la luz. Sobre ella se coloca la preparación y debajo quedan el espejo, diafragmas, condensadores, polarizadores, etc. Lleva también dos pinzas de presión para sujetar las preparaciones, y la modificación más notable es haberla hecho movable, bien sea girando sobre su centro ó moviéndose de atrás hacia adelante, de izquierda á dere-

d) Parte mecánica.

El microscopio se compone de una parte mecánica, necesaria para la aplicación de la parte óptica. Consiste en un pié de bastante peso y una columna vertical donde se aplica la cremallera que

cha ó viceversa, por medio de dos tornillos colocados en ángulo recto. Algunos microscopios pueden girar sobre su pie fijo hacia atrás, hasta colocarse oblicuamente ó en posición horizontal, arrastrando en ese movimiento todas sus partes integrantes: esta posición permite hacer con comodidad el estudio, pudiendo estar el observador sentado.

4.º Obtenida una buena imagen de la preparación debe reproducirse en dibujos, valiéndose de la cámara clara; ó en fotografía, por aplicación de los aparatos fotomicrográficos. Completan estos adelantos científicos los *aparatos de proyección*, bien esten dispuestos para proyectar directamente los objetos micrográficos, ó las fotografías hechas de los objetos microscópicos.

La reproducción de las preparaciones da excelentes medios de estudio, y además con el cuidado que ha de ponerse para conseguir un buen dibujo, se fija la atención del experimentador en detalles que de otro modo habrían pasado inadvertidos. La descripción de estos aparatos no es propia de una obra elemental.

Finalmente, se presentará el caso de tener que medir los objetos microscópicos. Para este efecto recordemos: 1.º que los *micrómetros oculares* se construyen de modo que en el micrómetro un milímetro está dividido en *diez partes*, y que la lente del ocular, la más próxima al ojo, en cuyo foco se coloca el micrómetro, aumenta *diez* diámetros; así que una división del micrómetro, ó sea 0,1 de *mm.*, estando aumentada diez veces, tiene en la medición el valor de 1 *mm.* 2.º que los constructores venden con los microscopios la lista de aumentos que dan las diferentes combinaciones de los objetivos y los oculares.

Con estos datos he aquí el modo de apreciar el diámetro real de un objeto pequeño; por ejemplo, un grano de polen. Se acomodan al tubo del microscopio un objetivo cualquiera y el micrómetro ocular, colocando en la platina una preparación del polen. Supongamos que el diámetro de un grano

ocupa tres divisiones del micrómetro; como cada división tiene el valor de 1 *mm*, el diámetro aparente del objeto es de 3 *mm*. Pero si el aumento del sistema óptico empleado (combinación del objetivo y del ocular) es, por ejemplo de 300 diámetros, habrá que dividir los 3 *mm* de diámetro aparente por el número 300, para hallar el diámetro real; es decir $3:300 = 0,01$ *mm*: luego *una centésima de mm* es el valor verdadero del grano polínico. Y en general la regla es la siguiente: el diámetro de un objeto amplificado se representa por un quebrado, cuyo numerador es el número de milímetros que ocupa el objeto en el micrómetro ocular y cuyo denominador es el aumento conocido del microscopio.

También se fabrican *micrómetros objetivos* en los que el espacio entre dos rayas consecutivas vale *una centésima* de milímetro. Sirve este micrómetro para calcular el aumento del microscopio y para medir los objetos microscópicos, combinándolo con el micrómetro ocular. Supongamos que *una* división del micrómetro objetivo ocupa *dos* divisiones del ocular; como aquella vale 0,01 de milímetro, cada división del ocular valdrá la mitad, ó sea 0,005 de milímetro. Quitando el micrómetro objetivo y poniendo en su lugar un tejido de células, si una de estas ocupa 4 divisiones del micrómetro ocular, su diámetro será de 20 milésimas de milímetro. Es evidente que este valor de la división del micrómetro ocular variará para cada combinación de objetivo y ocular que se use.

RESUMEN.

Para ver con claridad los objetos pequeños se necesitan lentes que aumentan el ángulo de visión de los mismos. Éstas pueden ser sencillas y biconvexas ó dobles y plano-convexas: las últimas son el fundamento de los microscopios SIMPLES, y van colocadas de manera que su empleo sea fácil y cómodo.

En el microscopio COMPUESTO hay que considerar su parte mecánica y su parte óptica. La parte óptica se reduce: á una lente ó sistema de lentes, llamado OBJETIVO por colocarse cerca del objeto; otro sistema de lentes, llamado OCULAR, donde aplica el ojo el observador; y además espejos planos ó cóncavos.

vos que reflejan la luz, aparatos de polarización y CONDENSADORES de la luz, siendo el más corriente el de Abbe.

El objetivo forma una imagen inversa y ampliada del objeto, cuya imagen obra como objeto en el ocular, obteniéndose de ella otra directa y aún más ampliada; de modo que los objetos aparecen en el microscopio compuesto mayores é invertidos: el aumento depende de la naturaleza de los objetivos y oculares.

Para aumentar considerablemente los objetos se usan objetivos de gran ángulo de abertura, y mejor los de inmersión, así llamados porque se sumergen en una gota de líquido (agua destilada ó mezcla de aceite de ricino y esencia de hinojo). Los oculares están formados por dos lentes plano-convexas, de modo que viene á ser el ocular un microscopio simple, de diferentes aumentos según la convexidad de sus lentes.

La parte mecánica del microscopio la componen: el pie, que debe ser pesado, para evitar los movimientos del aparato, una columna vertical, que lleva el portatubos, y dentro de éste el tubo del microscopio á cuyos extremos se aplican las dos lentes, á tornillo el objetivo y á frote suave el ocular. El tubo, con sus lentes, tiene dos movimientos: uno rápido, efecto de un tornillo y cremallera; otro lento, por un tornillo milimétrico colocado en el interior de la columna, al cual se echa mano para enfocar más fácilmente la preparación. Son también partes mecánicas del microscopio la PLATINA, fija ó móvil, sobre la cual se colocan las preparaciones; el revolver, pieza que lleva dos ó tres objetivos atornillados; y diafragmas, colocados debajo de la platina, con el fin de graduar la luz que ha de penetrar en el microscopio; el más perfecto se llama IRIS, por su especial construcción.

La reproducción de la imagen se consigue, dibujándola con ayuda de las cámaras claras, ó fotografiándola con microscopios destinados al efecto.

La medición de los objetos pequeños se hace usando del ocular que lleva el micrómetro, viendo cuántas divisiones del micrómetro ocupa el objeto que quiere medirse y aplicando la regla siguiente: «el diámetro de un objeto amplificado se representa por un quebrado, cuyo numerador es el número de milímetros que ocupa el objeto en el micrómetro ocular y cuyo denominador es el número de diámetros que aumentan el ocular y el objetivo empleados en el acto».

LECCION 5.^a

CUADRO SINÓPTICO

1. ^o	Protoplasma	{	a) Propiedades físicas.
		}	b) Propiedades químicas.
2. ^o	Núcleo.....	{	a) Propiedades físicas.
		}	b) Propiedades químicas.
3. ^o	Membrana	{	a) Propiedades físicas.
	celular.	}	b) Propiedades químicas.
4. ^o	Leucitas.		
5. ^o	Vesículas de jugo celular.		
6. ^o	Morfología	{	a) Células cortas geométricas.
	externa de	{	b) » » no geométricas.
	las células.	}	c) » largas.

Morfología de las células.

Se ha visto que la *forma externa* de las plantas por su diversidad y naturaleza nos da una regla general para juzgar del grado de organización que aquellas ofrecen; originándose la primera clasificación expuesta en las páginas 13 y 14.

Al caracter de la *forma* acompaña el de la *estructura* ó colocación interior de los elementos orgánicos de las plantas; tanto que casi siempre siguen las dos un desarrollo paralelo, complicándose una á la vez que otra.

La estructura es muy variada: en las plantas más sencillas (algunas Algas y Hongos) el cuerpo del individuo es homogéneo, sin divisiones en su masa ni diferenciaciones orgánicas: son los seres *unicelulares*, de estructura conti-

nua ó no tabicada. En las plantas complicadas el cuerpo ofrece tabiques de separación entre los elementos diferentes, resultando seres de estructura celular ó tabicada, y por tanto *pluricelulares*.

De cualquier modo, ya sean las plantas de estructura homogénea ó heterogénea, sencilla ó complicada, siempre resulta que la base de toda organización es la célula: ella es el *elemento histológico* de donde se deriva todo.

Merece por esto atención especial la *Citología* ó tratado de la célula y de ella nos ocuparemos en los tres puntos siguientes:

I. ESTRUCTURA Y FORMA DE LAS CÉLULAS.

II. FISIOLÓGIA CELULAR.

III. Reseña de las sustancias que se originan por elaboración del protoplasma, llamadas PRODUCTOS CELULARES.

I ESTRUCTURA Y FORMA DE LAS CÉLULAS.

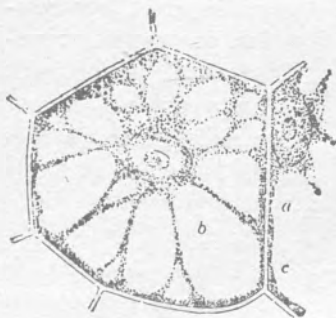


Fig. 8.^a—Célula con protoplasma, que deja entre su masa vacuolas (b) y encierra el núcleo en su interior. (aumento 800).

Ante todo conviene saber que la célula (fig. 8.^a) es un cuerpo muy pequeño (de milésimas de *mm* á veces) de una sustancia viviente (*protoplasma*) provista en general de un cuerpecito (*núcleo*) y de una membrana envolvente (*membrana celular*); ejemplo, *Protococcus viridis*, alga celular.

Como se ve, aun siendo la célula tan sencilla, ofrece ya en el principio una diferenciación protoplásmica que luego aumenta con

la aparición del jugo celular y los productos que origina el protoplasma.

En una célula completa se distinguen: 1.º Protoplasma, 2.º Núcleo, 3.º Membrana, 4.º Leucitas y 5.º Vesículas ó vacuolas.

1.º Protoplasma (1).

a) *Propiedades físicas.* Es una substancia de estado semifluido, gelatinosa, generalmente granulosa: su forma varía constantemente según las fases de la célula. En un principio ocupa por completo la célula y entonces solo

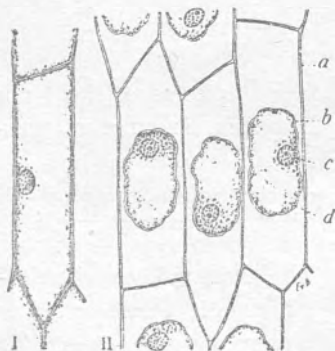


Fig. 9.—Epidermis del tallo de la Balsamina. I. célula natural, intacta. II. células tratadas por una solución de ácido nítrico; *a*, membrana celular; *b*, membrana del protoplasma; *c*, núcleo; *d*, protoplasma, retraído por el reactivo. (Er. Belzung).

puede apreciarse retra-yéndose al privarle del agua por el alcohol, disolución de azúcar ó goma, ú otros reactivos coagulantes (fig. 9.^a); después aparecen las *vacuolas* (figs. 8.^a y 10.^a) ocupadas por el jugo celular, que van como rasgando el protoplasma, hasta retirarse éste por completo á las paredes de la célula en forma de una capa continua, llamada *utrículo protoplásmico* ó *azoado*. Es además el protoplasma

substancia blanda, elástica, transparente, muy contractil y

(1) Puede estudiarse en cortes dados en los extremos de tallos, raíces y en general en las partes jóvenes del vegetal, como en epidermis (*Iris germánica*), pelos (*Althwa rósea*, *Cucurbitáceas*, *Tradescantia* etc.); ó en ciertos hongos como las masas protoplasmáticas (*plasmódios*) del *Aethalium septicum*, que se desarrolla en las tenebrias.

sobre todo dotada de gran poder endosmótico para el agua y algunos principios, suponiéndose que le protege una membrana albuminoidea. La substancia hialina del protoplasma (*hialoplasma*) es reticular y encierra las pequeñas granulaciones, llamadas *microsomas*.

b) *Propiedades químicas*. Es muy difícil precisar la composición química del protoplasma, porque cambia con los procesos vitales de la célula. Es abundante en agua, cuyo líquido es necesario para la vida de la célula, no solo por actuar de vehículo general de los diferentes principios, sino también á fin de sostener al protoplasma en la imbibición, indispensable para desempeñar sus funciones orgánicas. Contiene como elementos químicos principales O. H. N. C. S. P. K. Ca. Fe. y Mg.; pero en general, como es azoado ó albuminoideo, presenta los caracteres químicos de estas substancias.

Toma por los reactivos colorantes las siguientes coloraciones:

Rosa, más ó menos fuerte, tratándole por ácido sulfúrico, después de haberle impregnado de agua azucarada.

Rojo obscuro por la disolución ácida de nitrato mercurioso, ayudando su acción por el calor.

Amarillo obscuro, tratándole por los preparados de yodo.

Amarillo anaranjado, por el ácido nítrico y potasa, procurando antes de añadir ésta lavar el corte.

Violado, por imbibición en sulfato de cobre y adición de potasa, lavando antes el corte.

Finalmente, los álcalis diluidos parece que le disuelven, pero neutralizada la acción de aquellos por el ácido acético, el protoplasma reaparece; un exceso de este ácido le disuelve.

La coagulación se consigue por el calor y por los alcoholes, excepto por el absoluto, que mata al protoplasma sin contraerle; el mismo efecto se consigue con otros reactivos análogos.

Las materias colorantes, *cochinilla*, *carmin*, etc., que son rechazadas por el protoplasma vivo, penetran todas en su masa facilmente despues de muerto por algun agente que obre como tóxico. Lo mismo sucede con el nitrato de plata, que no lo precipita el protoplasma muerto, pero sí el viviente, por efecto del aldehido libre que contiene.

2.º **Núcleo.** Lo presentan todas las células, excepto en algunos hongos, como los *Saccharomyces*; á veces existen dos ó más (laticíferos de la *ortiga*).

a). *Propiedades físicas.* La forma suele ser ovoidea ó esférica y la estructura heterogénea, pues consta: de una membrana envolvente, un jugo nuclear, un *filamento* llamado *cromático* y uno ó dos *nucleolos*, notables porque su tamaño es mayor que el de los restantes gránulos del núcleo y su refracción más intensa. Se notan además dos esferitas (*centrosomas*), llamadas *esferas directrices* por el papel que desempeñan en la fragmentación del núcleo, durante la reproducción de la célula. Es más denso que el protoplasma, pero como él incoloro y transparente. Sobre todo algunos reactivos, como el alcohol, ácido ósmico y acético al 1 por 100, lo hacen muy perceptible, pudiendo servir para estudio la epidermis de las tunicas de la Cebolla y los pelos estaminales de la *Tradescantia virginica*. (figura 10.^a).

b) *Propiedades químicas.* La substancia que forma al núcleo se llama *nucleína*, y se considera como albuminoidea fosforada, siendo soluble en ácidos enérgicos y en los álcalis bastante diluidos.

Se considera formada de otras dos substancias diferentes entre sí: el *hialoplasma* y los *gránulos cromáticos*. La primera es insoluble y, como el jugo nuclear, refractaria á los reactivos colorantes; los gránulos son solubles en los álcalis y retienen con firmeza los colores, como el verde de methylo, hematoxilina, carmín, picrocarminato amónico y

otros. Se presenta la cromatina de los gránulos en forma de bastoncillos, de filamentos ó de retículo. Los nucleolos fijan también las materias colorantes, pero no son iguales en composición á los gránulos cromáticos. La composición de la nucleína cambia algo con los progresos de la edad, como lo prueba la distinta afinidad que ofrece con unos mismos reactivos.

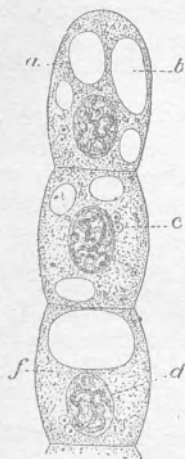


Fig. 10. — Pelo estaminal de la *Tradescantia virginica*, (aumento: 500). *a*, membrana celular; *b*, cavidad ocupada por el jugo celular; *c*, esferas directrices; *d*, núcleo y *f* protoplasma. (Guignard).

3.º Membrana celular. Suele existir en las células vegetales, ya se presente sencilla ó formada de varias zonas concéntricas. (1).

a) Propiedades físicas. Es sólida, blanca y transparente. Su forma varía determinando así la diversidad en la morfología de las células. La resistencia depende del espesor, pero ofrece comunmente la elasticidad y permeabilidad necesaria para los líquidos y gases. En todo caso presenta poros que permiten la comunicación fácil entre los protoplasmas de las células contiguas.

b) Propiedades químicas. Está compuesta la membrana de *celulosa* pura ó modificada y de *principios pécticos*. La celulosa pura es un hidrato de carbono ($C^{12} O^{10} H^{10}$)ⁿ de composición diferente al protoplasma, pero análoga á la del almidón, aunque más condensada: casi es pura la celulosa del algodón y la de médula de Saúco. Los compuestos pécticos, también ternarios, forman la laminita media que separa las membra-

(1) Puede estudiarse en los tejidos jóvenes, sobre los pelos del algodón, en la epidermis de las *Liliáceas*, en las células de frutos pulposos y muy bien en la médula seca del saúco.

nas de dos células contiguas: por esta causa, si aquellos se convierten naturalmente en gomas ó mucilagos, ó se disuelven por los reactivos, se produce la *disociación* de las células que estuvieran formando tejido.

Ofrece la celulosa, entre otros caracteres, los siguientes:

Insoluble en el agua, alcoholes y ácidos, y en general es muy resistente; solamente se disuelve en ácido sulfúrico concentrado, en la solución amoniacal de óxido de cobre (reactivo de Schweitzer) y la ataca el *Bacillus amylobacter*.

La disolución acuosa de potasa la hincha y permite observar mejor la disposición en zonas.

Se colora en violeta por el cloruro de zinc yodado y en azul por el yodo; pero antes de usar el cloruro de zinc debe actuar sobre el tejido por algunos segundos la potasa, lavando éste en el acto; y también el ácido sulfúrico ha de preceder cuando se emplee el yodo. Fija la membrana el azul de quinoleína y se tiñe en rojo por el carmin aluminoso de Grenacher, que se prepara haciendo una solución concentrada de alumbre é en ella hirviendo por 8 ó 10 minutos un poco de carmin.

La membrana celular ofrece estados muy diferentes por el mayor ó menor grado de condensación de la celulosa. Entre ellos se citan: la *paracelulosa*, que no se ataca por la disolución cupro-amoniacal, ni por el *Bacillus amylobacter*, rechazando también la coloración del yodo, después del tratamiento por el ácido sulfúrico. La *metacelulosa* ó celulosa de los Hongos es aún más refractaria á los reactivos indicados.

Otras veces se altera la membrana por las materias extrañas que se depositan en ella y de las que se hablará brevemente en su lugar.

4.º **Leucitas:** son unos corpúsculos de la célula encargados de formar ciertos principios de la vida. Generalmente son incoloras (*leucitas*), las hay de diferentes

colores (*chromoleucitas*), y las verdes son las más frecuentes (*chloroleucitas*).

5.º El jugo celular, finalmente, tiene una composición muy compleja, y de él se dirá lo principal al tratar de los *productos celulares*, pues se considera como una elaboración protoplásmica: está contenido en las *vacuolas*.

6.º Forma externa de las células. Si la célula no tiene membrana, como sucede en algunos hongos, el protoplasma cambia de disposición constantemente y carece aquella de una forma definida: luego á la membrana es debida la figura celular; aunque ésta tampoco es siempre constante y determinada, pues cambia con los progresos de la edad y con las presiones que sufren las células entre sí en los tejidos ó por el aire que las rodea. Por eso conviene, para completar la observación de la forma de las células, dar en el tejido cortes longitudinales y transversales.

Las células se dividen en *cortas* y *largas*: las primeras aparecen isodiámetras, en las segundas domina la longitud. A su vez las cortas pueden ser geométricas ó no geométricas y las largas cilíndricas ó fusiformes.

a) *Cortas geométricas.* La forma natural de la célula cuando está aislada ó sin sufrir presiones, es *esférica* ó *elíptica*, como si toda la masa se dispusiera simétricamente alrededor de un punto interno de atracción que ocupa el núcleo: ejemplo, los granos de polen hidratados y antes de germinar, las esporas de las criptógamas, las células pulposas de los frutos, de las hojas crasas, etc.

Las células de la médula de Saúco y de otros tejidos son de contorno generalmente *exagonal*; las hay *cúbicas*, de forma paralelepípeda, *tabular* (epidermis de *Yris* y *Allium*) y en los radios medulares. su aspecto es *muriforme*.

b) Células cortas, pero de contorno no poligonal, son las *estrelladas* y las *ramosas*: las prolongaciones en las primeras son regulares (médula del *Junco*), é irregulares en las segundas (tejido medio de las hojas, como en la *Camelia*) (fig. 11).

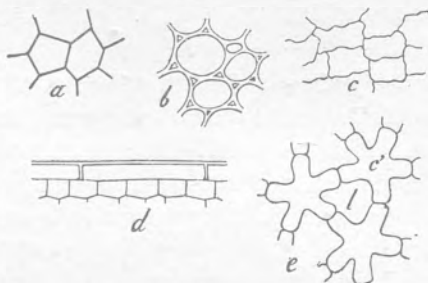


Fig. 11.—*a*, células poliedricas; *b*, ovoideas, dejando espacios triangulares; *c*, de bordes sinuosos; *d*, forma tabular; *e*, estrelladas que dejan entre sí lagunas (*l*).

c) *Células largas*. Unas son cilíndricas; se encuentran en las algas *Spirogyras* y en los vegetales superiores formando los *vasos* de conducción de la savia.

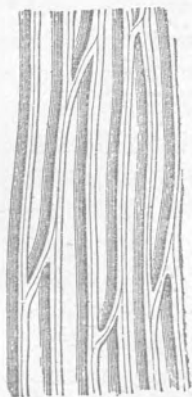


Fig. 12.—Corte longitudinal de la madera del *Acer platanoides*: disposición del tejido fibroso,

Las células alargadas, no cilíndricas, sino terminadas por planos oblicuos, se llaman *fibras* y se encuentran en el leño y liber de las plantas fibroso-vasculares (fig. 12). Las fibras dan firmeza al vegetal, pues además de su propia resistencia, se interponen sus extremos terminados en punta. Por esta razón, mejor que en cortes, se estudian las fibras por el método de disociación química. Las fibras son largas y abundantes en algunos

vegetales llamados textiles, como el *Lino*, *Cáñamo* y *Esparto*. (fig. 13).

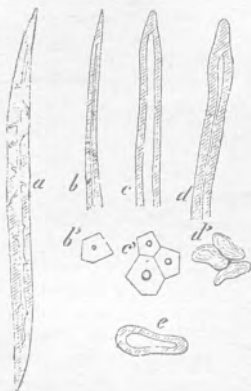


Fig. 13.—Fibras esclerosas; *a*, forma general de las fibras; *b* y *b'*, fibra de Lino y su corte transversal; *c* y *c'*, del Yute; *d* y *d'*, del Cáñamo; *e*, corte de la fibra del Ramio.

RESUMEN

La ESTRUCTURA en las plantas sigue paralelamente á la FORMA. El elemento orgánico es la célula, pudiendo ser los vegetales unicelulares ó pluricelulares, según que carezcan de divisiones en su masa ó presenten tabiques de separación: en el primer caso la estructura es sencilla y homogénea, en el segundo complicada y heterogénea.

La CÉLULA es un corpúsculo microscópico, de una substancia viviente (PROTOPLASMA), provisto en general de un cuerpecito, llamado NÚCLEO y de una membrana envolvente (MEMBRANA CELULAR): contiene además leucifos y jugo celular.

El protoplasma es una substancia semifluida, granulosa; llena en un principio toda la cavidad de la célula, despues aparecen las VACUOLAS, ocupadas por el jugo celular, y por último se retira á las paredes de aquella.

Es además el protoplasma elástico, transparente, incoloro y dotado de gran poder endosmótico para el agua y otros principios. Como sustancia azoada, albuminoidea, ofrece las reacciones características, coagulándose por el calor y tomando color amarillo por los preparados de yodo.

El núcleo es muy general en las células; su forma es de ordinario ovoidea ó esférica y su estructura heterogénea, pues consta, como la célula general, de membrana, nucleolo, y una sustancia denominada filamento cromático; es incoloro, transparente, más denso que el protoplasma, y muy perceptible en la célula tratándola por el ácido ósmico ó acético al 1 por 100. Químicamente se considera formado por la NUCLEINA, sustancia albuminoidea fosforada, soluble en los ácidos enérgicos y en los álcalis bastante diluidos.

La membrana celular es sencilla ó formada por varias zonas concéntricas, que aumentan su espesor; en todo caso ofrece la elasticidad y permeabilidad necesaria para cumplir sus funciones. Está compuesta de celulosa pura ó modificada; entre sus propiedades químicas se citan: ser insoluble en el agua, alcoholes y ácidos, excepto en el sulfúrico concentrado y en la solución amoniacal de óxido de cobre; la ataca el BACILLUS AMILOBACTER.

A la membrana es debida la forma de las células: puede ser ésta esférica, elíptica, ovoidea, poliédrica, tabular, ramosa ó estrellada. Si las células en vez de isodiamétricas son largas, por dominar la longitud en ellas, ofrecen dos variedades: cilíndricas y fusiformes; las primeras suelen ser las que forman después los vasos, y las segundas se denominan FIBRAS, abundando unas y otras en el leño y liber de las plantas fibro-vasculares.

LECCIÓN 6.^a

CUADRO SINÓPTICO

1. ^o Nutrición y crecimiento de las células.	
2. ^o Formación de esculturas.	a) en hueco. b) en relieve.
3. ^o Cambios de la membrana.. . . .	a) por la celulosa. b) por cuerpos extraños
4. ^o Movimiento.	a) en células libres. b) en células fijas.
5. ^o Reproduccion.	a') por renovación. b') por fusión. c) por mul- (a') sencilla. tiplicación (b') complicada

II FISIOLÓGÍA CELULAR

1.^o Nutrición y crecimiento. La primera propiedad fisiológica del protoplasma es la de *nutrirse* por absorción: la célula es el laboratorio químico de las plantas, donde aparecen por síntesis productos muy variados de los cuales son unos de *reserva* para el vegetal (aleurona, almidón) y otros de *excreción* (tanino, resinas).

El protoplasma asimila el alimento, bien sea el que elabora la clorofila directamente ó el que encuentra ya formado la célula cuando esta carece de clorofila (Hongos) para componer los hidratos de carbono. Al mismo tiempo desasimila, bajo la influencia del oxígeno del aire ó por otras causas internas; siendo este acto la causa de la *energía* para las síntesis de los diferentes productos, y de la emisión de *calor*, aunque en grado insignificante.

Consecuencia de la nutrición es el *crecimiento*, que se manifiesta especialmente en el espesor de la membrana celular. Esta crece en superficie por la presión del protoplasma; y á la vez en espesor por *intus-suscepción*, ó sea por la nutrición íntima, interponiéndose molécula á molécula, entre la celulosa primitiva, la celulosa secundaria que elabora el protoplasma. También el núcleo crece, aunque en él no hay productos de nutrición, é influye en el crecimiento general.

La estructura de la membrana en este caso es de capas ó zonas, distintas al microscopio por estar colocadas alternativamente, unas claras y otras oscuras: las primeras son refringentes, poco hidratadas, y las segundas con más cantidad de agua, notándose que la capa externa y la interna tienen propiedades iguales. La causa de ese aspecto diferente de las capas celulares es la distinta hidratación de la celulosa: la prueba está en que esa disposición desaparece al hidratarse la célula, pues entonces las capas se hacen iguales, y no se distinguen; por esta razón no debe usarse el agua como vehículo en este género de observaciones.

Esta disposición de la membrana celular explica perfectamente las estrias ó líneas que se marcan en la superficie, y que algunos reactivos, como la hematoxilina y los álcalis hacen más visibles. Si las capas de espesamiento son concéntricas con la cavidad celular, aparecen estrias transversales (células del tubérculo de *Dalia*); si aquéllas son radiales con respecto á la cavidad, las estrias son longitudinales (fibras del Cáñamo); finalmente, en otras células existen planos oblicuos que cortan á las estrias longitudinales en ángulos variados: en éste caso aparece la membrana como formada de prismas romboidales de celulosa, en yuxtaposición.

2.º Formacion de las marcas ó esculturas: las que presentan las células es otro efecto del crecimiento en espesor de la membrana celular.

Si la membrana se espesara uniformemente, la luz la atravesaría por igual en todas sus partes, como que era una masa homogénea; pero si la celulosa se deposita con

irregularidad, prefiriendo ciertos sitios de la membrana y respetando otros, éstos aparecerán transparentes por efecto de su delgadez, y aquellos más ó menos opacos según el espesor que adquieran. Y esta distribución irregular es muy natural y conveniente, porque el protoplasma de las células endurecidas se podrá relacionar precisamente por medio de esas partes de la pared que no han sido reforzadas, y que permiten la ósmosis necesaria para la nutrición y vida del organismo celular: si ocurre que esa pared delgada es reabsorbida, queda entonces completamente libre la comunicación.

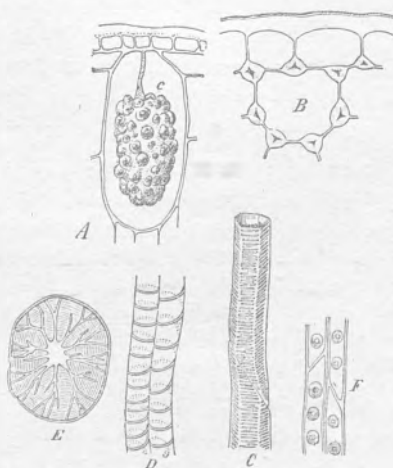


Fig. 14.—Espesamiento de la membrana; A, una célula de la Higuera conteniendo una incrustación (c) de carbonato cálcico ó *cistolito*; B; célula de colenquima de la *Begonia*; C, un vaso escalariforme de *Helecho*. D, un vaso espiral y otro anular; E, célula esclerosa, con la cavidad celular muy reducida. F, vasos con puntos areolados.

Los granos de polen y las esporas de algunas criptógamas ofrecen en su cara externa, por espesamiento,

marcas en relieve ó en hueco, como son puntos, retículos etcétera, y en general pueden ocurrir dos casos:

a) *Que la mayor parte de la pared aumente en espesor y la menor quede sin reforzar.* Si la celulosa respeta siempre los mismos puntos de la membrana, quedarán en el espesor de ésta canaliculos que vayan desde el centro á la periferia (fig. 14. E), aunque mirados al microscopio en cierta dirección aparezcan como *puntos* (células y fibras punteadas, vasos cribosos y células petrosas de la pera). Si las partes delgadas y transparentes son líneas, las células aparecen *rayadas*; si las rayas van paralelas, se llaman *escalariformes*, (vasos de los helechos (fig. 14. C) y *reticulares* si se cruzan irregularmente (capa fibrosa de la antera). Si los canales de que hemos tratado, no son del mismo diámetro en toda su extensión, sino que disminuyen de la periferia al centro de la célula, ofrecerán forma de campana, y al mirarlos según el eje se verán en proyección dos círculos concéntricos (fig. 14. F) correspondientes á los dos extremos del canaliculo: estos dibujos se llaman *puntos areolados* (fibras de las coníferas), y el mismo fenómeno pueden presentar también las rayas, como en los tallos de *Dalia* y de los *Helechos*.

b) *Que la celulosa se deposite por dentro de la célula solamente en ciertos puntos, quedando sin reforzar la mayor parte.* Entonces se originan las células *anulares*, *espirales* y *espiro-anulares* (fig. 14. D) según la marca ó dibujo que presenten, (tallo de *Matz*). Las más comunes son las espirales, llamadas también *tráqueas*, muy abundantes en los tejidos jóvenes, y perceptibles á simple vista, partiendo al medio por tracción una hoja de Rosal, y mejor aún de *Himantophyllum*; en este caso las vueltas de espira se desarrollan y se sostiene la porción partida de la hoja por medio de hilos muy ténues. En vez de hilos en espiral son lá-

minas en algunas especies de Cáceas, y en otros casos están varias espirales reunidas, caminando las espiras en un mismo sentido ó en sentidos contrarios. Estos dibujos no son exclusivos, pues la misma célula ofrece varios á la vez.

3.º Cambios de la membrana.

Para completar estos conocimientos elementales sobre el crecimiento de la membrana, expondremos brevemente las alteraciones químicas que sufre con la edad de la célula.

En unos casos la membrana presenta sustancias que se consideran como estados diferentes de la celulosa: la prueba está en que privando á la membrana por medio de reactivos de esas materias extrañas, da los caracteres de la celulosa propiamente dicha; en otros, ofrece materias diferentes, como cera, sílice, caliza, etc. Las alteraciones principales son:

a) por alteración de la celulosa.

Cutinización. La membrana se incrusta de *cutina*, como se ve en la capa externa de los granos de polen, esporas y sobre la epidérmis de algunas hojas (*Aloes*): esa zona externa se denomina *cutícula*, y está formada á veces de varias capas *cuticulares*, que toman el color amarillo por el yodo y por el cloruro de zinc yodado. La *cutina* es una alteración total de la celulosa; resiste la acción del ácido sulfúrico, éter, alcohol y hasta del *Bacillus amylobacter*, pero se altera por su ebullición en potasa concentrada. Se aísla por putrefacción del órgano que la lleva ó por el reactivo de Schulze.

Suberización. La membrana se transforma en *suberina*, sustancia impermeable, elástica, que forma el corcho de algunas plantas (*Alcornoque*, *Olmo*). La suberina es análoga por sus caracteres á la cutina y sirve de protección á la planta.

Gelificación es la transformación de las paredes internas de la membrana en mucilagos y gomas: causa la disociación de esporas y granos de polen.

b) por interposición de sustancias extrañas.

Lignificación. La membrana se incrusta total ó parcial-

mente de *lignina* ó vasculosa, como se ve en las fibras de la madera; es más rica en carbono que la celulosa. Las membranas lignificadas se coloran de amarillo por el cloruro de zinc yodado y de rosa por el ácido clorhídrico y floroglucina.

Mineralización. La membrana se incrusta de materias minerales que suelen ser la sílice amorfa (*Gramináceas, Diatomáceas, Equisetáceas*), el oxalato cálcico y el carbonato cálcico amorfo ó cristalizado (*Corallina* y cistolitos de *Ficus*).

Cerificación, Lieuefacción Coloración. Consiste la primera en depositarse cera sobre la piel de hojas y frutos (*Aloe, Ciruela* Palma cerífera de los Andes); la segunda, en transformarse en sustancias solubles, dextrina y glucosa; la tercera en teñirse por diferentes principios. (Raiz de *Berberis Campeche* etc.)

4.º **Movimiento.**

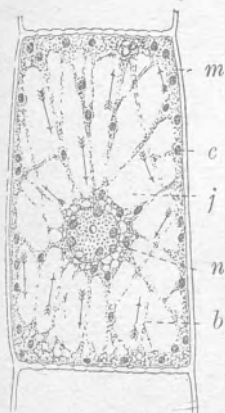
Otra propiedad fisiológica de la célula es el *movimiento* que se manifiesta particularmente en el protoplasma. En esta propiedad coincide con el *sarcoda* animal, aunque en los vegetales los movimientos son menos perceptibles por dificultarlos la membrana resistente que protege las células: por esta razón deben emplearse para estos ensayos pelos jóvenes de algunas plantas, y mejor *plasmidios* (agregados de células) de hongos mixomicetos, que carecen de membrana.

En primer lugar, el protoplasma es muy contractil, pues basta privarle del agua, como hizo Nægeli por medio de una solución de goma ó azúcar, para que se retraiga, y en cambio se extiende fácilmente de nuevo adicionándole dicho líquido. El movimiento varía en dos casos:

a) En los protoplasmas libres (hongos *mixomicetos, esporas*) el movimiento es externo, *amiboide, por cilios y oscilatorio*: el primero se verifica emitiendo el protoplasma prolongaciones á manera de brazos que adelantan, para volver luego á fundirse en la masa general, arrastrándola

en una dirección dada; el segundo tiene lugar agitándose unos cilios ó pestañas que adornan á las células, como en los anterozoides y zoosporas de algunas criptógamas; el tercero es un movimiento rápido, intermitente, de la masa en general, como se ve en las algas oscilarias y en las bacterias.

b) Si las células están fijas, el movimiento del protoplasma sólo es interno: en las células de los pelos estaminales de la *Tradescantia*, (fig. 10)



como en los calicinales de la *Althæa rosea*, ó en los del *Beleño*, *Cababaza* etc. se notan movimientos de *circulación*, en virtud de los cuales el líquido de la célula se mueve entre el protoplasma, arrastrando las pequeñas granulaciones que halla al paso; sobre todo la velocidad es mayor, á veces de seis décimas de *mm.* en un minuto, cuando avanza junto á una pared de la célula y desciende por el lado opuesto,

Fig. 15 —Célula, para demostrar las corrientes protoplásmicas. *b*, bandas de protoplasma; *c*, capa protoplásmica, unida á la pared de la célula (*m*) y encerrando cloroleucitas; *j*, jugo celular y *n*, núcleo. (Er. Belzung). El protoplasma, entonces se fracciona en hilos muy delgados que aparecen y vuelven á fundirse en la masa general; y hasta el núcleo tiene movimiento amiboide dentro de la célula, dotada como se ve de una facultad, que al ser propia y constante, revela en ese pequeño organismo la energía vital (1). En este movimiento influye el calor,

(1) Todavía citan los autores el movimiento llamado *browniano* que es el de trepidación de los granos, cuando tienen de 5 á 6 milésimas de *mm.*, al flotar en un líquido poco denso.

siendo más favorable una temperatura de unos 37.º; son contrarios, en cambio, ciertos reactivos (cloroformo) y las corrientes eléctricas, influyendo la luz sólo en la dirección del movimiento. Es además el protoplasma *irritable* por la acción de agentes externos ó internos.

5.º **Celulogénesis** ó generación celular. Cuando la célula ha completado su desarrollo se dispone á la *reproducción*, originando otras células, que permanecerán unidas ó disociadas, según la naturaleza del vegetal.

Parece ser que el núcleo influye más directamente que el protoplasma en la generación celular, para transmitir por *herencia* el conjunto de las propiedades de la célula. De todos modos, cualquiera que sea la causa de esas propiedades hereditarias, es cierto que todo protoplasma y todo núcleo reclama la necesidad de otro protoplasma y otro núcleo preexistentes. La teoría absurda de la *generación espontánea*, que suponía la vida en el germen como resultado de la agregación directa de materias inertes en virtud de su afinidad química, no tiene ningún hecho en su apoyo. Ni lo tiene tampoco la hipótesis de la generación espontánea de los primeros seres, porque esas frases de ser la vida un *problema de mecánica*, una *vibración interior más intensa*, una *forma particular de la energía*, carecen de sentido ante la observación y la experiencia y mucho más ante la Religión verdadera y la recta Filosofía.

He aquí las principales formas de reproducción:

a) En las Algas, Helechos y otras criptógamas, la célula que ha de reproducirse no se divide: basta que todo su protoplasma ó parte de él se modifique, que sufra una *renovación*, y ella misma, rejuvenecida, será la célula hija, en forma de zoospora, anterozoido, etc. Como se ve, en este caso, no hay aumento de células, sino modificación de las existentes.

b) Tampoco da base de aumento el método de *fusión* de dos ó varias células preexistentes: en los Hongos mixo-

micetos se fusionan muchas células en una masa llamada *plasmodio*, cuyo volumen total es igual á la suma de los parciales de las células. La fusión de dos células únicas, que pierden sus membranas al combinarse y se reducen de volumen, es la *Conjugación*; y dentro de ésta se cita la *sexualidad*, cuando esas dos células fusionadas (*gametos*) son desiguales, funcionando una como masculina y otra como femenina: así aparece el huevo en algunas criptógamas de la clase algas.

c) La *multiplicación* es el método propiamente dicho de generación con aumento de células: esta forma puede ser sencilla y complicada.

a') La forma *sencilla* consiste en la división *directa* por estrangulación del núcleo primario en dos, cuatro, ocho ó más, secundarios, agrupándose el protoplasma, también dividido, alrededor de ellos, para originar otras tantas células: ejemplo, el núcleo del saco embrionario en las *Angiospermas* y las esporas de los hongos *ascomicetos*.

b') En la forma *complicada*, á la división *indirecta* del núcleo, suele seguir la formación de tabiques celulares en el protoplasma, que dividen perfectamente la célula primitiva en dos ó más, con sus membranas y núcleos respectivos. Lo general es que la célula sufra solamente la *bipartición*; lo excepcional es que resulte *multipartida* por el concurso de tabiques simultáneos y numerosos, como sucede en la formación del albumen en las semillas de algunas plantas. Se comprende que el segundo caso es una repetición del primero; así daremos á conocer éste aunque brevemente.

La bipartición de que hablamos se llama *Kariokinesis*, y sobre este fenómeno han hecho estudios notables Strasburger, Flemming, Guignard y otros histólogos eminentes, en los óvulos de la *Fritillaria imperialis* y *Lilium candidum*, fijados previamente por alcohol absoluto ó algún reactivo análogo. Redúcese el fenómeno á las siguientes fases del núcleo y del protoplasma.

1.^a). El núcleo, con su nucleolo y membrana, está en reposo.

2.^a). El filamento cromático, que formaba un pelotón nuclear, aumenta de volumen en la célula, para dividirse después en segmentos.

3.^a). La membrana nuclear y el nucleolo desaparecen, estableciéndose comunicación completa con el protoplasma general; y á la vez los segmentos del filamento cromático, (*chromosomos*) encorvados en forma de horquilla ó U, se colocan en el centro de la célula, formando una placa nuclear en roseta ó estrella (*monaster.*) (fig. 16. II).

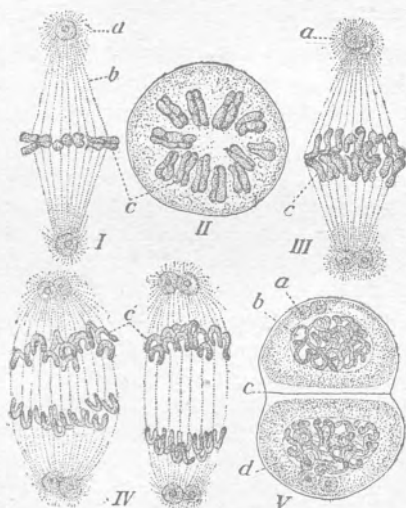


Fig. 16. — Estados de la división del núcleo. I, II, *a*, esferas directrices; *b*, huso; *a*, placa nuclear (de perfil y de frente). III, división longitudinal de los cromosomos; IV, la mitad caminan hacia una esfera y la otra mitad hacia la otra. V. *b*, los dos núcleos; *a*, sus esferas atractivas; *d*, protoplasma; *c*, tabique de separación de las dos células (aumento: 600) (Guignard).

4.^a). Desde este momento se marcan en los polos de la célula dos centros de atracción, llamados *centrosomas* (1), que

(1) Se cree que estaban ya formados antes de que el núcleo, perdiendo su reposo, se dispusiera á la división.

están unidos por varios filamentos protoplásmicos, dando lugar á una figura semejante á un *huso* ó *tonel*, (I) en cuya parte más ensanchada están, como se ha dicho, los cromosomas del filamento, y cada uno de los cuales se dividirá longitudinalmente en dos (III).

5.^a). Hendidos los cromosomas resbalan por los hilos del uso, llamados *filamentos conductores*, y se dirigen, la mitad á un polo y la otra mitad al polo opuesto. (IV).

6.^a). Las horquillas de cada polo forman primeramente una estrella, de manera que esta fase es del *diaster*; después se reúnen entre sí las de cada polo formando un nuevo filamento que se rodea de una membrana, y queda el núcleo dividido en dos (V).

7.^a). Lo general es que en el plano ecuatorial del huso, y por tanto perpendicularmente al eje de la célula, se forme un tabique de celulosa ó placa celular, que acaba la división de la célula: la estructura es *tabicada*. Si el tabique no se forma, quedará la célula madre con dos ó más núcleos, rodeados de protoplasma; esas dan lugar á la estructura *articulada*, y como tales pueden tomarse los esporangios de ciertas criptógamas: la estructura es otras veces *disociada*.

Terminaremos diciendo que todo núcleo procede de otro núcleo, y nunca aparece espontáneamente en el seno del protoplasma. De la importancia del núcleo en la célula puede juzgarse sabiendo que nunca falta en las plantas, á no ser en las algas cianofíceas.

Por lo expuesto se comprende que la célula sintetiza todas las funciones orgánicas; se nutre, crece por asimilación, se relaciona con el ambiente en que vive, se reproduce oportunamente y después muere, cuando ha llenado su misión en la naturaleza.

RESUMEN.

FISIOLOGIA CELULAR. *La célula se nutre por absorción, elabora principios útiles á su organismo y desasimila otros, proviniendo de estos actos de nutrición el crecimiento por intus-suscepción. Este es muy marcado en el espesor de la membrana celular, cuando está formada de capas sucesivas, que*

se distinguen al microscopio por ser unas refringentes, poco hidratadas, y otras menos refringentes y con más cantidad de agua.

El espesor muy desigual de la membrana, por la manera desigual de colocarse la celulosa, explica las llamadas MARCAS ó ESCULTURAS: si la celulosa deja de depositarse en algunos sitios de la membrana, aparecen estos como PUNTOS, RAYAS, RETICULOS y puntos AREOLADOS, todos los cuales permiten los fenómenos de ósmosis, ó sea el comercio vital entre dos células contiguas; si la celulosa sólo se deposita en algunos puntos y no en la generalidad de la membrana, aparecen en ésta los ANILLOS y ESPIRAS, que forman los vasos espirales tan frecuentes en las plantas.

La membrana sufre alteraciones químicas, debidas á modificaciones en la celulosa, ó á depósitos de diferentes sustancias. Las principales son: la LIGNIFICACIÓN, si se deposita lignina; CUTINIZACIÓN, si se deposita cutina; SUBERIZACIÓN, si el depósito es de suberina; GELIFICACIÓN, si la membrana se transforma en mucilagos y gomas; MINERALIZACIÓN y CERIFICACIÓN si se endurece por minerales ó se recubre de cera.

Otra función celular es el MOVIMIENTO, sobre todo en células libres, pudiendo ser por prolongaciones del protoplasma (amiboide) por cilios ó por oscilaciones generales y rápidas de la masa; en las células unidas en tejido sólo se observa la circulación de los jugos entre el protoplasma, arrastrando las pequeñas granulaciones que halla á su paso.

Finalmente, la célula se reproduce de diferentes maneras; por RENOVACIÓN del protoplasma (algas); por FUSIÓN de dos protoplasmas, iguales ó desiguales, llamándose el acto en el segundo caso conjugación; por MULTIPLICACIÓN; y en este método caben dos procedimientos: si la multiplicación es sencilla, basta la estrangulación del núcleo primitivo en dos; si es complicada, empieza la división indirecta del núcleo en dos, seguida de la fractura del protoplasma por tabiques sucesivos, cuyo procedimiento se llama de KARIOKINESIS.

Por lo expuesto se comprende que la célula sintetiza todas las funciones orgánicas: se nutre, crece en virtud de los actos de asimilación y desasimilación, se relaciona con el medio en que vive, se reproduce, y muere cuando completa su evolución.

LECCIÓN 7.^a

CUADRO SINÓPTICO

I. Substancias líquidas disueltas. (Jugo celular).	1. ^o	Azúcares y Dextrina.
	2. ^o	Gomas y Mucilagos.
	3. ^o	Inulina.
	4. ^o	Tanino.
	5. ^o	Acidos orgánicos.
	6. ^o	Alcaloides.
	7. ^o	Amidas, diastasas, ..
II. Substancias líquidas, visibles al microscopio.	1. ^o	Cuerpos grasos.
	2. ^o	Aceites esenciales.
	3. ^o	Resinas.
	4. ^o	Gomo-resinas, ..

III CONTENIDO DE LAS CÉLULAS

En rigor bajo este título debe entrar todo cuanto en la célula existe; pero ha sido necesario para la claridad de los asuntos tratar por anticipado del protoplasma, núcleo, membrana y leucitas; y hablar en la membrana de la *celulosa* y de las modificaciones que presenta con el crecimiento de las células.

Mas bien corresponde ahora reducir á breve estudio los llamados *productos celulares*, que son el resultado de la vida del protoplasma. Y como estos productos son numerosos, porque la célula es un laboratorio fecundo, no siendo posible abarcarlos todos, se tratará de los que ejercen mayor influencia en la vida del vegetal y de los que se encuentran con frecuencia en las observaciones microscópicas.

Antes es necesario clasificarlos, bien sea por la composición química ó por los caracteres físicos. La clasificación química es más natural, pero la física es más sencilla, prefiriendo ésta para la claridad de la exposición, como hacen Duchartre, Gerard y otros botánicos.

Clasificación química en cuatro grupos:

1.º *Productos orgánicos nitrogenados*. Cloroleucitas, Aleurona, Albuminoideos, Diastasas, Alcaloides...

2.º *Productos orgánicos no nitrogenados, ternarios*. (Almidón, Inulina, Glucosas, Sacarosas, cuerpos grasos, ácidos orgánicos).

3.º *Productos orgánicos binarios*. (Esencias).

4.º *Cuerpos minerales*. (sales).

Clasificación práctica de R. Gérard.

Substancias	Líquidas.	En disolución, por consiguiente invisibles.	Glucosa, levulosa, sacarosa.
			Mucílago, glucosidos, inulina. Ácidos: tánico, tártrico, oxálico. Sales: cremor tártrico, malato de cal. Alcaloides; esparraguina, leucina. Zimasas: diastasa, pepsina, invertina. Pigmentos: violado, índigo, azul, rosa.
	Sólidas.	En suspensión, directamente visibles.	Aceites grasos, aceites esenciales, resinas, caucho...
Leucitas ó plastidios: almidón, clorofila, pigmentos sólidos. Cristaloides, aleurona. Cuerpos grasos cristalizados. Materias minerales cristalinas y amorfas: sílice, oxalato de cal, azufre, tartratos..			

De estos productos se elegirán los principales, y su descripción consistirá en exponer brevemente: 1.º sus caracteres físicos de forma, estructura, densidad, coloración, dimensiones, etc. 2.º su composición química y reactivos característicos. 3.º su origen, desarrollo, multiplica-

ción, variedades, partes del vegetal en que se encuentran y funciones que en él desempeñan.

I. **Substancias líquidas disueltas.**--*Jugo celular.*

A medida que la célula se desarrolla aparecen en la masa protoplásmica cavidades llenas de un líquido, llamado jugo celular (1). Contiene este jugo, que es como el plasma de la célula, gran cantidad de agua y en ella disueltos muchos productos, ya sean de asimilación ó de eliminación. Los principales son los siguientes:

1.º **AZÚCARES Y DEXTRINA.** Se distinguen como principales azúcares las *sacarosas* y *glucosas*; en las primeras figura la *sacarosa* propiamente dicha, llamada azúcar de caña, muy abundante en la médula de la Caña de azúcar, raíz de Remolacha, nectarios y frutos de algunas plantas; puede cristalizarse por el alcohol absoluto cuando existe en mucha cantidad; no fermenta directamente. La *maltosa* procede de la transformación del almidón. En las segundas se citan la *glucosa* ó *dextrosa*, que sufre directamente la fermentación alcohólica y la *levulosa* ó azúcar de frutos, por ser abundante en los frutos dulces.

Según Raspail los tejidos que tienen *sacarosa* toman color rojo rosa por el ácido sulfúrico concentrado, y con el reactivo de Trommer (sulfato de cobre puro al 10 por 100) se presenta coloración azul clara. Tratadas por este reactivo las células que contengan *glucosa* se enturbian por un precipitado granuloso, amarillo rojizo, de óxido de cobre. Son resultado en los frutos de transformaciones químicas que estos sufren con la maduración. (2).

La *Dextrina* es un producto de la transformación del

(1) Esas cavidades, llamadas *vacuolas*, se consideran hoy como leucitas especiales (hidroleucitas), según se ha dicho.

(2) Como producto azucarado, el *maná* (Fresno, Eucaliptus, Hongos, Laminarias) cuyo principio es la *manita*.

almidón: con el reactivo de Trommer se origina en las células un precipitado granuloso, rojo cinabrio. (1).

2.º GOMAS Y MUCÍLAGOS. Proceden las gomas de alteraciones sufridas por las membranas celulares. Para observar estas sustancias al microscopio es preciso no emplear el agua como vehículo en los ensayos; en cambio teniendo por algún tiempo en alcohol de 90º los órganos que las contengan se precipitan en forma granulosa. El reactivo más usado es el yodo, que no da color á las gomas y tiñe de azul ó violado los mucilagos.

Las variedades de gomas son: a) *arábica*: soluble en el agua; su principio es la *arabina*, y la producen algunas especies del gen. Acacia: b) la del país, goma *nostras*: soluble en parte en el agua; su principio insoluble es la *cerasina* y la producen algunos árboles de las Amigdaláceas. c) la de *traga-canto*; su principio es la *basorina* y la producen la médula y radios medulares de algunas especies de Leguminosas del gen. *Astragalus*; no se disuelve en el agua, pero puede absorber mucha, pareciéndose en esto á los mucilagos. Estos son abundantes en las Malváceas, *Fucus* y en las células epidérmicas de las semillas del membrillo y lino.

Los *mucilagos* son masas amorfas, de composición compleja, que no nutren á la planta, pero fijan y acumulan el agua en las células que las contienen; un mucilago muy usado es el *agar-agar*, extraído de un alga florídea del mar Indico, llamada *Gelidium spiriforme*.

3.º INULINA. Es una substancia que está naturalmente disuelta en el jugo celular, pero se puede separar de él, ó desecando lentamente los tejidos ó tratándolos por alcohol diluido: en ambos casos cristaliza la inulina en agujas, que se disponen alrededor de un centro, formando

(1) En las clasificaciones químicas se incluyen en este grupo las *Glucosidas*, que carecen de nitrógeno en su mayoría y pueden cristalizar, como la *amigdalina*: la *floroglucina*, que es del grupo de los fenoles, merece citarse por ser un reactivo en histología. Químicamente considerado figura también el *tanino* en este lugar, y en otro próximo los *Principios pécticos*, disueltos en el jugo celular de algunos frutos.

esfero-cristales (fig. 17); y es de notar que á veces un esfero-cristal lo integra la inulina de dos ó tres células, obrando como centro de atracción un punto de la pared de separación de dichas células. Son masas birefringentes, reconocibles por la luz polarizada. Es también, como la celulosa, azúcares y almidón, una substancia ternaria: no hay reactivo colorante que la determine, pues el yodo no la colora, aunque aclara su estructura internándose entre las fibras del cristal; el agua no la hincha, pero se disuelve en ella á los 40 ó 50 grados.

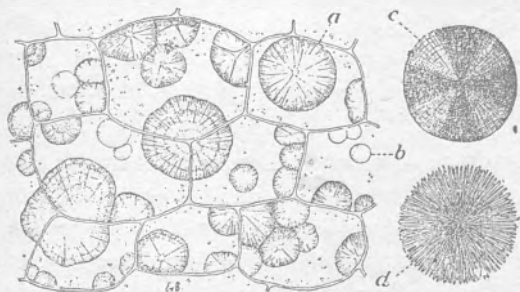


Fig. 17. -- *a* y *d*, esferocristales de Inulina (Tubérculo de Dalia) con agujas radiantes; *b*, glóbulos no cristalinos; *c*, cruz negra á la luz polarizada con los nícoles cruzados (Er. Belzung).

Descubierta por Rose (1804) en las partes subterráneas de la *Inula Helenium*, se ha comprobado además en el Girasol, Diente de León, tubérculos de Dalia y en otras plantas de la familia Compuestas. Equivale fisiológicamente al almidón, y durante la germinación se cambia en azúcar asimilable. (1)

4.º TANINO. Es una substancia disuelta en el jugo de las células jóvenes; en otras edades lo presenta la corteza

(1) Los Hongos elaboran una substancia llamada por sus propiedades *Glicógena*

en forma de gotas oleaginosas, y aún de granos blandos y pastosos. Su reacción es débilmente ácida y se colora en azul por el yodo: se lo llama con impropiedad ácido tánico. Los granos de tanino son solubles en el agua, y su principal reactivo está en las sales de hierro (cloruro y acetato de hierro) con las cuales aquel da un precipitado verde obscuro, azulado ó negro según los casos.

Se encuentra en las cortezas y maderas jóvenes de vegetales leñosos, como el Eucaliptus, Roble, Encina, etcé, tera; y aunque para la planta es considerado como substancia excretada, (1) industrialmente es útil como materia colorante, y sobre todo en el curtido de pieles, pues precipita en ellas los principios albuminosos, en forma de tanatos inalterables, é impide su putrefacción: con él se fabrica el *cuero*.

5.º ACIDOS ORGÁNICOS. Los más comunes son ternarios y sin nitrógeno. Se citan el *cítrico*, (Limón) *tátrico*, (uvas verdes) *málico* (manzana) *fórmico* (ortiga) *gálico*; el más frecuente es el *oxálico*, que á veces se encuentra libre en las células, como en los pelos glandulosos del garbanzo; pero generalmente se combina con la cal, formando cristales de que hablaremos más adelante: precisamente este ácido se reconocerá en las células mediante un compuesto de calcio, por los cuerpos cristalinos que se obtendrán, solubles en el ácido clorhídrico, pero insolubles en el acético.

El ácido oxálico no nutre al vegetal; es más bien un tóxico, si no se combina con el calcio para formar *oxalatos*, que representan productos de excreción; aunque indirectamente son útiles á las plantas defendiéndolas del ataque de los animales fitófagos.

(1) Es un principio nutritivo en la maduración de los frutos, y *protector* de la planta contra los animales herbívoros, por su calidad de astringente.

En los órganos vegetativos son los ácidos orgánicos reservas alimenticias, y también en los frutos la parte de ácidos que se consume durante la maduración de aquellos, tanto en la respiración como en la nutrición de los tejidos: la parte sobrante, que ya no tendrá empleo, se considera como productos de eliminación. Diversas especies de hongos prefieren los ácidos orgánicos para su alimentación, cuya circunstancia explica la facilidad con que se enmohecen el limón y la naranja.

6.º *Alcaloides*: son de difícil reconocimiento micrográfico, y también varían mucho por su composición química y propiedades físicas: son productos nitrogenados, cuaternarios la mayor parte y ternarios algunos (nicotina, conicina), por faltarles oxígeno. Cristalizables en general, de propiedades básicas, y fáciles de separar, por la mezcla de alcohol y ácido acético, de los tejidos que los contienen.

Algunos son medicamentos de primer orden en la terapéutica moderna, como la morfina, cafeína, aconitina, quinina, atropina, digitalina, estriquina, etc.

7.º Finalmente, disueltos en el jugo celular se hallan también principios albuminosos (albumina, caseína vegetal), y otros muy importantes, como son *amidas*, *diastasas* y *pigmentos clorofilianos*. Las amidas existen en los tejidos de los vegetales y son resultado de la descomposición de los principios albuminoideos: representan la forma en que estos se asimilan, y sus principales propiedades están en ser compuestos azoados y cristalizables.

Entre las amidas se citan la Leucina, Tyrosina y Esparraguina, abundante ésta en algunas Leguminosas (*Lupinus*), en las almendras verdes y tallos de Espárrago: como no es soluble en alcohol puede precipitarse tratando por alcohol absoluto los tejidos, y se forman agujas cristalinas prismáticas.

Las diastasas ó fermentos solubles, substancias azo-

adas, tienen por objeto desdoblarse los productos ternarios ó cuaternarios, hidratándolos y transformándolos en otros principios solubles: son los agentes de la digestión de las reservas alimenticias, y su caracter muy notable es que una pequeña cantidad de fermento puede transformar una gran cantidad de substancia fermentable.

Entre las diastasas se citan: la *amylasa*, que transforma la fécula en *maltosa* (azúcar de las *sacarosas*) y *dextrina* y después ésta en maltosa también; la *invertina*, convierte la *sacarosa* en dos especies de glucosas, (*dextrosa* y *levulosa*); la *lactasa*, convierte la lactosa ó azúcar de leche en dos glucosas (*dextrosa* y *galactosa*); la *pectasa* transforma la *pectina* en ácido péctico: estas diastasas actúan todas sobre hidratos de carbono.

La *saponasa* transforma los cuerpos grasos en *ácidos grasos*, así como la *pepsina* y *trypsina* cambian los albuminoides en *peptonas*.

La mayoría de los colores vegetales es debida á corpúsculos pigmentarios; pero es notable que los colores azules, y en general los de la *serie ciánica*, son principios disueltos en el jugo de células, unas veces epidérmicas, como en las flores, y otras internas en los tejidos; no obstante, hay excepciones á esta regla, como sucede con el pigmento negro-azulado de los frutos de la belladona (1).

II. Substancias generalmente líquidas, visibles al microscopio.

1.º CUERPOS GRASOS. Son mezclas de éteres de glicerina. En el caso de ser líquidos se llaman *aceites*, y *manteacas* (cacao, coco) si son sólidos á la temperatura ordinaria, no fundiéndose lo menos hasta los 30°. Generalmente son líquidos, en gotas muy refringentes; más ligeros que el agua, en general incoloros ó amarillos. No son volátiles ni solubles en el agua, pero sí en alcohol, caliente sobre to-

(1) Mas adelante se expondrán generalidades sobre este punto.

do, y en éter, bencina, esencia de trementina, etc. Son sustancias ternarias, que representan combinaciones de ácidos orgánicos y glicerina, y sus reactivos principales son dos: el ácido ósmico, que las ennegrece, y la tintura de *orcaneta* (*Alkanna tinctoria*) que comunica tinta negra violácea á los corpúsculos grasos. En presencia del agua y de los ácidos ó álcalis se desdoblán en glicerina y ácidos grasos (*saponificación*); con los álcalis precede la *emulsión*, ó unión íntima de agua, álcali y cuerpo-graso.

Los aceites son unas veces materiales de reserva para la planta, y á ese grupo pertenecen los que se hallan en las semillas de Ricino, Almendro, Lino, procedentes de la misma red protoplásmica ó de corpúsculos albuminoideos especiales: en estos casos el embrión los asimila, cuando la diastasa especial los ha saponificado. Otras veces el aceite procede de tejidos celulares degenerados (pulpa de aceituna, mesofilo de la hoja), y no tiene aplicación directa para el vegetal.

2.º ACEITES ESENCIALES: se llaman *esencias*, como las de clavo y almendras amargas; Romero y otras Labiadas; Ajenjo y otras Compuestas; Anís y otras Umbelíferas; Naranja y otras Auranciáceas..... que dan aroma á las flores, frutos y demás partes de la planta. Se presentan en gotas refringentes y movibles, incoloras ó coloradas, volátiles y de ordinario menos densas que el agua, pero lo son más las esencias de clavo y canela. Aunque su composición varía mucho, son carburos de hidrógeno, insolubles en el agua, solubles en los disolventes de las grasas, incluso en el alcohol en frío; no tienen reactivos característicos. Es muy común que se oxiden y entonces pasan á resinas; si la resinificación no es completa, el producto del aceite y resina se llama *oleo-resina*, de que es tipo la trementina de las Coníferas. Las esencias, así como las resinas, bálsamos y gomo-resinas, son *productos de excreción*.

3.º RESINAS. Son masas mal definidas químicamente. Las resinas del Peral y otras plantas se presentan en masas

homogéneas, y sus reactivos característicos son el de Müller, el de Franchimon (disolución acuosa de acetato de cobre) que les da color verde esmeralda, si se han tenido los tejidos sumergidos en él varios días, y la tintura de Alkanna, que les colora en rojo. Se disuelven las resinas en el alcohol y eter.

Caracteres análogos tiene el *caucho* hallado en el líquido tan importante, llamado *latex*. Se presenta en granos numerosos en el latex del Ficus elástica, Euforbiáceas, Sapotáceas, Papaveráceas y otras plantas que dan la base industrial del caucho y gutapercha: esos granos son insolubles en el agua, pero solubles en bencina, sulfuro de carbono y cloroformo.

El líquido latex es de distintos colores y muy complejo, pues contiene en agua sustancias tan distintas, como azúcares, almidón, albuminoideos, resinas, gomas, alcaloides, grasas y sales: lo que demuestra ser un líquido utilizable en parte por la célula, y lo restante queda como producto de eliminación.

4.º Finalmente, relacionados con esos principios descritos están también, las *ceras*, *gomo-resinas* y *bálsamos*. De las primeras se dirá lo principal al tratar del tejido epidérmico de las plantas, con el que tiene gran relación: las gomo-resinas, mezcla de esas dos sustancias, son excretadas líquidas, pero al exterior se solidifican; ejemplos, las de Umbelíferas y Terebintáceas; los bálsamos son considerados como resinas disueltas en aceites esenciales, encerrando *ácido benzóico* ó *cinámico*. Al ser excretados se solidifican; ejemplo, bálsamo de Tolú, Benjui y Estoraque.

RESUMEN

Se llaman productos celulares las sustancias que elabora la célula. Se clasifican por su composición química, según sean inorgánicos u orgánicos, y atendiendo sobre todo á que forme parte de ellos el nitrógeno ó falte este elemento químico.

1.º SÚBSTANCIAS LÍQUIDAS DISUELTAS.

En el jugo celular, que consta de gran parte de agua, van disueltas substancias diferentes: los AZÚCARES, compuestos ternarios, que se clasifican en sacarosas y glucosas, abundan en algunas plantas, como la caña de azúcar, remolacha y en muchos frutos; la DEXTRINA es un producto resultante de la transformación del almidón; las GOMAS y MUCÍLAGOS, substancias propias de los tejidos de las Malváceas principalmente; la INULINA, compuesto ternario, cristalizable en esfero-cristales, que se encuentra especialmente en plantas de la familia Compuestas; el TANINO, de caracter ácido, que forma con las sales de hierro precipitado verde obscuro ó negro, y existe en las cortezas y maderas de varios árboles, sobre todo en el Roble y Encina, teniendo aplicaciones en tintoreria y en el curtido de pieles; además se citan ÁCIDOS ORGÁNICOS (cítrico, acético, tártrico), ALCALOIDES (morfina, digitalina), AMIDAS (esparraquina), DIASTASAS ó substancias azoadas que tienen por objeto transformar los productos insolubles en solubles (invertina, pepsina), y los pigmentos colorantes que son solubles.

2.º SÚBSTANCIAS, LÍQUIDAS GENERALMENTE, VISIBLES AL MICROSCOPIO.

Los ACEITES GRASOS, productos ternarios, que se ennegrecen por el ácido ósmico, y son casi siempre materiales de reserva en las plantas, sufriendo para ser asimilados la emulsión ó saponificación; las ESENCIAS, abundantes en las flores y frutos, sobre todo en plantas Labiadas, Compuestas y Umbelíferas, son carburos de hidrógeno, aunque varia mucho su composición; las RESINAS, solubles en alcohol y éter, propias de algunas especies arbóreas (Coníferas) y del LATEX de la Higuera elástica, Euforbiáceas, Papaveráceas y otras plantas, con el cual se prepara el CAUCHO; y pertenecen á este grupo las CERAS, GOMO-RESINAS (Terebintáceas) y BÁLSAMOS, que son resinas disueltas en aceites esenciales y ricas en ácido benzóico ó cinámico (Tolú, Benjui).

LECCIÓN 8.^a

CUADRO SINÓPTICO

III Substancias sólidas orgánicas.	}	1. ^o Leucitas.
		2. ^o Almidón.
		3. ^o Cromoleucitas.
		4. ^o Cloroleucitas.
		5. ^o Cristaloides.
		6. ^o Aleurona.
IV. Substancias sólidas inorgánicas.	}	1. ^o Oxalato cálcico.
		2. ^o Carbonato cálcico.
		3. ^o Silice.
		4. ^o Sulfatos ..

III. Substancias sólidas orgánicas.

1.^o LEUCITAS Ó PLASTIDIOS INCOLOROS. Son granitos, como hemos dicho, muy refringentes, observables con un aumento de 300 diámetros, productos de la diferenciación del protoplasma; de forma esférica, oval ó alargada; incoloros, de naturaleza albuminoidea, y su multiplicación abundante es por escisiparidad. Sus fines son diversos, pues originan con su actividad fisiológica almidón, materias colorantes y aleurona, entre otros productos; por esta razón Schimper los llamó *plastidios*, significando que sirven para la formación de substancias. Se los puede observar en los tallos de Leguminosas y tubérculos de Patata.

2.^o ALMIDÓN Ó FÉCULA. Se presenta en granos de tamaño y formas muy diversas, tanto que por ellas se distingue el almidón de las diferentes plantas; la esférica, ovoidea y poliedrica suelen ser las más comunes; el tamaño entre 2 y 185 μ (1). La estructura es notable, pues ofrece

(1) Con esta letra se significa las *mícras* ó *milésimas* de milímetro.

un punto ó línea llamado *hilo* ó *núcleo*, alrededor del cual se agregan capas sucesivas, reconocibles al microscopio por ser alternativamente unas brillantes y otras opacas, apareciendo así una fina estriación (fig. 18).



Fig. 18

Fig. 19.

Fig. 18.—Grano simple de almidón (Patata).

Fig. 19.—Granos de almidón *semi-compuestos* (Patata): en el superior aparecen dos centros de formación (*a* y *b*). Los dos dibujos pequeños de la derecha son de granos *compuestos*: el compuesto de tres pertenece á la Zarparrilla y el de cinco al *Arum maculatum* (aumento de 1000 diámetros).

Esa diferencia de aspecto se liga con la diferencia de densidad, pues el hilo y las capas oscuras son partes muy hidratadas, y las brillantes de menor grado de hidratación: prueba de esto es que, si los granos se deshidratan por alcohol absoluto, ó se hidratan considerablemente, las capas se hacen todas homogéneas y desaparece la estriación. De lo expuesto se deduce que la constitución física del almidón es cristalina, de cristalitos prismáticos, yuxtapuestos alrededor

de un centro, y birefringentes, por ofrecer en el aparato de polarización una cruz negra, cuyos brazos se cortan en el hilo del grano: el hilo tiene distinta forma y colocación, apareciendo central ó excéntrico.

Por estos caracteres físicos se distinguen las diferentes féculas: en los límites de esta obra solo diremos siguiendo á Mr. Planchon: a) que los granos amiláceos de *patata* son ovoideos, de estriación muy visible y el *hilo* globular está colocado en el extremo delgado del grano; b) que en las *Leguminosas* son reniformes, estriación marcada y el hilo alargado en el sentido del eje mayor del grano; c) que en las *Gramináceas* las formas son cortas, esféricas (Centeno, Cebada), lenticulares (Trigo) ó poliedricas (Arroz, Maiz, Avena); las zonas poco marcadas y algunos, como los del arroz, no tienen acción sobre la luz polarizada, sin duda por su pequeño tamaño de 0^{mm} 007; d). En las *Euforbiáceas* son alargados y sus extremos se ensanchan como las cabezas de los huesos largos; en las féculas comerciales de sagú, tapioca y otras la forma natural se ha alterado por los procedimientos seguidos para su preparación industrial.

El almidón es un compuesto ternario, no nitrogenado; entre sus reactivos figura la disolución tenue de yodo, y los que tienen el yodo en estado libre, pues en presencia del agua éste se combina con el almidón tiñéndolo en azul. Nægeli considera el almidón formado de dos substancias: *granulosa* y *amilocelulosa*. La primera abundante, en un 95 por 100, soluble en la saliva á 50° y se colorea de azul por el yodo; la segunda es escasa, toma color rojo cobre por el reactivo, y es insoluble, por lo tanto queda como formando el esqueleto ó armazón del grano cuando la granulosa se ha disuelto en la saliva: algunos tienen además amilodextrina y dextrina. El agua no lo disuelve; pero á más de 50 grados lo pone turgente, lo mismo que las disoluciones de rosa y potasa, aclarándose entonces la estriación; el mismo efecto produce el ácido crómico al 2 por 100. Proceden los granitos amiláceos de las leucitas ó de las cromoleucitas,

El plastidio tiene en su interior almidón; bajo el crecimiento de este se dilata aquel, se rompe, y permanece después unido á él por un punto el grano de almidón, completando su desarrollo: cuando el plastidio envuelve totalmente al grano las capas de éste permanecen concéntricas, y se hacen excéntricas, si lo cubre parcialmente.

Granos *simples* son los que aparecen aislados, independientes (fig. 18); *semicompuestos*, si son dos ó tres los centros de formación, en cuyo caso estos no pueden separarse, por quedar envueltos á última hora en capas comunes (fig. 19, *a* y *b*); y *compuestos* los que resultan por agregación de otros, que pueden separarse (fig. 19).

Los granos amiláceos crecen por *intus-suscepción*, según Nægeli, por *aposición*, según Schimper, cuya teoría es hoy más generalmente seguida. Estan destinados á nutrir el vegetal; por eso se encuentra abundante en las semillas de las plantas (fig. 20), en sus tubérculos, tallos...., aunque carecen de él las plantas sin clorofila. Solamente que, para hacerse

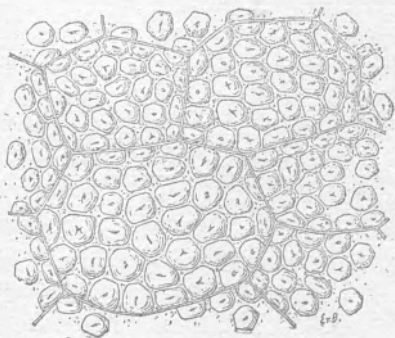


Fig. 20.—Albumen de Maíz: las células son poligonales y cada una encierra muchos granos de almidón; la fisura que estos tienen es el *hilo*. (Er. Belzung).

su absorción, tiene que ser digerido por la diastasa especial, en presencia de los ácidos del jugo celular: en efecto, se va corroyendo total ó parcialmente hasta reducirse todo á *maltosa*.

3.º CROMOLEUCITAS. Son leucitas que se coloran de sustancias especiales, generalmente de la serie amarilla ó xántica: la prueba es que tratados los tejidos por alcohol ó éter, disolventes de las materias colorantes, queda la leucita libre. A las cromoleucitas deben generalmente las flores y los frutos los colores amarillos, anaranjados y rojos, que residen casi siempre en las células epidérmicas; el más común es el amarillo de las hojas ó *xantofila*. El blanco de las hojas y flores es la carencia de todo color, ocupando el aire gran extensión entre las células; así como el brillo metálico y el aterciopelado de las flores se debe á formaciones epidérmicas de pelos cortos ó papilas. (Pensamiento). (fig. 27).

Los colores, ya seán debidos á cuerpos líquidos ó pigmentos sólidos, se dividen en dos series, que parten del amarillo y del azul, por lo que se llaman *xántica* y *ciánica*. Son de la segunda: el azul verdoso, azul, azul violado, violado rojo y rojo; y de la primera el amarillo verdoso, amarillo, rojo anaranjado y rojo; el rojo y el verde forman parte de las dos escalas.

Colores azules. Los ofrecen muchas flores y frutos, líquenes y algas (*ficocianina*). El añil se extrae de algunas Leguminosas (Indigófera) y de las Crucíferas, como el *Isatis tinctoria* (Hierba pastel).

Colores violados. También los presentan algunas flores y el comercio preparaba este color con los líquenes llamados Orchillas.

Colores amarillos. Se citan en algunas flores (*antoxantina*) en las algas Fucáceas (*ficoxantina*), en maderas (Berberis) en Líquenes y en el pigmento del jugo de la *Celidonia*.

Colores anaranjados. En algunos frutos y en algunas flores, como en los estigmas del Azafrán.

Colores rojos. Pueden ser naturales ú originados por transformaciones químicas de la clorofila, como sucede por el otoño en algunas hojas; para Frang el color rojo se deriva de la reacción del jugo ácido sobre una materia azul. La materia roja la contienen las Florideas (*ficoeritrina*), y se

prepara con los jugos de algunas Borragináceas (*Alkanna tinctoria*), de algunas Leguminosas, *Hæmatoxyton campechianum*, que da la hematoxilina), con las raíces de *Rubia tinctorum* etc. Los negros son colores azules ó purpúreos muy intensos. La coloración parda se encuentra en algunas algas (*ficofeina*) y en varias maderas.

4.º CLOROLEUCITAS ó CLOROPLASTIDOS. La materia más frecuente en los vegetales es la que da el color verde, y se llama *clorofila*. Ofrecen esta substancia la inmensa mayoría de las plantas, exceptuándose los Hongos, Algas cianofíceas, y las Fanerógamas parásitas. No la contienen las raíces terrestres, pero sí las aéreas (Orquidáceas) y es rara en las flores. En cambio es general en los tejidos sub-epidérmicos del tallo, hojas, caliz y también de los frutos verdes, por más que se altera en la maduración de éstos, y produce otros pigmentos diferentes: en algunas criptógamas y fanerógamas, y en las acuáticas la clorofila reside en las células epidérmicas. No se fija en el núcleo y sí en el protoplasma, ya esté *localizada*, ó *difusa* si lo impregna todo.

Se presenta en granos intracelulares, generalmente esféricos, ovoideos ó poliédricos, agrupados en el núcleo ó esparcidos por las paredes (fig. 21 c); solo se conocen algunas algas (*Zignemas*) en que toda la clorofila forma una masa llamada *cuerpo clorofiliano*, y otras (*Spirogyra*) que ofrecen una banda verde de bordes dentados, arrollada en espiral. Es raro que este pigmento esté disuelto en el protoplasma, y en cambio es más frecuente (Algas) que la clorofila se presente encubierta por otros pigmentos que son solubles en el agua dulce, y á los cuales es debida la división de las Algas en grupos.

Los granitos clorofilicos se componen: de la *trama protoplásmica* que los forma, de una materia colorante *amarilla* y otra *verde azulada*, de glóbulos grasos, una substan-

cia llamada hipoclorina y de algunos granos de fécula, producto de su elaboración (1).

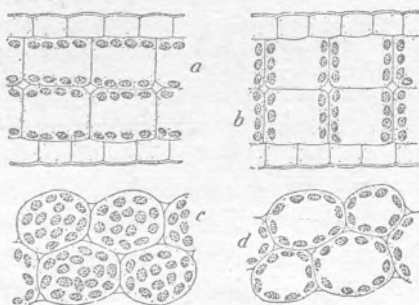


Fig 21.— Corte de hoja de *Lemna-trisulca*—*a* y *c* posición de las cloroleucitas á una luz difusa (vistas de perfil y de frente)—*b* y *d* posición á una luz intensa (Stahl).

Está comprobado que los corpúsculos clorofílicos son xantoleucitas teñidas de clorofila; así, es amarilla la planta que germina en la obscuridad, verde la que recibe la luz y, si esta falta, las cloroleucitas pasan á xantoleucitas. Kraus propone macerar hojas en alcohol, para que éste disuelva el pigmento clorofílico, y añadir después bencina, consiguiendo ver en el vaso dos zonas: una inferior, que es amarilla, de xantofila disuelta en alcohol, y otra superior, verde, de clorofila disuelta en bencina; la primera cristaliza con color amarillo de oro y la segunda, por evaporación del disolvente, en prismas rombales oblicuos (agujas), que son dicroititas, con colores rojo y verde intenso. La *hipoclorina* parece una substancia oleaginosa, cristalizable, soluble en el alcohol, insoluble en el agua, siendo un disolvente enérgico de la clorofila. Se precipita en gotas de color obscuro tratando la clorofila por ácido clorhídrico, disuelto en un peso de agua igual al cuádruple del peso del ácido. Por último, para demostrar la fécula se acude al yodo, habiendo decolorado previamente los granos de clorofila.

(1) Algunos autores citan además de la *clorofila* (albuminoidea) y de la *xantofila* (no azoada), la *eritrofila* (roja) que es un carburo de hidrógeno.

La génesis de la clorofila está en la división del protoplasma en fragmentos, que después, por la acción de la luz, adquieren el color verde; á su vez los granos de clorofila, una vez formados, se alargan y se fraccionan, contribuyendo rápidamente á la generación de estos elementos, de funciones tan necesarias, pues además de fijar carbono, absorben radiaciones luminosas (rojas y azules), productoras de energía en la vida de la célula.

Se necesita la influencia de la luz para su desarrollo así se ve en las Monocotiledóneas que es blanca la parte subterránea de la hoja y verde la parte externa; al contrario, un vegetal verde, privado de luz, pierde la clorofila y queda *ahilado*. No obran del mismo modo todos los rayos del espectro: los más activos son los rojos y en general es más conveniente la luz difusa que la activa. Se observa que durante *el día* los corpúsculos verdes se aproximan á las caras libres de las células (fig. 21. *a* y *c*) para colocarse en *epístrofe*, de frente á la dirección de la luz con el fin de aprovecharla mejor; y por la *noche*, ó bajo una luz muy intensa que es destructora, en *apóstrofe*, retirándose á las caras laterales, como si buscaran defensa (fig. 21. *b* y *d*).

5.º CRISTALOIDES. Los albuminoideos, tan abundantes en el organismo vegetal, se hacen á veces más evidentes porque se condensan y adquieren formas regulares, cúbicas, romboédricas, prismáticas..., análogas á los cristales. Sin embargo, se llaman *crystaloides*, por no ser en realidad cristales; en efecto, no han perdido sus caracteres de cuerpos proteicos; de modo que absorben agua, conservan todas las reacciones del protoplasma, se ponen turgentes por la acción de las disoluciones alcalinas y, por consiguiente, no son los ángulos diedros fijos é invariables. Rara vez aparecen *libres* en el protoplasma, pero abundan

en ciertas algas Florideas, en algunos hongos, en el núcleo y cuerpos clorofilicos, y sobre todo en la aleurona.

6.º ALEURONA: es una substancia granulosa, cuaternaria, muy especial de algunas semillas, principalmente en las oleaginosas, porque es material de reserva. Se presenta en granitos de forma esférica ó elíptica, pocas veces poligonal. Su estructura es muy compleja por regla general: comprende la *substancia proteica*, que es la fundamental del grano (1) y dentro se encuentran *cristaloides*, *globoides*, que son compuestos de *glicero*, *malo* ó *sacarofosfatos* de calcio y magnesio, y *cristales* de oxalato cálcico generalmente; no es decir que todos los granos tengan todas estas *inclusiones*, pero sí que unas ú otras entran en su composición; como ejemplo se cita el albumen del Ricino (fig. 22) y la

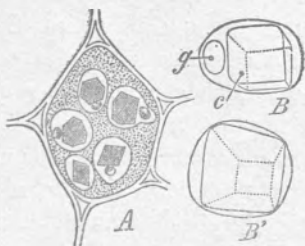


Fig. 22.—*A*, una célula en el albumen del Ricino, con granos de aleurona. *B*, un grano de aleurona aislado y aumentado, con un cristaloides incluido (*c*) y un globoide (*g*).

Vid. La separación de estos compuestos puede hacerse, porque el agua disuelve la materia aleurónica (2) y deja libre cristaloides, cristales y globoides, distintos éstos de los cristales por ser solubles en los ácidos orgánicos.

Es formada la aleurona por leucitas especiales; la disuelve el ácido sulfúrico y es coloreada de amarillo por el yodo, así como los cristaloides lo son de rojo por la fuchsina.

IV. Substancias sólidas inorgánicas.

Cristalizan de ordinario dentro de las células; excepto la sílice y algunas veces la caliza y oxalato cálcico, que

(1) Esa substancia se llama *conglutina* en las Leguminosas y *gluten* en las Cereales, conteniendo azufre y ácido fosfórico.

(2) Por esta propiedad es preciso poner los cortes en glicerina ó aceite.

se depositan sobre los tejidos en masas amorfas. Generalmente están disueltas en el jugo celular, y algunas que son insolubles se disuelven por fin á beneficio de los ácidos orgánicos.

1.º OXALATO CÁLCICO. Los cristales más abundantes son los de oxalato cálcico, aunque á veces éste se presenta granuloso, amorfo. Este compuesto es dimorfo, pues cristaliza en *octaedros* y *prismas* del sistema *tetragonal*, si contiene tres moléculas de agua, y en *prismas oblicuos*, si contiene solo una. (fig. 23). Los octaedros se pre-

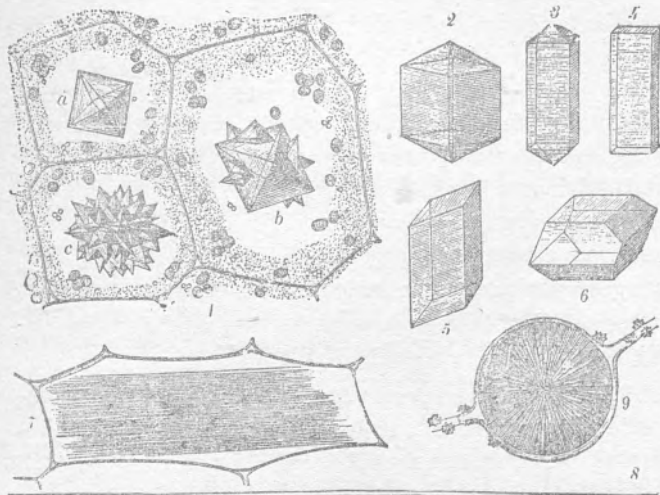


Fig. 23.—Formas de cristales de oxalato cálcico. 1, en el peciolo de Begonia, octaedro y maclas.—2, 3, 4, prismas cuadráticos en la hoja del Ajo.—5 y 6, prismas oblicuos en la hoja del Castaño de Indias.—7 y 8 rafides en la hoja de Aloe.—9, esferocristal en un filamento del micelio del hongo —*Phallus caninus*. (aumento: 400).

sentan á menudo agrupados en maclas, ofreciendo la periferia de la masa erizada de puntas (peciolo de Begonia); y los prismáticos se citan en las hojas externas de los

bulbos (Ajo y Cebolla); estos cristales degeneran en agujas, que están unidas paralelamente ó en esfero-cristales é incluidas en células oxalíferas de mayor tamaño que las restantes; se llaman entonces *Rafides*, muy frecuentes en el tejido acuoso de las hojas de los Aloes y otras monocotiledóneas. Todos son solubles en ácido clorhídrico, pero insolubles en ácido acético.

2.º CARBONATO CÁLCICO. Se cita en estado amorfo ó granuloso, recubriendo la epidermis de algunas algas (Coralinas, Chara). Pero sobre todo puede estudiarse cristalizado en las hojas de las Urticáceas y de la Ficus elástica: en sus células epidérmicas se ve suspendido de la pared un pie silíceo que sostiene á una aglomeración de cristales, presentando la superficie un aspecto granuloso mamelonado: se denominan estas formaciones *Cistolitos*: (fig. 14 A). Disolviendo la parte mineral del cistolito con un ácido queda en la célula la parte celulósica que sostenía la masa, cuya base está ensanchada en su extremo libre, viéndose perfectamente las capas de celulosa, entre las cuales se había depositado el carbonato; la forma del cistolito cambia con la especie de planta.

3.º SÍLICE. Es muy abundante en algunos tejidos vegetales. Se incrusta en los tallos de las Equisetáceas, hojas de las Gramináceas, y sobre todo forma el caparazón de las Diatomáceas; pero con tal perfección y delicadeza que, cuando en estas algas se calcina la materia orgánica sobre una lámina de platino, queda el esqueleto silíceo reproduciendo admirablemente la forma y estructura de los tejidos. Agregando ácido clorhídrico se disolverán las sales calizas que haya, y quedará más aislado el esqueleto silíceo, que solo es soluble en el fluorhídrico.

4.º Finalmente, se citan cristalitos de sulfato cálcico (peciolos de la Caña de Indias), de fosfatos (Trigo, Avena), nitra-

tos, cloruros; y además el *hierro*, oxígeno libre, y el *azufre* en algunas algas, como la *Beggiatoa* y oscilarias, por efecto de las transformaciones ejercidas sobre las aguas seleníticas y sulfhídricas, desprendiéndose hidrógeno sulfurado.

Las sales minerales suelen ser reservas nutritivas y algunas, como el fosfato ácido de potasio, pueden actuar químicamente sobre los alimentos que la planta ha de asimilar.

RESUMEN.

SUBSTANCIAS SÓLIDAS ORGÁNICAS.

LEUCITAS. *Son granitos muy pequeños, refringentes, incoloros, de formas generalmente esféricas u óvales. Se llaman cromoleucitas si se generan en ellas materias colorantes, y cloroleucitas si el color es verde.*

ALMIDÓN. *Se presenta en granos de forma y tamaño variables, con un punto llamado hilo, alrededor del que se coloca la substancia en capas ó zonas sucesivas, y de aspecto estriado, lo que demuestra que está formado el grano por cristaloideos prismáticos, yuxtapuestos. Es abundante en los tubérculos, semillas de Gramináceas y Leguminosas, y en algunos tallos y frutos. Es compuesto ternario, carece de nitrógeno y lo tiñen de azul los reactivos á base de yodo; los componentes del almidon son, según Nœgeli, la granulosa y amilocelulosa. Procede de las leucitas incoloras ó de las cloroleucitas, y es materia de reserva para la planta, la cual lo absorbe cuando á merced de una diastasa se transforma en dextrina y azúcar.*

CROMOLEUCITAS: *son leucitas coloreadas, á las que deben las flores y los frutos los colores amarillos, anaranjados y rojos.*

CLOROLEUCITAS: *dan el color verde á la planta, sobre todo á la hoja, y recibe ese pigmento el nombre de CLOROFILA: se presentan generalmente en granos de formas diversas, y constan del protoplasma y de la materia colorante verde, aparte de otros componentes. La luz es necesaria para la génesis y función de la clorofila, siendo más conveniente la luz difusa, y de los rayos del espectro los rojos.*

CRISTALOIDES: son sustancias proteicas, de forma cristalina, pero la pierden por la acción de las disoluciones alcalinas, principalmente.

ALEURONA: es sustancia cuaternaria, de estructura granulosa, abundante en algunas semillas oleaginosas: comprende, además del protoplasma, cristaloides, cristalitos de oxalato cálcico y globoides, formados éstos de glicero ó sacarofosfatos de calcio y magnesio. Procede de leucitas especiales, se colora de amarillo por el yodo y su fin es la nutrición de la planta, como materia de reserva.

SUSTANCIAS SÓLIDAS INORGÁNICAS.

Son más frecuentes los cristales de OXALATO CÁLCICO, en formas octaedricas ó prismáticas; los de CARBONATO CÁLCICO, abundantes en la *Ficus elástica*, en cuyas hojas se presentan en masas llamadas cistolitos; las masas amorfas de SÍLICE se incrustan en los órganos de muchas plantas, entre ellas las *Equisetáceas*, *Gramineas* y algas *Diatomáceas*. Agreganse compuestos como sulfatos, nitratos..., y cuerpos simples, como el hierro, oxígeno, y azufre en las *sulfobacteriáceas*. Sirven las sales minerales en general de alimentación para las plantas.

LECCIÓN 9.^a

CUADRO SINÓPTICO

TEJIDOS VEGETALES

I. Generalidades.

Concepto y origen de los tejidos.

Espacios intercelulares. }
 a) canales.
 b) lagunas.

II. Clasificación de los tejidos.

1.^o Tejido celular.

- | | | | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------|---|------------------|-----------------------------|
| A) Parenquimas. | } | a). Por la forma. | } | | |
| Clasificación | | b). Por el contenido. | | | |
| | | c). Por su resistencia. | | | |
| | | d). Por la función. | | | |
| B) Tejido epidérmico. | } | a). Epidermis. | } | Cutícula y cera. | |
| | | b). Estomas. | | } | Papilas, pelos y aguijones. |
| | | c). Epidermis de la raíz. | | | Aeríferos y acuíferos. |
| C) Tej. suberoso | } | Felógeno. Ritidoma, Endodermis. | } | | |
| D) Tejido secretor. | } | a). células en macizos. | } | | |
| Glándulas. | | b). » en superficies. | | | |
| | | c). » en series longitudinales. | | | |
| | | d). » aisladas. | | | |
| | } | e). » laticíferas. | } | | |

2.^o Tejido fibroso. Esclerenquima. . . }
 Fibras libéricas.
 » leñosas.

3.^o Tej. vascular. }
 a). Vasos propiamente dichos.
 b). Vasos cribosos.
 c). Haces fibroso-vasculares.

TEJIDOS Y APARATOS VEGETALES.

I. Generalidades. Pocos vegetales son *unicelulares*, es decir, células dotadas de vida propia, como el *Protococcus*; cuando esto sucede esa célula aislada podrá tener distintas formas, y hasta ofrecer una ramificación abundante (*Botry-*

dium) como si fuera una planta completa (*Caulerpa*), pero no ofrecerá tabiques de separación; su estructura será homogénea y ella sólo ha de cumplir todos los fenómenos vitales. Lo general es que las plantas se formen de muchas células, diferentes unas de otras por sus propiedades, pero asociadas las de la misma naturaleza, para formar tejidos, que son como individualidades de orden superior á la célula.

TEJIDO es, por consiguiente, un conjunto de células dotadas de iguales caracteres, nacidas por tabicación de otras preexistentes y destinadas á la misma función. Cada tejido desempeña su papel fisiológico; por eso, serán más complicadas las plantas á medida que los tejidos sean más variados, porque esto es prueba de que el trabajo fisiológico está dividido, localizándose cada función en su aparato apropiado.

Los tejidos se forman de dos maneras: una general y otra excepcional. Lo general es que, al dividirse y tabicarse una célula madre, la célula hija quede unida á ella por la membrana, al menos por cierto tiempo, encontrando unión firme por medio de tabiques cuantas células procedan por división. La forma de los tejidos nacidos así varía por su complicación: si las células se desarrollan en una *dirección*, su unión será en forma de fila ó cadena (pe los uniseriados, los vasos y algunos *Micrococcus*); si se desarrollan en *dos direcciones*, el tejido será laminar (epidermis, *Ulva umbilicata*); si el desarrollo se hace en longitud, latitud y profundidad, el tejido generador ó *meristemo* es una masa de células, dotadas de gran poder reproductor cual aparece en los *conos vegetativos* de los tallos y raíces (1).

En el segundo caso, el tejido no resulta directamente, sino de un modo secundario, porque procede de la *asociación* íntima de varias células que estaban primeramente

(1) Si á la formación de tabiques sigue la *disociación* se separan las células: ejemplo, los granos de polen, como en zoología la sangre de los animales.

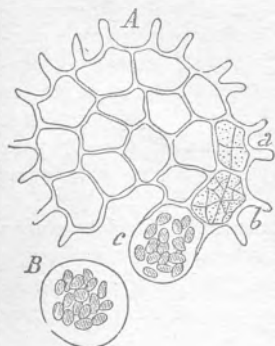


Fig. 24.—A, Colonia de células en el *Pediastrum granulatum*; en *a* empieza la división de una célula, continúa en *b* y termina en *c*, dividiéndose en 16 partes. B, una colonia que empieza a formarse como la A.

que la unión es íntima unas veces (elementos leñosos) y menos firme en otras ocasiones (*Algas*): así para disociar los elementos del leño se precisa hervirlo en ácido nítrico y potasa, al paso que en los vegetales, por naturaleza blandos, el agua al hidratar las células, estas fácilmente se separan ó quedan unidas solo por una substancia gelatinosa, intercelular.

Por muy unidos que resulten los elementos de un tejido habrán de dejar huecos ó intersticios, llamados *meatos* ó *espacios intercelulares*. Esos espacios se dividen en *canales*, si proceden por desdoblarse algunos tabiques, siguiendo la disociación, y *lagunas* si los motiva la destrucción de tejidos.

a) **CANALES.** Es evidente que al unirse las células esféricas dejarán pequeños espacios triangulares, cuadrangulares....., según el número de las que se unan; si éstas tienen un crecimiento irregular, los canales serán mayores (tejido estrellado del Junco); y esos canales aeríferos llegarán á su mayor extensión cuando, por desarrollo rápido del tejido, ocupen ellos la mayor parte del órgano, quedando las células colocadas en series á su alrededor, como sucede en el tallo de la *Calla pallustris* y en general en las plantas acuáticas.

libres (fig. 24). (alga *Pediastrum*, albumen de fanerógamas, plasmidios de hongos).

Otros tejidos aparecen por la yuxtaposición de los órganos: así se explica la soldadura de piezas contiguas, como los carpelos del ovario, pétalos de la corola y estambres del androceo.

Es lo general que haya entre las membranas de dos células contiguas otra, llamada *lámina media*: la diferencia estriba en que la unión es íntima unas veces (elementos leñosos) y menos firme en otras ocasiones (*Algas*): así para disociar los elementos del leño se precisa hervirlo en ácido nítrico y potasa, al paso que en los vegetales, por naturaleza blandos, el agua al hidratar las células, estas fácilmente se separan ó quedan unidas solo por una substancia gelatinosa, intercelular.

b) LAGUNAS. Se forman por reabsorción de algunas células, ó porque se atrofia un tejido y otro crece rápidamente (pecíolo de las Liliáceas). Tanto los canales como las lagunas pueden tener dos fines: ó conducir el aire y el vapor de agua que las células necesitan, por cuya misión forman el aparato aerífero (juntamente con los estomas), ó servir para depósito de ciertas secreciones que elaboran las células contiguas á ellos.

Hemos dicho que los tejidos desempeñan funciones: unos son de absorción ó de protección, conjuntivos ó secretores; por algunos circulan los gases y líquidos; y otros por su espesor y dureza obran como de esqueleto y sostén de las partes blandas y delgadas del vegetal.

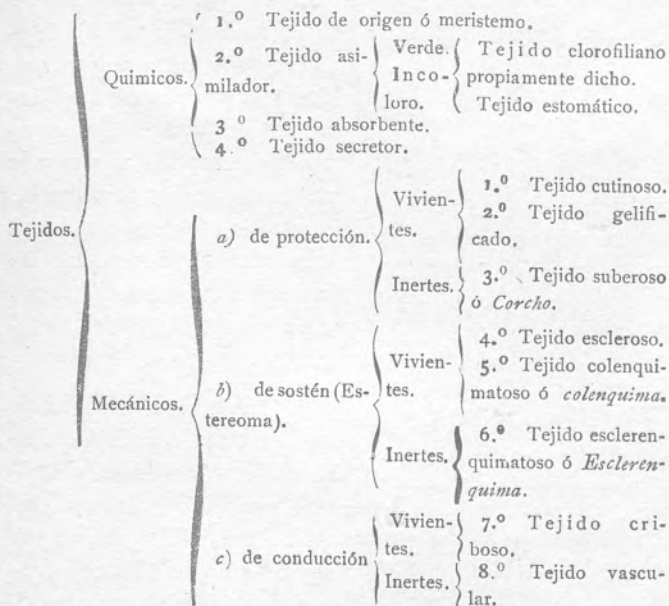
II. Clasificación de los tejidos. En la histología moderna se admiten numerosos tejidos y aparatos; pero, aunque de ellos se dé cuenta somera, no seguiremos su clasificación última, pues además de ser extensa y complicada, puede reducirse su doctrina á un corto número de ideas fundamentales, que serán otros tantos puntos de vista general. Así en rigor, como las células son los elementos histológicos generadores, todos los tejidos se derivan de uno primitivo, que es el tejido CELULAR; tanto que las criptógamas sencillas no son otra cosa que tejido celular, único y homogéneo.

A este tejido celular pueden reducirse los que se denominan *parenquimas*, el *tejido epidérmico* con sus apéndices y los tejidos *suberoso* y *secretor*.

Entre las muchas diferenciaciones de las células, son las principales la *fibra* y el *vaso*: luego como tejidos derivados figuran el FIBROSO, donde se trata de *fibras* y *esclerenquina* y el VASCULAR, referente á vasos propiamente dichos y cribosos.

He aquí una clasificación detallada de los tejidos (1).

(1) Seguida por Belzung en su obra *Anatomie et Physiologie vegetales*.



1.º Tejido celular. Es el *fundamental* y el más generalizado en todos los órganos: á él puede aplicarse cuanto hemos dicho de la morfología y fisiología de la célula. El tipo más característico es el que ofrecen los *meristemos* ó tejidos celulares generadores, como son los que originan las partes componentes de la raíz, tallo, hojas (fig. 25); y como meristemo secundario el que aparece después con el nombre de *cambium* entre la madera y corteza de las plantas dicotiledóneas.

A. PARENQUIMAS. Las células del tejido celular suelen ser cortas, isodiamétricas, de paredes delgadas ó resistentes, siempre vivas; y se las comprende con el nombre genérico de *parenquima*, el cual recibe distintos nombres:

a) Por la forma de las células (fig. 11): *redondeado* (plantas crasas, frutos); *poliédrico* (médula de tallos); *tabular*, si son planas y yuxtapuestas (epidermis); *muriforme* si son paralelepípedas y unidas como las piedras de un muro (radios medulares); *ramoso* si ofrecen prominencias irregulares (mesofilo de la hoja); *estrellado* (Junco), en cuya planta es además lagunoso.



Fig. 25--Corte longitudinal medio del meristemo terminal en un tallo de *Thuja occidentalis*. a, vértice ó punta; b, principio de una yema axilar; c, posición de una hoja; d, meristemo cortical; f, tres primeras capas del anillo de procambium; g, filas de células medulares (aumento: 200). (Koch).

b.) Por el contenido de las células: es parenquima *clorofiliano*, *amiláceo*, *oleaginoso*, *acuífero* (plantas crasas). El *clorofilico* (*clorénquima* ó tejido asimilador) presenta sus células en *empalizada* ó ramosas (fig. 26).

c.) Por la resistencia de sus paredes llamase *gelatinoso* (*Fucus*, algunos hongos, albumen del Algarrobo); *colenquima*, si las células generalmente alargadas, solo se endurecen en los puntos ó líneas de unión de unas con otras (peciolos de *Begonia* y *Rumex acetosa* (fig. 14. B): en este caso aquellas son refringentes, azuladas, brillantes y sólidas, aunque elásticas, y parece ser que su fin es moderar la transpiración y absorber agua, además de reforzar los órganos de plantas herbáceas; *escleroso*, si se endurece la célula por igual (asociado á los vasos y fibras de la madera y liber de los tallos): las células de este parenquima son prismáticas, lignificadas, ofreciendo puntos en su superfi-

cie, correspondientes á canaliculos de comunicaci3n, pero llevan protoplasma y n3cleo, como elementos vivos; á diferencia de las del *esclerenquima*, que son muertas y se prolongan de ordinario en fibras á lo largo de los 3rganos.

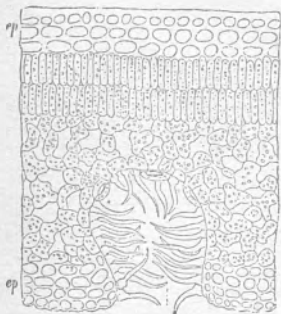


Fig 26.—Corte de una hoja del *Nerium Oleander* (Adelfa): ep, epidermis; se ven dos estomas dentro de la cripta, la cual lleva pelos en su superficie. Debajo de la epidermis superior van las células en empalizada, y debajo de éstas el tejido lagunoso.

d) Por la funci3n. El mismo tejido celular, cuando uno otros elementos, sobre todo en las ra3ces y tallos, se llama *conjuntivo*; de *reserva*, si encierra materiales de nutrici3n; *glanduloso* si se hace secretor; *cutinoso* si protege otros 3rganos, y así sucesivamente.

B. TEJIDO EPIDÉRMICO. En él hay que tratar los puntos

a) *Epidermis y 3rganos relacionados con ella*. Es la membrana que recubre los 3rganos de los vegetales. Casi siempre se diferencia de los tejidos que ella protege por sus caracteres generales, excepto en las Talofitas que es igual á ellos, por cuya raz3n no hay en estas plantas propiamente epidermis. Se puede separar para el estudio la epidermis de las hojas en las Liliáceas, sin más que desgarrar su piel, aunque ésta se desprende sólo si la hoja ha estado macerada en agua con un poco de lejía de potasa.

Es una membrana transparente, elástica, formada de células planas ó *tabulares*, efecto de las presiones que sufre por el crecimiento de los 3rganos; de bordes celulares rectos en los 3rganos largos y flexuosos en las hojas;

están aquellas tan unidas que no dejan espacios intercelulares, aunque la epidermis lleva por lo general numerosos estomas; es común que sus células contengan protoplasma, y pigmento las de las corolas, pero carecen de almidón y sobre todo de clorofila, tan abundante en los tejidos subepidérmicos; sin embargo, esta regla cuenta con numerosas excepciones, como los Helechos, y uniformemente las plantas acuáticas.

De ordinario la epidermis está reforzada, exteriormente por la cutícula é interiormente por capas ó zonas estratificadas. La *cuticula*, descubierta por Brongniart, es una capa más ó menos gruesa que cubre á la epidermis; no está organizada, es decir, no hay en ella células, sino un depósito de la substancia llamada *cutina*. Puede separarse de las hojas de Aloe, Col, Lirio, teniéndolas varios días en maceración; puesta al microscopio aparece interrumpida por orificios como ojales que corresponden á otros tantos estomas, sobre los cuales no se deposita la cutina, para dejar libre la función que estos desempeñan; los depósitos forman zonas, verrugas, líneas etc., y son visibles algunos dibujos en los granos de polen y en las esporas. Al mismo tiempo pueden distinguirse al microscopio la cutícula y las *capas cuticulares*, colocadas entre aquella y la epidermis; porque el yodo tiñe de azul la epidermis y de amarillo toda la parte cutinizada, tanto más intenso el color cuanto más fuerte es la cutinización. Por otra parte, las zonas de cuticula fijan con intensidad los colores de anilina, y son tan resistentes, que no las ataca el ácido sulfúrico, pero sí la potasa en caliente y concentrada.

Los refuerzos internos consisten en capas epidérmicas superpuestas (fig. 26) (hojas de Adelfa é Higuera elástica), originadas por división tangencial de las células de la epidermis, y destinadas á dar á la hoja una resistencia que aún aumentará, si aquellas llegan á incrustarse de sílice (1).

Todavía está la epidermis protegida por otra substancia, que es la *cera*, abundante en las hojas de Col y del *Cotyledon*

(1) Pfitzer llama *hipodermis* un tejido análogo á la epidermis, pero realmente de formación independiente.

orbicularis, en los frutos de la *Myrica cerifera*, en la ciruela, uva, y sobre todo en algunos tallos de palmera (*Ceroxylon Andicola*) llega á tener 4 y 5 milímetros de espesor. La cera se presenta al final de su desarrollo como una exudación, siendo fusible y soluble en agua á los 100.º; se deposita en capas sucesivas (*Ceroxylon*), en hilos perpendiculares á la epidermis y encorvados en su extremo (Caña de azúcar), en granos (Col) y en otras varias formas, según los estudios minuciosos hechos por De Bary.

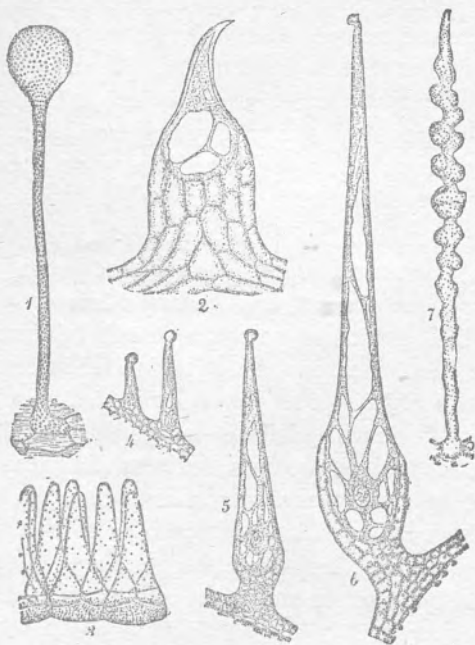


Fig. 27. Formas de pelos unicelulares. 1, pelo terminado en cabeza de la corola de Boca de dragón. 2, pelo en forma de agujón del tallo de la Rubia. 3, papilas en la corola de una Primavera. 4, 5 y 6 tres estados de un pelo de Ortiga. 7, pelo con abultamientos ó gibas de la flor del Pensamiento. (aumento: 100).

Papilas. Son elevaciones epidérmicas, de forma cónica, y formadas por el desarrollo de las células en su su-

perficie externa, que es libre; se estudian en los estigmas de las flores ó en laminitas epidérmicas, desgarradas de los pétalos del Pensamiento y Primavera, cuyas flores deben á estas prominencias su aspecto veloso ó aterciopelado (fig. 27. 3).

Pelos. Son también producciones epidérmicas, debidas á células que crecen y se desarrollan hacia fuera, en dirección perpendicular ú oblicua al plano de la epidermis; sus dimensiones y formas varían notablemente (fig. 27).

Por su naturaleza se dividen en ordinarios ó *linfáticos* y *glandulosos*; contienen los primeros un protoplasma incoloro ó pigmento colorante, y algunos aire; los segundos encierran principios segregados y de ellos debe tratarse en las glándulas.

Por su estructura se dividen en *unicelulares* y *pluricelulares*. Los primeros están formados de una célula, pero ésta puede ser simple (Algodón) ó bifurcada, ramosa, estrellada, según que aparezca sencilla ú ofrezca diversas ramificaciones, cual se ve en la familia Crucíferas.

Los pluricelulares á su vez se dividen en uniseriados y pluriseriados; en los primeros las células están unas á continuación de otras, como articuladas (Labiadas y Escrofulariáceas); en los segundos se distinguen los bifurcados, ramosos, radiados, los membranosos en escudo y escariosos (helechos); finalmente, los pelos más complicados son los compuestos por una masa celular que termina á veces en aguijón.

Aguijones. Son emergencias como los pelos, pero de mayor tamaño, y sobre todo más duras, porque las forman masas de células lignificadas, terminadas en punta fuerte y á veces en un pelo, como sucede en las ortigas (fig. 27. 2 y 6). Los aguijones se distinguen de las *espinas* en que aquellos son superficiales y éstas profundas, pues tienen fascículos

libero-leñosos y representan por tanto órganos atrofiados.

b). *Estomas*. Intimamente relacionados con la epidermis se presentan estos órganos, como agujeros abiertos en ciertos puntos de ella: brevemente expondremos su forma, origen, número, colocación y funciones.

La palabra estoma significa boca, y es que se constituye por dos células estomáticas,

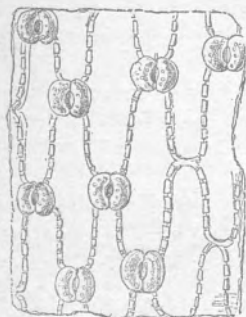


Fig. 28. Epidermis de la hoja del *Iris germánica*. Entre cada dos células están los estomas, colocados con regularidad.

De forma de riñón y unidas por los extremos, de modo que sus curvaturas internas dejan entre sí un espacio elíptico llamado *ostiolo* (fig. 28); otras células, que á veces nacen y rodean á las estomáticas, sellaman accesorias ó anejas. Las células estomáticas van colocadas en el mismo plano de las demás, ó en plano más superficial ó más profundo, pero siempre contienen corpúsculos clorofílicos y amiláceos. Debajo del estoma, y en comunicación con los tejidos subepidérmicos, se halla un pequeño espacio, denominado *cámara subestomática* ó aérea; si el estoma está profundo las cámaras son dos; una colocada delante y otra detrás de él; en algunas hojas, de que es buen ejemplo la de Adelfa, forma la epidermis invaginaciones ó criptas, y dentro de estas aparecen diferentes estomas agregados, con abundantes pelos en la entrada (fig. 26).

El origen de los estomas se ha estudiado en las hojas del *Iris pumila* y en general en las Iridáceas y Liliáceas. Algunas células epidérmicas se dividen en dos partes desiguales; la parte mayor es protectora y la menor es la *célula madre* del estoma, la cual á su vez se divide en otras dos iguales

(las estomáticas), y el tabique medio de éstas, al desdoblarse, da lugar á la abertura ú ostiolo.

El número varía. No existen los estomas ni en las raíces, ni en los órganos sumergidos, son contados en la flor, más abundantes en los tallos y hojas, sobre todo en el envés ó parte inferior de las mismas. Son más numerosos en los vegetales leñosos que en los herbáceos, más en las plantas terrestres que en las acuáticas y en las hojas coriáceas más que en las carnosas; la unidad de medida es el milímetro cuadrado y el número de los que puede contener esta superficie oscila entre 1 y 700.

La colocación en las Monocotiledóneas es en series alineadas según el eje mayor de la hoja; en las Dicotiledóneas se manifiesta la irregularidad, tanto en la colocación como en la dirección de sus ostiolos.

La función de estos órganos es sencillamente poner en comunicación el interior del vegetal con la atmósfera, permitiendo la entrada y salida del aire por la cámara aérea y por los espacios intercelulares, para la respiración de la planta. También son aparatos de transpiración; por esto la cantidad de agua transpirada es mayor en las hojas, donde los estomas abundan, aunque no se observa una proporción constante y matemática entre el número de ostiolos y la cantidad de agua eliminada. En esta función de los estomas influye el estado atmosférico, determinando la sequedad la oclusión del ostiolo y la humedad la apertura del mismo, al ponerse turgentes las células que lo forman. Además de los estomas citados, que son aeríferos, los hay *acuíferos*, por contener agua, efecto de terminar en ellos los nervios y tráqueas que conducen este líquido; permanecen siempre abiertos, son mayores que los otros y en ellos pueden faltar las dos células, quedando solo el ostiolo; se citan en las Papaveráceas, Crasuláceas, en los bordes foliares de la *Drosera rotundifolia* y en general en la cara superior del limbo de las hojas.

Lentejillas. Relacionadas con los estomas se hallan las

lentejillas, que son pequeñas prominencias de ciertos tallos, principalmente del Cerezo, Manzano y Peral, de forma redondeada al principio y elíptica después. Los estomas que las producen pueden estar aislados ó agregados. Su formación empieza por llenar el parenquima que rodea la estoma la cámara estomática, después de perder la clorofila y hacerse suberoso; más adelante aparece el meristemo de células, que contribuirán al crecimiento de las lentejillas. Estas pueden presentarse con independencia de los estomas, efecto de una capa generadora profunda, y en este caso las presenta la misma raíz. El corcho propio de las lentejillas es esponjoso, sobre todo durante la primavera, con el fin de permitir el paso del aire á los tejidos; por esta causa, aunque los estomas sean arrastrados al caer la epidermis, no cesa la comunicación del interior con el exterior en las funciones de respiración y transpiración.

c) *La epidermis de la raíz*: es particular, aunque de poca duración, porque se desprende muy pronto y queda en su lugar la capa suberosa. En la última región de la raíz las raicillas ofrecen de notable que muchas células de su epidermis se prolongan en papilas y pelos irregulares y sencillos (fig. 39. a), aunque á veces son pluricelulares (Bromeliáceas): estos son los pelos absorbentes de los alimentos depositados en el suelo, y la región que los lleva, colocada cerca del extremo radical, se denomina pilífera la cual se renueva con frecuencia, cayendo los pelos gastados y naciendo otros cerca de la punta de la raíz; de modo que nunca falta una *membrana ó tejido absorbente*. Debe considerarse que la absorción, mirada como un fenómeno de ósmosis, no está limitada á esta membrana; se realiza también por otras membranas orgánicas en los tallos, hojas, cotiledónes. etc.

RESUMEN

Se llama tejido un conjunto de células dotadas de iguales caracteres y destinadas á la misma función: á medida que las

plantas son más complicadas es más variado el número y disposición de tejidos, que pueden proceder de la tabicación de las células primitivas ó de la asociación de otras previamente desarrolladas.

Entre las células de los tejidos suelen quedar pequeños espacios ó canales aeríferos, si algunas células se han disociado, ó lagunas, teniendo por fin éstas y aquellos la conducción del aire ó servir de depósito para ciertas sustancias segregadas por la planta.

La clasificación más sencilla de los tejidos es en tres grupos fundamentales: 1.º CELULAR, que es el primitivo, de donde se derivan los otros dos, ofreciendo un gran número de variedades; 2.º el FIBROSO y 3.º el VASCULAR. El celular es típico en los MERISTEMOS, es decir, allí donde hay generación de células y órganos; el conjunto de éstas se llama PARENQUIMA, y se califica de redondeado, poliédrico, tabular, muriforme, ramoso ó estrellado, según la forma de los elementos celulares que entran en él; también puede ser clorofiliano, amiláceo, acuífero, oleaginoso, por la naturaleza de su contenido; igualmente se adjetiva gelatinoso, cuando son blandas sus membranas, escleroso si el endurecimiento es completo y colenquima si solo es en parte; por las funciones puede ser conjuntivo, de reserva, glanduloso, cutinoso....

EPIDERMIS es una membrana que cubre los vegetales, de células tabulares, muy unidas, provistas de protoplasma, pero generalmente sin almidón ni clorofila. La CUTÍCULA es una capa de cutina que cubre á la epidermis en todos sus puntos, menos en los estomas, reconociéndose al microscopio por el color amarillo que toma con el yodo. Otra protección de la epidermis es la CERA, que se deposita como una exudación sobre ciertas plantas.

Modificaciones de las células epidérmicas son los agujones, papilas y pelos; éstos se dividen por su naturaleza en linfáticos y glandulosos, y por su estructura en uni y pluricelulares, uni ó pluriseriados.

ESTOMAS. Se forman de dos células con clorofila y de forma de riñón, quedando entre si una abertura elíptica y detrás de si una cámara aérea para la circulación del aire, y á veces para la salida del agua, que son los fines de estos órganos; son muy abundantes sobre todo en el envés de las hojas,

asi como faltan en las raices y en las partes sumergidas de la planta: relacionadas con los estomas están las lentejillas, asi llamadas por su forma.

Es notable la epidermis en el extremo de la raiz: produce, en una región llamada pilifera, pelitos sencillos é irregulares, aptos para absorber los alimentos del suelo; y como los pelos viejos cesan de absorber, porque en ellos ya no existe la ósmosis, caen los de la base y van naciendo otros nuevos cerca de la punta de la raiz, á medida que este órgano crece; de modo que nunca falta normalmente una REGIÓN PILÍFERA, que es una membrana absorbente, como lo es á su manera la epidermis en el tallo, hojas y demás órganos.

LECCIÓN 10.

(CONTINUACIÓN DE LA NOVENA).

C). TEJIDO SUBEROSO. Está compuesto de células de paredes suberizadas y forma lo que se denomina *corcho* ó *suber*; son generalmente prismáticas cuadradas ó tabulares y muy comprimidas, hasta el punto de no dejar espacios intercelulares. Su duración es corta y están dotadas, cuando jóvenes, de protoplasma, núcleo y cristales de oxalato cálcico; pero al suberizarse desaparece el protoplasma y ocupa su interior el aire, perdiendo en el acto la vida celular. El corcho se desarrolla con preferencia en el tallo y raíz de las Dicotiledóneas leñosas, sobre todo en las especies del gen. *Quercus*, donde alcanza hasta 10 centímetros de espesor.

El corcho suele tener su origen en una capa celular, que se convierte en meristemo, y á la cual se denomina *Felógeno*. El felógeno está en una de las zonas celulares del parenquima subepidérmico: las células de esa membrana crecen primero en sentido radial y después se dividen transversalmente en dos: una externa, que es la que se suberiza, y otra interna, que vuelve á crecer y dividirse del mismo modo, produciéndose así de dentro hacia fuera hojas de corcho, paralelas entre sí. Estas no se conservan indefinidamente, pues las externas, después de desgarrar la epidermis y ocasionar su caída, se deshojan y desaparecen (Plátano, Haya, Roble). En algunos casos (*Adelfa*, *Solanum*) es la capa epidérmica la originaria del tejido suberoso.

Si el felógeno queda profundo, al producirse el corcho, aísla en la corteza fragmentos que no reciben nutrición, y por consiguiente mueren pronto y caen con el tiempo en pedazos, como se aprecia en la superficie del Plátano y de la Vid: esas láminas se conocen con los nombres de *ritidoma* y *falso corcho*.

Corresponde á este tejido la capa *endodermis*, la más interna de la corteza, que unas veces se suberiza y otras se hace amilífera. La mayoría de los autores entienden por *Peridermis* el conjunto de las formaciones suberosas; aunque siempre la zona suberosa externa es la que reemplaza á la epidermis lo mismo en la raíz que en el tallo: es muy visible en el Plátano, lisa y completa en los 8 ó 10 primeros años hasta que empieza á desgarrarse por las formaciones suberosas, aisladas en la corteza.

D). TEJIDO SECRETOR. Es el conjunto de células encargadas de elaborar y contener ciertas sustancias de secreción, que parecen ser productos eliminados por la planta: los órganos encargados de la secreción son las glándulas, que pueden ser interiores ó exteriores, y conservar ó expeler el principio segregado. Como es un tejido muy general en las plantas, y á la vez varía tanto la morfología de las células y la naturaleza de la secreción, (sin que por esto haya dependencia entre una cosa y otra), conviene hacer un estudio sencillo pero ordenado de este asunto.

a). En el caso más complicado se ofrecen muchas células secretoras, como se observa en los pelos protectores de las yemas de algunas plantas (Castaño de Indias), que segregan una substancia gomosa mezclada con resina. Los pelos de las Labiadas terminan en un macizo de 16 y 32 células, así como el tejido celular secretor de las Urticáceas y Malpiguiáceas, vierte su producto en un pelo excretor, de forma de lesna en las primeras (fig. 26. 6) y de naveta en las segundas; también existen macizos de células secretoras en el pericarpio de la naranja y en la maderera de las coníferas.

b) Tejido formado por una lámina de células: suele ser la epidérmis, que en algunos puntos del tallo ú hojas se hace secretora, y el producto de la secreción, azúcar goma ó resina, eleva la cutícula, saliendo por las rupturas de ésta. Otras veces son pelos, como en el Tomillo y Lúpulo (*Lupulinos*), compuestos de células en escudo y sostenidos por un pie; las células segregan un líquido, esencia ú oleoresina, que se aloja entre ellas y la cutícula, elevándose ésta por la presión.

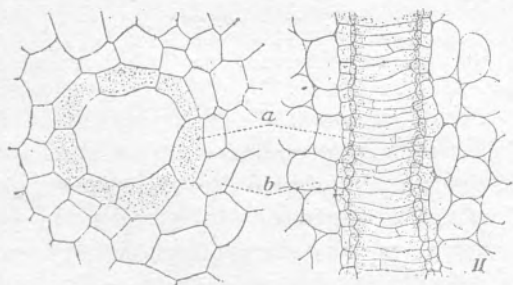


Fig. 29. — I, corte transversal de un canal secretor de la raíz de una Umbelífera (*Ferula Tingitana*). II. Corte longitudinal: a, células secretoras; b, parenquima que las rodea (Tschirch).

En otros casos las células secretoras vierten sus productos al interior en espacios intercelulares, ya sean largos, en la dirección del eje del órgano (*canales secretores*) ó cortos y cerrados por todos lados (*bolsas secretoras*). El canal está en medio del parenquima, rodeado por dos series de células; la primera, tapizadora del mismo, está compuesta de hiladas de células, más pequeñas que las otras y secretoras de goma, resina en las Coníferas, aceite en el Comino y Anís; la segunda serie, externa, es solo protectora (fig. 29). Las bolsas secretoras se ven por transparencia en las hojas del Hipericon, Ruda, Limonero, Mirto y otros vegetales.

c.) Otra disposición frecuente es que las células esten colocadas unas á continuación de otras en una fila, cual se ve en las secretoras de la gomo-resina de los Aloes, en los laticíferos de algunas Papaveráceas, y en células cristalógenas de oxalato de cal en la región externa del tallo de las dicotiledóneas; en el *Chelidonium majus* se observa que, las células secretoras se comunican entre si por sus tabiques medianeros, que son cribosos.

Las filas de células generalmente permanecen aisladas pero si se comunican entre sí por otras transversales, aparece una verdadera red ó malla, (laticíferas de la Escorzoneza) que De Bary considera como *laticíferos articulados*; por esa red circula el líquido llamado *latex*, el cual contiene á veces caucho, tanino, opio y otros principios, según dijimos en su lugar.

d) El caso más sencillo es aquel en que la célula aislada es secretora, y de ordinario van dispuestas en pelos glandulíferos superficiales; ejemplo, en el Geranio y las Labiadas: en estos casos la célula ó células glandulosas aparecen montadas sobre un pie, uni ó pluricelular, y tienen más diámetro que las del pie, porque las dilata notablemente el aceite esencial que contienen. En otras plantas (Laurel) células interiores y aisladas encierran cristales, goma, mucílago, tanino..., además de su protoplasma y núcleo, porque son elementos vivientes.

e). Las células secretoras más notables las ofrecen las Euforbiáceas, Urticáceas y Moráceas, entre otras: se marcan ya en el embrión y crecen en el mismo grado que el tallo y la raíz, ramificándose por el tejido entre los espacios intercelulares, pero formando un sistema continuo, es decir que no aparecen en ellas tabiques ni anastomosis: son los elementos que De Bary llamó vasos *laticíferos inarticulados* (fig. 30); y son notables porque las paredes, sin

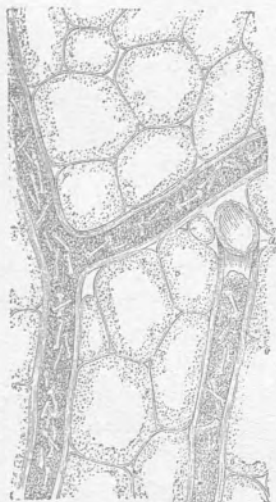


Fig. 30.—Vasos laticíferos de *Euphorbia splendens*, conteniendo en el latex granos alargados de almidón. (Aumento: 200).

generalmente van en el parenquima cortical. Su origen, según Trecul y Schacht, es celular; y en esto se fundan algunos botánicos para considerarlos como vasos, aunque diferentes de los *propiamente dichos*, por tener éstos esculturas en sus paredes, el mismo diámetro en toda su longitud, no contener latex y no ofrecer anastomosis ni ramificación.

2.º Tejido fibroso. Las fibras son células modificadas en la forma; en ellas domina la longitud, siendo las más largas de 2 mm, generalmente en el tallo (1); los extremos terminan por planos inclinados y á veces en punta

ofrecer esculturas, presentan la celulosa más condensada, que no se ataca por el *B. amylobacter*. Como estas grandes células están llenas de latex, al cortar el tallo de la *Euphorbia Lathyris*, por ejemplo, el liquido sale precipitadamente por el corte, ayudado por la presión que sobre él ejercen las células turgentes del parenquima general: analizado ese latex se descubren en él muchos núcleos, azúcares, glóbulos resinosos, cuerpos minerales, almidón, y otros componentes propios.

Como se comprende, los laticíferos tienen distinta forma y colocación, aunque ge-

(1) En las textiles la longitud varía entre en 2 ó 4 mm y 200 ó 250 en el Ramio.

aguda, resultando fusiformes, de contorno poligonal casi siempre, algunas con tabiques internos y sencillas, aunque las hay ramosas. Suelen unirse en paquetes llamados *fascículos fibrosos* y su tejido único y resistente es el *Esclerenquima* (fig. 12 y 13).

Las fibras se endurecen por el espesor y la lignificación de sus paredes, en las cuales quedan sin embargo canalículos, que aparecen como estrias (*Vinca major*). A veces es tan considerable la formación de membranas secundarias que casi desaparece la cavidad interna: á estas fibras se debe la tenacidad de ciertas partes de la planta, sobre todo la región central de los tallos y raíces, y la dureza extraordinaria de algunas maderas: el esclerenquima es propiamente el tejido de sostén, como si dijéramos el esqueleto vegetal.

Las fibras se dividen en leñosas y liberianas: estas tienen sobre todo el carácter físico de la flexibilidad, después que por los reactivos ó por la maceración larga en el agua (enriado) se las despoja del tejido celular que las une y acompaña: por esta causa el Lino y Cábamo se prestan al tejido en la industria, es decir que son, como el Ramio, Pita y otras, plantas textiles.

Para estudiar las fibras, así de la madera como de la corteza, conviene hervir pequeños pedazos de tallo ó raíz en una lejía de sosa ó potasa al 10 por 100, lavar después y disociarlas mecánicamente con una aguja, pudiendo servir el Tilo y el Pino para estos ensayos; además, si se trata al microscopio la preparación con yodo y ácido sulfúrico, tomará el color amarillo ó azul, según que las fibras esten lignificadas ó sean celulósicas: por este reactivo se aprecia que toman color amarillo las de Pita y *Phormium tenax*, azul las de Lino, Cábamo, Algodón y Esparto. En estos caracteres se funda Mr. Vetillart para distinguir los productos textiles (1).

(1) Etudes sur les fibres végetales textiles employés dans l'industrie.

3.º Tejido vascular. Es la asociación de vasos. Los vasos son de mucha longitud y poco diámetro y sirven para conducir líquidos ó gases en el vegetal.

Su origen: proceden de células ya muertas que permanecen unidas en series longitudinales, habiendo desaparecido sus tabiques por reabsorción. Esto se prueba, en primer lugar, porque los vasos, aunque del mismo diámetro próximamente en su extensión, ofrecen de trecho en trecho regiones angostas circulares, que corresponden á las uniones de las células; además, en los vasos jóvenes, éstas conservan aún las láminas transversales, que representan sus tabiques de separación.

Los vasos de conducto continuo, por haber sido reabsorbidos los tabiques transversales, se llaman *abiertos* y *perfectos*. Los de conducto discontinuo, por estar las células tabicadas, se llaman *cerrados é imperfectos*, pasando el contenido de unos á otros por ósmosis.

a) Como los vasos tienen origen celular, llevarán en sus paredes las esculturas de que se trató en su lugar: serán, pues, vasos *punteados*, *rayados* (Rizoma de los Helechos), *reticulares*, *escalariformes* (Helecho, tallo de Balsamina), *anulares*, *espiroanulares* (Maiz), y *espirales ó tráqueas* (hojas del Rosal) (fig. 31). Las cuatro primeras formas se caracterizan por los dibujos que ofrece la membrana, no siendo en realidad distintos, sino simplemente modificaciones unos de otros; son de gran diámetro y se observan de preferencia en el eje de las Dicotileas y tallo de las Monocótilneas. Los anulares y espiroanulares presentan una espirícula interrumpida formando anillos superpuestos y alejados, unidos á trechos por vueltas de espira: se consideran como modificaciones de los vasos *espirales ó tráqueas*. Son éstos tubos cilíndricos, por lo general sencillos formados por una lámina muy fina, que lleva en su interior una

ó varias espirículas (Bananero), arrollada completamente en hélice, aunque las vueltas de espira pueden estar muy próximas ó distanciadas. La espirícula es mucho más gruesa que la membrana á la que está unida, por cuya razón, al romperse un vaso de estos, la membrana se desgarrar y la espirícula queda desarrollada por completo.

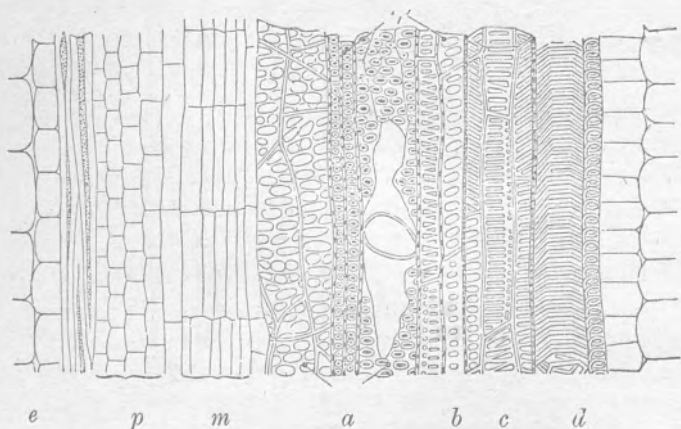


Fig. 31.—Corte longitudinal de un haz libero-leñoso de Ricino. *a*, vasos punteados. *b*, parenquima leñoso. *c*, vaso escalariforme. *d*, vasos espirales. *e*, endodermis. *m*, meristemo. *p*, parenquima libérico.

A pesar de la curiosa estructura de estos vasos, su origen es el general, pues se nota en las partes jóvenes del vegetal que termina cada tráquea en una punta cónica, y yuxtapuesta á esa punta existe otra igual é invertida correspondiente al arranque de otro tubo: luego proceden de la soldadura de células alargadas. Todos estos vasos se encuentran en los tallos y raíces; las tráqueas se citan en la primera zona leñosa del tallo de las dicotiledóneas (estuche medular), en los haces de las monocotiledóneas, en las hojas y en los órganos derivados de éstas.

En los tallos viejos de algunas plantas (Vid) se aprecia que células jóvenes penetran en los vasos y dentro de ellos se multiplican en un tejido que los obstruye: estos cuerpos se llaman *thilos*.

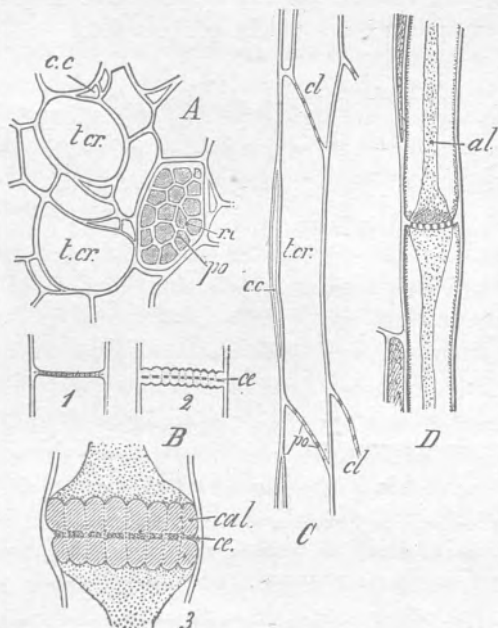


Fig. 32.—Tejido criboso. A. Corte transversal en el liber de la Calabaza: *c. c.*, células ordinarias; *t. cr.*, tubos cribosos; *po.* los poros de una criba y *r. c.* la red celulósica del tabique —B, sección de una criba de Zarza; 1, 2 y 3 la red celulósica se cubre de *cal* (Vid).—C. Corte longitudinal de un tubo criboso *t. cr.*; el tabique (*cl*) es oblicuo y perforado.—D, movimiento de la savia elaborada, por un tabique perforado.

b). Los vasos descritos son los *propriadamente dichos* y aparecen en la región leñosa; de la libérica son propios los *cribosos* y células en enrejado, descubiertos por Hartig en

1837; reciben esa denominación porque la membrana transversal, que separa dos células yuxtapuestas, no se reabsorbe por completo, sino solo en ciertos puntos y presentan como los orificios de una criba, por los que circula la savia elaborada en primavera y verano, pues en otoño é invierno las cribas se obturan por una materia de naturaleza péctica, llamada *cal* ó *materia callosa*: son indudablemente elementos conductores (fig. 32).

La disposición de estos vasos se aprecia fácilmente tratando cortes longitudinales y transversales por alcohol, para que se retraiga su contenido y agregando en el acto un reactivo de yodo ó anilina, que teñirá la membrana cribosa celulósica, pero no la materia callosa. Las paredes de los tubos cribosos no se lignifican; y en cuanto al plano de separación de las células, puede ser horizontal (Calabaza) ú oblicuo (Vid), ofreciéndose en este caso más de una criba en el mismo tabique.

c.) *Haces ó fascículos fibroso-vasculares* son las asociaciones de los tejidos fibroso y vascular. (fig. 31). Los fascículos del *leño* contienen vasos propiamente dichos, fibras leñosas y parenquima, todo en disposiciones diferentes según las plantas; los fascículos *libéricos* constan de vasos cribosos, células en enrejado, fibras libéricas y parenquima, que puede ser blando ó escleroso.

Los haces de una y otra región están independientes ó unidos; en el caso segundo llevan el nombre de *libero-leñosos*. En éstos caben las siguientes posiciones: 1.^a *Colaterales*, si la parte libérica y la leñosa se tocan por una cara, ocupando el liber el lado de fuera y el leño el de dentro; 2.^a *Bicolaterales*, si la parte leñosa limita con dos partes libéricas, una al exterior y otra al interior; 3.^a *con-céntricos*, cuando las dos partes ó sistemas se envuelven circularmente; 4.^a *Radiales*, si los elementos libéricos y

leñosos están alternando y colocados según la dirección de radios que parten del centro del órgano á la periferia, como sucede en la raíz.

Schleiden divide los fascículos en abiertos y cerrados: son *abiertos* cuando el tejido generador, que siempre queda entre los elementos libéricos y los leñosos, subsiste durante la vida de la planta, con el nombre de zona generadora ó *cambium* (Dicotiledóneas); y *cerrados*, si ese tejido desaparece con la edad (Monocotiledóneas).

Aparatos. Se ha convenido en llamar así la asociación de tejidos que desempeñan una misma función, nombrándose el aparato por el fin del tejido principal: así se dice *aparato circulatorio* cuando está formado de tejido vascular como principal, y además del tejido fibroso, canales aéreos etc. como accesorios; el *aparato tegumentario* comprende la epidermis como tejido primario, y los pelos, glándulas..., como secundarios.

He aquí los principales aparatos y los tejidos que los componen:

1.º *De absorción:* lo constituye la membrana pilifera de las raíces, y todas las demás membranas orgánicas que permiten la ósmosis á su través.

2.º *De asimilación y reserva:* entran en este aparato el parenquima clorofilico y el parenquima general, que se hace feculífero, oleaginoso, etc.; el *conjuntivo* es el mismo tejido fundamental cuando enlaza unos tejidos con otros, pero puede desempeñar también las funciones de los anteriores.

3.º *De conducción ó circulatorio:* lo forman los vasos.

4.º *De respiración y transpiración:* á estos actos ayudan los estomas, canales aéreos, meatos intercelulares...

5.º *De secreción ó glandular:* forman parte de él las diferentes glándulas y las células del latex.

6.º *De protección ó tegumentario:* sirven para este fin la piel de las plantas, la cutícula, pelos, tejido suberoso....

7.º *De sostén:* hacen de esqueleto en la planta, el parenquima escleroso, esclerenquima y demás partes duras de la misma.

8.º *De reproducción:* lo integran las células y tejidos que intervienen en la multiplicación del vegetal, ya sea ésta asexual ó por sexos.

Miembro ú órgano de la planta es una parte de la misma, como la raíz, tallo, hoja, estambre..., destinada á desempeñar una función.

RESUMEN.

TEJIDO SUBEROSO ó corcho: está constituido por células prismáticas ó tabulares, muy comprimidas, que tienen su origen en una zona subepidérmica llamada FELÓGENO, el cual engendra capas sucesivas de corcho hacia fuera, á veces en gran número, como sucede en el Alcornoque; en algunas plantas la zona más externa de corcho reemplaza muy pronto á la epidermis del tallo ó raíz.

TEJIDO SECRETOR: está formado de células encargadas de la elaboración de ciertas substancias, que suelen ser eliminadas por el organismo vegetal. Unas veces las células secretoras se agrupan en gran número y todas vierten su secreción al mismo tiempo, bien sea directamente al exterior ó por un pelo excretor (Urticáceas); ó los productos segregados se recogen en bolsas y canales internos. Otras veces los elementos secretores se colocan en superficie (epidermis), ó en filas, como se nota en los Aloes. en los laticíferos de varias plantas y en los tejidos cristalógenos de oxalato cálcico de algunos tallos. El caso más sencillo de glándulas consiste en células aisladas, secretoras de aceites esenciales, y colocadas con gran frecuencia en forma de pelos epidérmicos. En este tejido entran las células laticíferas, ya estén independientes ó se comuniquen entre sí; las han comparado con los vasos propiamente dichos de los vegetales, pero se diferencian en muchos caracteres, puesto que los últimos ofrecen marcas en sus paredes, el mismo diámetro en toda su extensión, carecen del líquido latex y no se anastomosan.

TEJIDO FIBROSO. Se denomina este tejido Esclerenquima, y está compuesto de fibras que son células alargadas, fusiformes, de contorno casi siempre poligonal; á ellas es debida en gran parte la dureza de la región central de los tallos y raíces, en

los cuales representa el esqueleto; debiendo recordar que las hay en el leño y en el liber de las plantas, siendo las últimas muy flexibles y aptas para el tejido, en el Lino, Cáñamo y otras textiles. Su estudio micrográfico se hace muy bien disociándolas químicamente por la lejía de potasa ó sosa al 10 por 100.

TEJIDO VASCULAR. Los vasos, que sirven para la circulación de líquidos ó gases, son tubos de mucha longitud y de poco diámetro, procedentes de células muertas que permanecen unidas en series longitudinales, después de ser reabsorbidos sus tabiques de separación como se prueba por los estrechamientos circulares que ofrece el vaso de distancia á distancia. Se clasifican en punteados, rayados, escalariformes, anulares, espiroanulares, espirales ó tráqueas, atendiendo á los dibujos que determina la celulosa al depositarse sobre las membranas celulares en capas secundarias de refuerzo.

Se dividen también en propiamente dichos y CRIBOSOS, así denominados porque los tabiques transversales de las células unidas en tubo, solo se reabsorben en ciertos puntos, permaneciendo estos como orificios abiertos para la circulación; menos en otoño é invierno que se obstruyen por una substancia CALLOSA; los vasos cribosos son propios del liber, así como los otros caracterizan al leño. La reunión de fibras y vasos forma los fascículos fibroso-vasculares, divididos en abiertos y cerrados. Los aparatos del vegetal son: de absorción y asimilación, de circulación, respiración y glandular, tegumentario, de sostén, y finalmente de reproducción.

LECCIÓN 11

CUADRO SINÓPTICO

RAÍZ

I Consideraciones generales.	}	Origen; situación; forma; duración. Consistencia; dirección; dimensiones. Ramificación—Regiones externas.																	
II. Estructura.	}	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;">A. Primaria.</td> <td style="width: 5%; vertical-align: top;">}</td> <td style="width: 15%; vertical-align: top;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;">a) Cilindro central.</td> <td style="width: 5%; vertical-align: top;">}</td> <td style="width: 70%; vertical-align: top;">Periciclo. Haces libéricos y leñosos. Parenquima conjuntivo de la médula, y radios.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">b) Corteza.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Membrana pilífera. Suber. Corteza externa é interna. Endodermis.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">c) Raicillas.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Tejidos generadores. Liber y leño secundarios.</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">B. Secundaria.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Raíces adventicias.</td> <td style="vertical-align: top;">} Origen. Aplicaciones al cultivo.</td> </tr> </table>	A. Primaria.	}	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;">a) Cilindro central.</td> <td style="width: 5%; vertical-align: top;">}</td> <td style="width: 70%; vertical-align: top;">Periciclo. Haces libéricos y leñosos. Parenquima conjuntivo de la médula, y radios.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">b) Corteza.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Membrana pilífera. Suber. Corteza externa é interna. Endodermis.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">c) Raicillas.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Tejidos generadores. Liber y leño secundarios.</td> </tr> </table>	a) Cilindro central.	}	Periciclo. Haces libéricos y leñosos. Parenquima conjuntivo de la médula, y radios.	b) Corteza.	}	Membrana pilífera. Suber. Corteza externa é interna. Endodermis.	c) Raicillas.	}	Tejidos generadores. Liber y leño secundarios.	B. Secundaria.	}	Raíces adventicias.	} Origen. Aplicaciones al cultivo.	
A. Primaria.	}	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;">a) Cilindro central.</td> <td style="width: 5%; vertical-align: top;">}</td> <td style="width: 70%; vertical-align: top;">Periciclo. Haces libéricos y leñosos. Parenquima conjuntivo de la médula, y radios.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">b) Corteza.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Membrana pilífera. Suber. Corteza externa é interna. Endodermis.</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">c) Raicillas.</td> <td style="vertical-align: top;">}</td> <td style="vertical-align: top;">Tejidos generadores. Liber y leño secundarios.</td> </tr> </table>	a) Cilindro central.	}	Periciclo. Haces libéricos y leñosos. Parenquima conjuntivo de la médula, y radios.	b) Corteza.	}	Membrana pilífera. Suber. Corteza externa é interna. Endodermis.	c) Raicillas.	}	Tejidos generadores. Liber y leño secundarios.								
a) Cilindro central.	}	Periciclo. Haces libéricos y leñosos. Parenquima conjuntivo de la médula, y radios.																	
b) Corteza.	}	Membrana pilífera. Suber. Corteza externa é interna. Endodermis.																	
c) Raicillas.	}	Tejidos generadores. Liber y leño secundarios.																	
B. Secundaria.	}	Raíces adventicias.	} Origen. Aplicaciones al cultivo.																
III. Fisiología.																			

RAÍZ

Es un órgano compuesto, generalmente subterráneo, teniendo sus tejidos en continuación con los del tallo en la parte circular llamada *cueño* ó nudo vital. Su estudio tiene muchos puntos de contacto con los del tallo, y por eso se hará en la forma de éste, aunque de un modo más conciso.

I. Consideraciones generales. ORIGEN. En la semilla se halla ya representada la raíz primaria ó *terminal*, de donde sale en el acto de la germinación; sin perjuicio de que el tallo forme después raíces *laterales*, (*adventi-*

cias), (1) como las presentan muchas plantas al reproducirse por acodo y estaca. La raíz existe casi siempre, aunque no tenga los verdaderos caracteres en las criptógamas inferiores. En cuanto al modo de desarrollarse hay diferencias: Richard denominó á las dicotiledóneas *exorrizas* por aparecer la raicilla directamente, y á las monocotiledóneas *endorrizas* porque la raicilla aparece rompiendo la membrana que protege á la extremidad radicular del embrión, cuya membrana queda guardando á manera de estuche al cono ó punta de aquella.

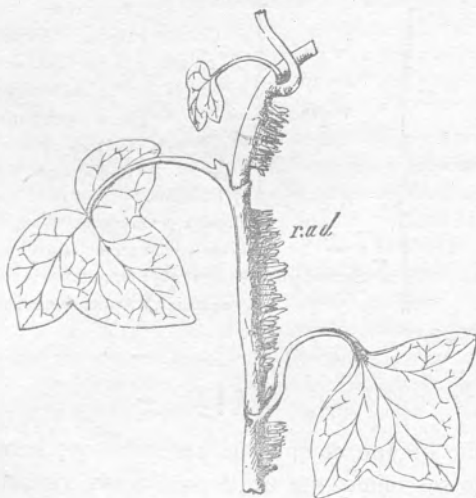


Fig. 33.—Tallo de *Hederá Helix*, en el cual aparecen raíces adventicias (*r. a. d.*) para sujetarse á los cuerpos extraños.

SITUACIÓN: son terrestres casi siempre, pero las hay aéreas y acuáticas, habiéndose observado que la naturaleza del suelo influye en el desarrollo de la raíz, pues éste

(1) Son *laterales* las que nacen regularmente cerca de hojas ó yemas y *adventicias* las demás.

es mayor en los terrenos blandos que en los compactos, así como el agua siempre facilita el aumento de raíces dividiéndolas en otras muchas. Algunas viven parásitas sobre los vegetales, y otras, aéreas, sirven para asirse á los objetos exteriores, como lo verifica la hiedra (fig. 33).

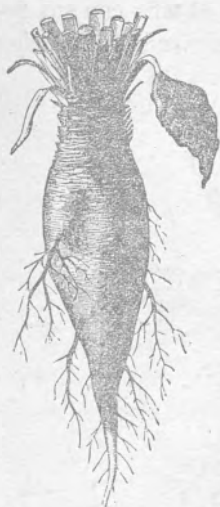


Fig. 34.-Raiz de Remolacha

FORMA: en general es cónica, más ancha en su base, de la que nacen las raíces secundarias, y de estas otras de distintos órdenes, dando lugar debajo de tierra á una ramificación ó copa, análoga á la del tallo, llamada aquí *cabellera*. Los franceses dan el nombre de *pivotante* (napiforme) á la raíz en que domina la parte central (pivot) (fig. 34); y *fasciculada* la que lleva gran extensión de raicillas. En las monocotiledóneas es frecuente la desaparición de la raíz primaria, y en cambio brotan del tallo otras adventicias que suplen la acción de la primera (fig. 35). Por

sus formas se clasifican también las raíces en capilares, fusiformes, napiformes, redondeadas, nudosas y tuberosas (1); porque á semejanza del tallo se tuberizan algunas (*Dalia*) por depositarse en sus tejidos sustancias de reserva, si bien estas raíces tuberosas se diferencian de los tubérculos, en no tener yemas que se desenvuelvan en nuevos tallos (fig. 36).

(1) Las raicillas de las Leguminosas y de la *Myrica* ofrecen pequeños tubérculos ó nudos: en las primeras los causa una Bacteria que acumula principios albuminosos á espensas del nitrógeno libre del aire; en la segunda los produce un hongo filamentosos que vive en el protoplasma de las células jóvenes, en una de esas asociaciones llamadas *simbiosis*.

DURACIÓN. Por la duración es anual, bienal, perenne ó vivaz, viviendo la planta lo que dura su raíz: así es anual, si la planta llena todas sus funciones en un año ó en menos tiempo; bienal, si en el año primero solo se forma la raíz con una roseta de hojas radicales y en el segundo, en un nuevo avance del organismo, produce el tallo con sus flores, frutos y semillas; vivaz herbácea, si vive la raíz muchos

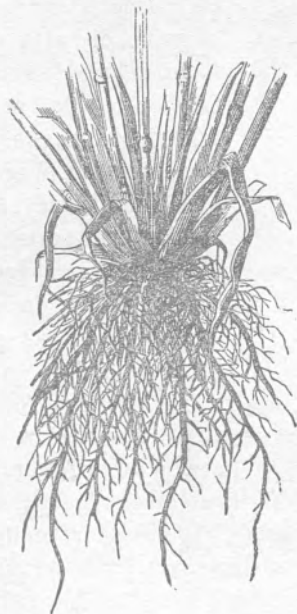


Fig. 35.—Trigo: raíz fasciculada.

años y pierde anualmente el tallo; vivaz arbórea ó arborescente, si conserva la planta la raíz y el tallo.

CONSISTENCIA. Hay raíces de consistencia carnosa, herbácea, leñosa; unas son sólidas, otras huecas, según la naturaleza de sus tejidos internos. La **DIRECCIÓN** puede apreciarse con referencia al suelo ó con relación á su propio

eje: en el primer caso es descendente, oblicua ú horizontal, cuyas disposiciones permiten á la raíz utilizar los abonos á diferentes profundidades del suelo; en el segundo es recta, curva, sinuosa, torcida..... La DIMENSIÓN de la raíz respecto á la del tallo varia mucho; al principio crece más

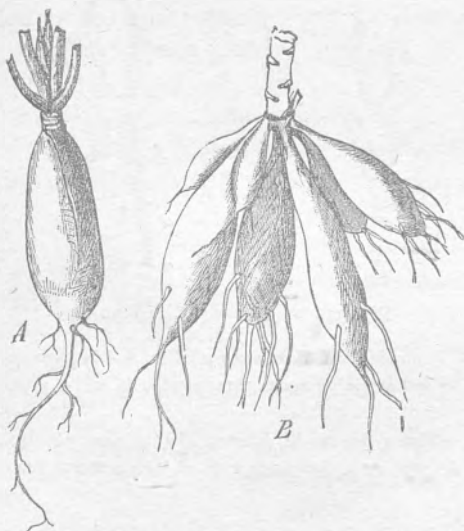


Fig. 36.— A. Raiz de Rábano. B. Raiz de *Dahlia*.

rapidamente la primera, pero después la sobrepuja el segundo, llegando esta desproporción á ser muy notable en las Coníferas á favor del tallo; lo contrario ocurre en otros casos (Regaliz).

RAMIFICACIÓN: sigue un orden análogo al tallo, presentándose algunas sencillas, aunque son más frecuentes las ramificadas lateralmente, sin interrumpirse el desarrollo del punto vegetativo, por mas que las criptógamas Lycopodiáceas ofrecen la verdadera dicotomía. Sachs y Hofmaister han probado que una raíz, una vez formada,

no crece en toda su longitud, sino unicamente cerca de su extremo, en una región de 4 á 10 milímetros generalmente.

A este propósito conviene saber que la raíz joven pre-

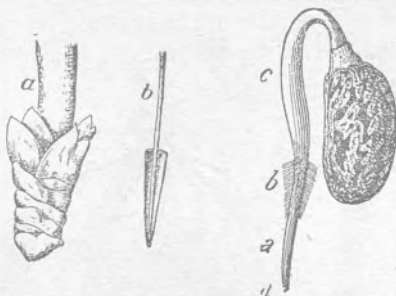


Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 37.—*a* raíz de *Pandanus heterophyllus*, con la cofia exfoliada; *b*, raíz cortada de la Lenteja de agua, para mostrar la raíz y la cofia ó pilorriza.

Fig. 38.—Planta joven de Ricino; *a* y *d* raíz y cofia; *b*, región pilifera; á la derecha de la figura aparecen el tegumento, los cotiledones y el albúmen.

senta en su longitud cuatro regiones (fig. 37): una es la base, parte desnuda y muy desenvuelta (*Región suberizada*), que es la continuación del tallo; sigue una zona estrecha y cubierta de pelos (*región pilifera*); la tercera es una pequeña *región lisa*, y la última denominase *Pilorriza* ó *cofia* la cual cubre la punta radical como un dedo de guante. A medida que el órgano crece los pelos radicales se renuevan; caen los posteriores y nacen otros anteriores en la región tercera, aunque siempre va quedando un espacio liso entre el nacimiento de los pelos y la punta radical. También la pilorriza ó cofia, unida á la raíz para protegerla, se renueva interiormente, cayendo por fuera en forma

de láminas la parte vieja (fig. 37 *a* y *b*), á no ser algunas plantas acuáticas, en las cuales se desprende entera, y las parásitas chupadoras (*Cúscuta*), que carecen de ella.

II ESTRUCTURA

A. Estructura primaria. Las formaciones primarias son dos: una interior (cilindro central) y otra exterior (corteza).

a). **CILINDRO CENTRAL.** Está compuesto: del *periciclo*, ó sea el pericambium de Nægeli ó membrana rizógena de Wan Thieguen (fig. 39. *c*); de los grupos fasciculares *libéricos* (fig. 39. *f*) y *leñosos* ó vasculares (fig. 39. *d*) encerrando vasos cribosos los primeros y vasos propiamente dichos los segundos. Estos fascículos no están colocados como en el tallo, los leñosos delante de los libéricos (colaterales), sino en forma radiante, alternando los de una clase con los de otra y separados entre sí por láminas de parenquima (radios) que parten de un tejido celular y central

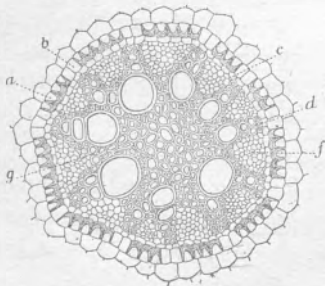


Fig. 39. — *Iris germánica*; corte transversal de la raíz en su cilindro central. *a*, endodermis con unas células espesadas y otras no (*b*); las últimas van colocadas frente á los fascículos leñosos; *c*, periciclo; *d*, fascículos leñosos; *f*, fascículos libéricos; *g*, parenquima escleroso, ocupando el centro (Tschirch.)

(médula). (fig. 39. *g*.) Los haces aparecen en la periferia del cilindro eje, se desarrollan hacia dentro, y quedan en forma de cruz cuando son cuatro, dos de cada grupo, ó en disposición radiante si son varios. Cuando en su crecimiento centripeto los haces invaden el centro de la raíz,

ésta se queda sin médula; en caso contrario es medulada.

Los haces leñosos forman la madera primaria ó *jiloma* por cuyos vasos circula la savia bruta ó ascendente; el número mínimo de fascículos leñosos es dos (estructura binaria), pero pueden ser tres (Guisante), cuatro (Habichuela), cuatro ó cinco (Haba)... Los libéricos forman el liber primario ó *floema* por cuyos tubos cribosos circula la savia elaborada.

b) CORTEZA. Está compuesta: de una capa externa (*membrana pilifera*), de vida efímera, cuyas células se prolongan en pelos unicelulares, simples ó ramosos, sinuosos cuando la raíz es terrestre y rectos en el caso de ser aérea ó acuática (fig. 40. a.); de una *capa suberosa*, de células

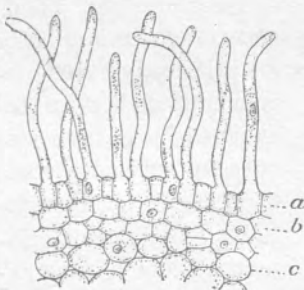


Fig. 40.—Corteza primaria de la raíz, a, capa pilifera; b, capa celular que se hará suberosa; c, parenquima cortical, (aumento: 100).

alternas con las anteriores, que recubre la raíz hasta cerca del extremo é impide la absorción (fig. 40. b.); de una *corteza externa*, en la cual las células poliédricas no dejan espacios intercelulares; de una *corteza interna*, con células colocadas en series radiales y tangenciales, pero dejando entre sí meatos (figura. 40. c.); y finalmente de la *endodermis*, con la misma posición y caracteres que serán

dichos en el tallo (fig. 39. ab).

Conviene también advertir que la extremidad radical solo es un *meristemo* constituido por una célula ó por un grupo de ellas, que se multiplican. Estas células se llaman *iniciales*, *células madres* ó *histógenas*, y en general son tres grupos: uno que engendrará el cilindro eje, otro la corteza y el tercero la epidermis (cofia ó pilorriza), siendo de notar

que la capa pilífera procede del inicial de la pilorriza en las dicotiledóneas y del inicial de la corteza en las monocotiledóneas y criptógamas; los nombres de estos tres grupos son *epidérmico* ó inferior, *cortical* ó medio y *estético* ó superior.

c). Finalmente, las raicillas, que nacen del periciclo en las fanerógamas, son propias de la estructura primaria; luego que nacen atraviesan los tejidos de la corteza haciendo de ellos una suerte de digestión; con la particularidad de que en las criptógamas el plano de los fascículos de la raicilla (cuando son dos) es perpendicular al eje de la raíz madre y en las fanerógamas dicho plano pasa por el eje.

Las raicillas ocupan series á lo largo de la raíz madre: se llama la *disposición isóstica* cuando el número de series es igual al de fascículos leñosos de la raíz madre, no siendo este número menor de tres; si la raíz posee dos fascículos leñosos y lleva cuatro series de raicillas primarias es la disposición *diplostica*.

En las criptógamas vasculares parten las raicillas de la endodermis de la raíz. Es notable que en los Helechos, cuya raíz es de orden binario, solo tengan *dos series* longitudinales de raicillas; y además que estas plantas presentan muchas *raíces laterales*, nacidas de células endodérmicas del tallo, á corta distancia de su extremo.

B. Estructura secundaria. La raíz aumenta en espesor por la aparición de dos meristemas ó tejidos generadores. Uno en la corteza, es un verdadero anillo de células que originan capas externas é internas: las primeras son suberosas y se exfolian por la presión de las de dentro; las interiores, como en el tallo, suelen contener materiales de reserva y constituyen el felodermo, que en unión del corcho exterior componen el conjunto llamado *peridermis*.

El meristemo del cilindro central es otro anillo generador, completo en las raíces leñosas y colocado entre los haces libéricos y leñosos, originando, capas secundarias de liber hacia fuera, abundantes en vasos, fibras y parenquima, y de madera hacia dentro, también con vasos, fibras

y parenquima leñoso, atravesadas por radios medulares, sin ser fijo el número y espesor de unas y otras, pues varía con las condiciones de la vegetación.

La estructura secundaria es propia de la raíz en las dicotiledóneas; en las monocotiledóneas apenas tienen valor los cambios que sufre la primaria; son los más notables la aparición de una capa suberosa y la desaparición del fascículo vascular del centro, cuyo sitio lo ocupa una gran laguna.

En conjunto las raíces leñosas se parecen mucho al tallo; sin embargo las principales diferencias son las siguientes: la raíz carece de médula ó la posee sin estuche medular; los elementos del leño en la raíz son de mayor diámetro que los correspondientes del tallo y al contrario, los radios medulares de aquella son menores en número y desarrollo; en la raíz las fibras leñosas son irregulares, más anchas las liberianas y el parenquima celular mejor desarrollado; la epidermis en la raíz, además de carecer de estomas, es de existencia pasajera, excepto en la punta donde origina los pelos radicales, por cuyo motivo adquiere rápido desarrollo el tejido suberoso.

Raíces adventicias. Tienen su arranque en el periciclo del tallo, con preferencia en los nudos y otros sitios donde se detiene la savia, en el cual se elaboran los elementos que han de necesitarse, no solo para construir la corteza y el eje de la raíz, sino también la red fascicular que enlazará dicha raíz adventicia con los tejidos interiores del tallo; como modificación secundaria de esta clase de raíces se cita en algunas monocotiledóneas (Orquideas, Aroides) el *velo*, formación así llamada por Schleiden, y debida á varias capas de células que aparecen en la parte exterior.

La procedencia de las raíces es, por consiguiente, en-

dógena, rara vez exógena: un grupo de células del periciclo forma el mamelón de la nueva raíz, y esta va caminando por los tejidos corticales en virtud de la digestión que hace de ellos, bien sea mediante la cofia ó por mediación de una *bolsa digestiva* de procedencia endodérmica. La comunicación de tejidos se establece directamente, ó, como se ha dicho, por el intermedio de una anastomosis radicular.

Pueden aparecer las raíces accesorias en otros puntos del vegetal que no sea el tallo: en algunas higueras del Brasil y de la India las ramas dan de sí estas raíces, las cuales llegan al suelo, arraigan en él y quedan con el tiempo como tallos nuevos que contribuyen á dar vida á la planta; las hojas de Begonia, Crasuláceas y otras plantas, colocadas junto á la tierra húmeda, presentan unas protuberancias que al fin pasan á ser raíces; como prueba de la facultad de producir raíces adventicias puede hacerse la inversión completa de un árbol joven, pues las ramas enterradas originan raíces y las raíces al aire producen yemas.

La provocación de raíces adventicias permite multiplicar las plantas por los procedimientos de *estaca* y *acodo*. La estaca es una parte del vegetal, del tallo y mejor de la raíz, que puesta en condiciones apropiadas se desarrolla en un nuevo sér; lo primero que aparece es un tejido celular en forma de rodete, debajo del que nacerán las raíces accidentalmente para sostener y nutrir al vegetal. En los invernaderos se utiliza mucho este medio para conservar las variedades de flores; para ese efecto se cortan *esquejes* por debajo de un nudo, si es posible, se los priva de sus hojas, se los coloca en tierra húmeda y blanda, y se los cubre con un cristal para que la vegetación avance, por impedir la traspiración y favorecer la absorción del calor.

El acodo es parecido á la estaca, solamente que por este procedimiento no se corta la rama destinada á la multiplicación, hasta que pueda vivir por sí sóla, merced á las raíces que fomentó con sus tejidos. En los jardines es muy cómodo doblar una rama de un vegetal hasta introducirla en un tiesto, dejando la punta de ella fuera de la tierra, y se parando por corté la rama de la planta, cuando en el tiesto ha formado ya raíces adventicias. Para la estaca hacen falta ramas jóvenes, para el acodo sirven también las gruesas, siendo condiciones favorables despojar de sus hojas y yemas la rama enterrada, torcerla ó causar en ella hendiduras y tener la tierra en constante humedad. En los fresales hay acodos espontáneos, porque los tallos rastreiros arraigan en los puntos de contacto con la tierra húmeda.

III FISIOLÓGÍA. Como se escribirá en su lugar, la función principal de la raíz es la absorción del agua y de los alimentos del terreno, transportar al tallo los líquidos absorbidos, y á la vez servir como órgano que fija la planta al suelo.

RESUMEN.

La raíz es un órgano compuesto, generalmente subterráneo y sin color verde, unido á los tejidos del tallo por el cuello ó nudo vital. Tiene su origen en el mismo embrión, del cual procede para desarrollarse en el agua ó en la tierra principalmente.

La forma es más ó menos cónica, capilar, fusiforme, napiforme, redondeada, nudosa, tuberosa, etc.

Por la duración es la raíz anual, bienal y perenne ó vivaz; por la consistencia, herbácea, leñosa, carnosa; por la dirección, descendente, oblicua, horizontal, recta, curva, sinuosa, torcida.....; La ramificación es análoga á la del tallo, solamente que en la raíz el crecimiento se opera en una región de 4 á 10 mm,

cerca de la punta, no en la base ni en la misma extremidad, que está defendida por un tejido especial, PILORRIZA, sujeto á una renovación constante. Una región interesante es la PILÍFERA, por producir eminencias en forma de pelos sencillos, destinados á la absorción.

ESTRUCTURA. Son dos partes componentes: el cilindro central y la corteza. En el primero se distinguen: el periciclo; los haces libéricos y leñosos, colocados en situación radiada, con abundantes vasos; y á veces médula y radios medulares. De la corteza forman parte: la membrana pilifera, la capa suberosa, dos formas de corteza y la endodermis. La estructura secundaria se complica con la aparición de dos zonas generadoras, una en la corteza y otra en el cilindro central, en las plantas dicotiledóneas.

Existe gran parecido de estructura entre las raíces y tallos de naturaleza leñosa; sin embargo, se encuentran diferencias en el desarrollo relativo y colocación de sus partes esenciales.

Las raíces adventicias proceden ordinariamente del tallo; pero se consiguen también de las ramas, hojas y otras partes de la planta. Como artificialmente se obtienen estas raíces, cabe multiplicar las plantas por estaca ó esqueje y también por acodo: la diferencia fundamental de estos dos procedimientos es que la estaca se corta de la planta para que luego arraigue en el suelo, puesta en condiciones de vida, y en el acodo se corta la rama enterrada, despues de producir las raíces que necesita para vivir. Despojar las ramas de sus hojas y yemas, ponerlas en tierra constantemente húmeda é impedir la transpiración, son medios que aseguran el éxito en estas operaciones del cultivo.

LECCIÓN 12

CUADRO SINÓPTICO

TALLO.

I. Consideraciones sobre su exterior.		{ Origen, Forma, Consistencia, Duración, Dimensiones, Dirección, Ramificación, Estado de la superficie, Porte general, Rizomas, Tubérculos,	
			{ a). Epidermis. b). Corteza.
II. Estructura.	{ 1. ^o Dicotiledóneas.	{ A. Estructura primaria.	{ 1. ^o Fascículos y Cambium. 2. ^o Liber primario y madera primaria, 3. ^o Médula y radios medulares, Periciclo, 4. ^o Formación de ramas y de raíces adventicias.
		{ c). Cilindro central.	
		{ B. Estructura secundaria.	
	{ C. Anomalías de estructura.		
	{ 2. ^o Monocotiledóneas.		
	{ 3. ^o Acotiledóneas.		
III. Fisiología del tallo.			

TALLO

La raíz y el tallo se consideran como el eje del vegetal por la colocación de ellos y la continuidad de sus tejidos; así como las hojas son órganos apendiculares.

El tallo es otro órgano compuesto de las plantas; procede del embrión, crece generalmente aéreo, sirve para el sostén de hojas, flores y frutos, y á la vez de conductor de la savia; propiamente solo falta en los vegetales inferiores, aunque en estos lo representa el *talo*.

Su estudio completo se divide en tres puntos principales: consideraciones generales, estructura y fisiología.

I. Consideraciones de su exterior.

ORIGEN. El tallo primario procede directamente del germen, y los tallos restantes nacen de las yemas.

FORMA. La forma del tallo varía con el crecimiento, pero propiamente es cónica, pues termina en una punta ó parte más estrecha, llamada *punto vegetativo*, que es la formadora de tejidos, así como la base ensancha y va unida á la raíz por el *cueillo*; de trecho en trecho presenta *nudos*, de los que parten las hojas, y son *meritallos* los espacios comprendidos entre dos nudos consecutivos. Aunque el contorno es cilíndrico, ofrece varias formas: es trígono (*Carex*), tetrágono (*Salvia*), penátgono, exágono y de muchas estrias (*Cereus*); aplanado (*opuntia*), globuloso, con costillas y cubierto de espinas (*Echinocactus* y *Mammillaria*), asurcado, estriado, nudoso, articulado, etc. Más notables son los *cladodios* (*Phyllanthus* y *Ruscus aculeatus*), verdaderos tallos planos, de forma y funciones de hojas; pero son tallos, porque llevan á veces pequeñas escamas foliares, y sobre todo son los portadores de flores, colocadas en sus bordes ó en el centro de una de sus caras.

CONSISTENCIA: está ligada á la estructura, y puede ser aquella blanda, dura ó mixta, llamándose las plantas herbáceas y leñosas, ó sufrutescentes si las partes viejas son leñosas y las nuevas herbáceas; también la consistencia puede ofrecerse carnosa, medulosa y fistulosa, según que los tallos sean muy jugosos, que posean mucho tejido me-

dular ó carezcan de tejido interior, quedando huecos. Por la forma y la consistencia á la vez se llaman *sarmentosos*, si son leñosos, largos y delgados; dándose por este concepto otros nombres, como los de rígidos, flexibles, filiformes, capilares, setáceos....., que no necesitan explicación. También pueden transformarse los tallos en espinas y zarcillos.

DURACIÓN. Son *monocárpicas* las plantas que solo florecen y fructifican una vez en su vida y *policárpicas* las que fructifican muchos años: las primeras pueden recorrer su vegetación en un año (Cereales), en dos (Remolacha, Zanahoria), ó en varios (Pita), floreciendo y muriendo en el último; lo general es que sean anuales ó bienales, llamándose *vivaces* las que tienen tallo anual y raíz persistente.

DIMENSIONES. Las del tallo varían considerablemente, aún dentro de la misma especie, á medida de las influencias del clima y del suelo. Algunos vegetales tienen sus entrenudos muy cortos, por lo que se llaman impropriamente *acaules*, y radicales á sus hojas, por nacer muy bajas, cerca de la raíz; en cambio los tallos de el *Eucalyptus* y *Wellingtonia* pasan de cien metros de altura.

DIRECCIÓN. Lo general es que sean rectos, ascendentes, porque así lo permita su dureza y consistencia; otros, mas débiles, crecen oblicuos (Sauce), ó aumentan mucho en longitud y poco en grueso: en este caso se denominan *volubles* (Lúpulo, Dulcamara), si todo el tallo se arrolla alrededor de cuerpos extraños ó de otras plantas; *trepadores* (Vid), si ascienden por medio de órganos adecuados, como son zarcillos, ganchos, raíces adventicias; y *rastreros* (*Cucurbita*), si se extienden sobre la superficie de la tierra. Los volubles lo son unas veces de derecha á izquierda (*sinistrorsos*) y otras de izquierda á derecha (*dextrorsos*), aunque en algunas plantas son indiferentes estas direcciones; el voluble que, además de arrollarse sobre una planta, chupa sus jugos, es *parásito*, como sucede con la *Cuscuta* que introduce en los tejidos de la víctima sus chupadores, á modo de pelos absorbentes, des-

envueltos debajo de sus células periféricas por efecto de la presión; los tallos rastreros de la *Fragaria* producen raíces de trecho en trecho, que los sostienen y nutren. Los tallos que se desarrollan subterráneos son los Rizomas y Tubérculos: de unos y otros se dirán algunas generalidades.

RAMIFICACIÓN. Ya se ha dicho como el tallo suele llevar un botón ó yema terminal, que al desarrollarse en hojas, nudos y entrenudos da de sí el alargamiento de un tallo sencillo; ejemplo, el *estipe* de Palmera; pero lo más general es que en la axila de las hojas nazcan *yemas axilares* originarias de los tallos de segundo orden, luego los de tercero y así sucesivamente, apareciendo la planta con ramificaciones de primero, segundo y tercer grado, según que las yemas axilares hayan estado implantadas en el tallo general ó en las ramas primarias y secundarias (fig. 41).

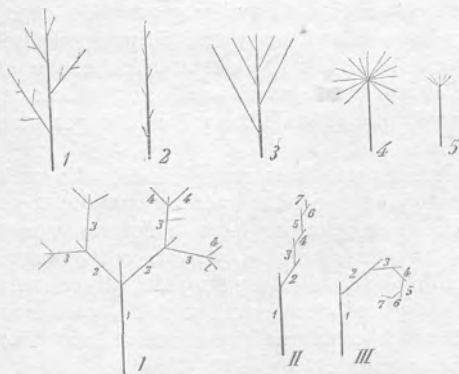


Fig. 41. Ejemplos de ramificación del tallo. 1 racimo. 2 espiga. 3 comarbo. 4 umbela. 5 cabezuela. I, cima bípara. II, cima unípara helicoides, III, escorpioidea.

Las ramificaciones varían según las especies, siendo debido á las mismas, casi siempre, el aspecto ó facies que los vegetales presentan. Entre ellas se cita la *dicotómica*: si el cono vegetativo se divide en dos, á manera de horquilla, siendo esta la dicotomía *verdadera*, citada en las Licopodiáceas como fenómeno raro en la naturaleza. Es más general que el

tallo termine en una sola yema generadora, pero que lleve lateralmente yemas axilares, encargada cada una de dar una rama; esta es la ramificación *monopódica* ó de un solo pie. Tanto la dicotómica como la monopódica se presentan á veces de una manera falsa ó aparente: sucede en efecto (Lilo), que atrofiándose la yema *terminal* las dos yemas *laterales* y opuestas, las más próximas á la punta del tallo, dan dos ramas iguales, y al parecer terminales: este es un caso de *dicotomia falsa*; mas puede suceder también que de esas dos ramas, crezca una más y ocupe la dirección del eje, quedando la otra como si fuera lateral: este es un caso de ramificación *monopódica falsa*, el que denominan *simpodio*, caso repetido en el Tilo, en cuya planta, cuando se atrofia la yema terminal, ocupa su posición la lateral más próxima, la misma que continúa el crecimiento del eje en altura. Cuando el tallo principal queda corto y los laterales crecen mas que él, la disposición recibe el nombre general de *cima*, la cual puede ser bípara ó unípara y esta última escorpioidea ó helicoidea (fig. 41. I. II, III). No obstante lo dicho, se altera muchas veces el orden de la ramificación, por aborto de botones, por sobremultiplicación de los mismos ó por nacer otros extraxilares.

El estado ó aspecto de la superficie del tallo varía: es liso y de color verde en la edad primera, y cuando se generan los nuevos tejidos aparecen por fuera la corteza agrietada, las lentejillas, láminas suberosas, y lleva con frecuencia pelos, hojas y aguijones; llamándose lampiño, afilo é inermes si faltan dichos apéndices. Otras veces es alado, como se aprecia en el Guisante entre las Leguminosas y en el *Ammobium alatum* entre las Compuestas.

Se llama PORTE de una planta su fisonomía ó aspecto general, dependiente sobre todo de la naturaleza del tallo. Se clasifican los leñosos en *árboles* y *arbustos*; en los primeros (Encina, Nogal) la parte inferior ó *tronco* carece de ramas y la *cima* ó copa es la parte superior ramificada; en los segundos (Espino, Avellano) las ramas empiezan desde la base, y tienen menor altura que los árboles. Tallo en *caña* es el fistuloso y con muchos nudos (Grami-

náceas) (1); *estipe* (Palmera) si es recto, con las hojas en la parte superior del tallo y en la inferior las huellas de las que han desaparecido; *fastigiado* (*Populus pyramidalis*) si las ramas son cortas y aplicadas sobre el tallo; *fasciculado*, si es soldadura de varios; además son los tallos, como se dijo, sarmentosos, rastreros, volubles...



Fig.—42. Rizoma de *Iris* con raíces adventicias y hojas.

RIZOMAS. Son tallos subterráneos que crecen horizontalmente por su parte más joven; en cambio van dejando de existir los tejidos viejos. El rizoma lleva raíces adventicias en el plano inferior y yemas en la superior, las cuales se desarrollan en nuevas plantas (fig. 42); se dividen en *indefinidos*, si la punta nunca se transforma en yema (Trigo rastrero), y *definidos* en el caso contrario. En los definidos cesa

(1) Estos tallos, sin yemas laterales, con nudos muy marcados y próximos, y de hojas envolventes, suelen ser típicos en las Monocotiledóneas.

el crecimiento terminal del eje primario, pero una yema lateral da un nuevo eje que continúa la vegetación, aunque también cesará de crecer, dando á su vez otra yema, y así sucesivamente: durante este crecimiento longitudinal quedan en el rizoma las huellas ó señales de los tallos que han muerto despues de llenar sus funciones.



Fig 43.-- Planta de patata con los tallos, próximos á la raíz, tuberizados.

Por la situación del rizoma ó parte subterránea del tallo pudiera confundirse aquel con la raíz; pero la presencia de escamas y yemas en su superficie, así como la estructura del mismo, son caracteres diferenciales entre los dos órganos.

TUBÉRCULOS. Son también tallos generalmente subterráneos, que aumentan notablemente de volumen por depositarse en sus tejidos materias alimenticias de reserva. En

unos se abultan los entrenudos del tallo; en otros es la médula (Patata) (fig. 43), ó todo el tallo (Cactáceas), y en algunos (Zanahoria) el tubérculo se desarrolla hinchándose las porciones basilares y contiguas del tallo y raíz, de modo que los dos órganos contribuyen á su formación. La vegetación del tubérculo se realiza, organizándose en yemas ó botones, y despues en raíces y tallos: ocurre, como en los rizomas, que un tubérculo muere despues de dar lugar á otro por ramificación.

RESUMEN

Los órganos compuestos de las plantas, así llamados porque los integran los elementales (células, fibras y vasos), son, además de la raíz, el tallo, la hoja, flor, fruto y semilla.

TALLO. Existe en la mayoría de los vegetales superiores, pocos hay acaules; en los inferiores lo representa el TALLO. El tallo primario procede del embrión y los restantes del primario por ramificaciones de diferentes grados; los que tengan otro origen distinto son adventicios. Presenta la punta ó cono vegetativo, la base, unida á la raíz por el cuello vital, y nudos y entrenudos á distintas alturas; aunque es generalmente cónico, el contorno varía mucho, así en la forma como en el estado de su superficie, siendo notables los CLADODIOS ó tallos en forma de hojas. La consistencia es distinta, figurando como más generales la herbácea, la leñosa y la mixta, cuando las partes viejas de una planta son leñosas y herbáceas las jóvenes. Por la duración son monocárpicos si solo fructifican una vez en su vida, policárpicos si fructifican muchas veces y vivaces si la raíz es persistente pero el tallo anual. Las dimensiones varían con la naturaleza de la planta; y la dirección del crecimiento es ascendente, oblicua, rastrera, subterránea, según el desarrollo de los tejidos. Los muy largos y delgados son sarmentosos y trepan sobre los cuerpos extraños por medio de zarcillos, ganchos, raíces adventicias, ó arrollándose directamente los que se llaman volubles, entre los cuales se citan los de la *Cuscuta*, que á la vez de parásitos son chupadores.

La ramificación depende de la producción de yemas y del desarrollo de las mismas; los tipos más frecuentes son la dicotómica y monopódica, que pueden ser verdaderas ó falsas. Por su aspecto general es el tallo: tronco, caña, estipe, junco, ó se presenta rastrero, voluble, fasciculado, etc.

Son tallos subterráneos los Rizomas y Tubérculos. Los primeros crecen horizontalmente, con crecimiento longitudinal indefinido ó limitado, en cuyo caso otra yema lo continúa; las raíces adventicias van en el plano inferior y las yemas de hojas y flores en el superior. Los segundos son abultados, por depositarse en sus tejidos la fécula y otras substancias de reserva; también originan yemas, tallos y raíces.

LECCIÓN 13.

(CONTINUACIÓN DE LA DOCE.)

II. Estructura del tallo ó morfología interna.

1.º *Dicotiledóneas*. Para conocer la disposición interna de sus tejidos se necesita estudiar separadamente la estructura primaria y la secundaria.

A. ESTRUCTURA PRIMARIA. Sirven de estudio ramas jóvenes, tallos de *Begonia* y *Violeta*, pedúnculos florales y otros órganos análogos, en los cuales se dan cortes transversales, longitudinales y tangenciales (no oblicuos); estos cortes no se darán en el mismo cono vegetativo del tallo, que no es mas que un tejido celular homogéneo, sino cerca del extremo, en el último ó anteúltimo entrenudo, sirviéndose luego de materias colorantes que tiñen los cortes y separan por el color las diferentes zonas. Estas son tres: una externa (*Epidermis*), otra intermedia (*Corteza*) y otra interna (*Cilindro central*): estas tres zonas provienen en general de otras tantas células iniciales en el meristemo, recibiendo los nombres de *dermatógena* la que continúa la epidermis, *periblema* la de la corteza y *pleroma* la del cilindro central: esta última produce el liber (*floema*) y la madera (*xiloma*).

a) *Epidermis*. Presenta los caracteres ya expuestos en su lugar, al tratar de esta membrana; á veces aparece una capa hipodérmica.

b) *Corteza*. Está reducida al principio á varias capas celulares, de células poliédricas, esféricas ó elípticas, con clorofila y almidón, dejando espacios intercelulares, ocupados por el aire, sobre todo en las plantas acuáticas: es

en una palabra, un *parenquima cortical* en el cual aparecen células laticíferas (Euforbiáceas), canales secretores (Umbelíferas) y productos como tanino, substancias cristalinas y gomas (Malváceas). Suelen presentarse pronto el colenquima y esclerenquima ó tejidos de refuerzo, y á veces (Umbelíferas) paquetes ó haces de fibras; también lleva alguna vez haces libero-leñosos destinados á las hojas.

Entre las zonas corticales la más diferenciada es la interna, la *endodermis* (fig. 44. c) (tallos jóvenes de Ricino): sus células son poliedricas, de mayor tamaño que las restantes, las paredes longitudinales presentan pliegues, pues se surberizan fuertemente, y sobre todo son muy ricas en granos compuestos de almidón, por lo que la endodermis se llama igualmente *capa amilacea* (Cucurbitáceas). Es la endoder-

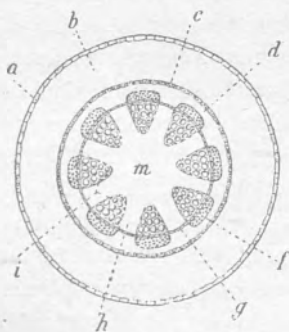


Fig. 44—Figura esquemática que representa un corte transversal del tallo primario del Ricino, con ocho fascículos liberoleñosos: a, epidermis; b, corteza; c, endodermis; d, periciclo; f, haces libéricos; g, capa generatriz liberoleñosa; h, radios medulares; i, haces leñosos; m, médula.

mis una zona generalmente continua en contacto del cilindro central, aunque á veces se interrumpe, y hasta penetra para envolver por separado los haces encerrados en él.

c) *Cilindro central.* Lo forman principalmente los fascículos *liberoleñosos*, aunque abunda el tejido conjuntivo en tres regiones principales: la más interior es la *médula*; la zona celular externa, la que rodea todo lo que compone el cilindro central, es el *periciclo*, cuyas células alternan con las de la endodermis; y las láminas de tejido, *radios medulares*, que parten

radiantes de la médula y separan por completo unos de otros los haces citados (fig. 44).

1.º Los fascículos en el tallo son *colaterales* (en la calabaza *bicolaterales*,) (1) y en cada uno por separado la parte media es la generadora de elementos libéricos hacia fuera y de elementos de madera ó leño hacia dentro; y como esto pasa en todos los haces colocados circularmente, resulta que la zona generatriz ó *cambium* será circular, pero interrumpida ó cortada un número de veces igual al número de los radios medulares que haya.

En las dicotiledóneas los haces están en un círculo; en las monocotiledóneas en varios, aunque se ven excepciones. Los haces corren á lo largo del tallo, son propios de él y se llaman *caulinares*; pero con ellos suelen ir los *foliares*, originados por ramificación de los otros, y destinados á repartirse por las hojas, en las cuales penetran por su peciolo, después de separarse de los restantes cuando llegan á los nudos en que aquellas se insertan; pueden existir solo los foliares.

Los haces libero-leñosos tienen que atravesar directamente la corteza para repartirse por la hoja.

El número de haces que pasan á las hojas es variable, pudiendo ser estas unifasciculadas, bi ó multifasciculadas (monocotiledóneas); pero á veces, antes de penetrar en ellas, corren verticalmente por el cilindro central y aún por la corteza, en el espacio de dos á tres nudos, siendo esta la causa de que el sistema cortical tenga accidentalmente elementos orgánicos que no le son propios. El curso de los haces en el tallo se relaciona con la po-

(1) Depende este fenómeno de que en dicha planta nacen haces supernumerarios en la zona perimedular; por consiguiente el fascículo leñoso tiene en su contacto dos libéricos, uno por fuera y otro por dentro; es decir, está rodeado de tejidos cribosos.

sición de las hojas sobre el mismo; en general van simétricamente, sobre todo en los tallos de hojas opuestas.

2.º *Liber primario*: su formación es *centripeta* é *endógena* porque, si las zonas viejas van al exterior, la más nueva es la que está hacia el centro del órgano; contiene el *liber vasos cribosos*, *parenquima libérico* y á veces canales secretores. La *madera primaria* es de formación *exógena* porque, si las zonas viejas van al interior, la más nueva es la más alejada del centro: contiene *vasos espirales* y un *parenquima leñoso*.

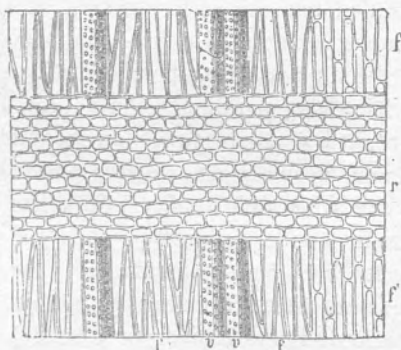


Fig. 45 — Corte en un tallo de *Acer Pseudoplatanus*, dado longitudinalmente y en dirección paralela á un radio medular. El radio medular es *r*: *f* y *v* representan fibras leñosas y vasos punteados.

3.º La *médula* tiene diferente desarrollo en las plantas: su tejido es generalmente blando y homogéneo, aunque aparece otras veces prosenquimatoso y heterogéneo. Cuando está en actividad encierra productos nutritivos, se hace cristalógena, y á veces da paso á vasos laticíferos; aunque generalmente muere ó se reabsorbe, quedando el tallo fistuloso por completo, ó á lo más con laminitas medulares al nivel de los nudos: menos frecuente es que

posea haces en comunicación con los del tallo. Los radios medulares existen en casi todos los tallos, y son láminas anchas ó estrechas de células, en tejido muriforme procedente del medular (fig. 45). Los radios medulares atraviesan por entre los haces del liber. (fig. 46).

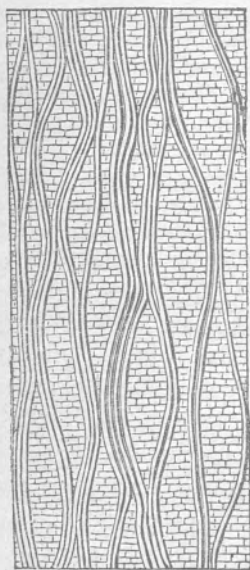


Fig. 46.—Corte tangencial en el tallo del Tilo, para ver la colocación de los fascículos del liber.

El periciclo es la zona más externa del cilindro central, continua ó interrumpida (*Equisetum*); recibe los calificativos de *pericambiun* por hacerse con frecuencia generador de tejidos, y *capa rizógena* por dar lugar á raíces adventicias en el tallo y secundarias en la raíz.

En el tallo el periciclo presenta varias capas de células, y en la raíz una sola: las células de la fila primera alternan con las de la endodermis.

4.º Por último, en la época primaria el tallo produce las ramas y las raíces adventicias. La génesis de las primeras tiene lugar haciéndose generadoras las células

periféricas del tallo: es decir, que en estas formaciones ocurre lo mismo que en la punta vegetativa del cono primario, que en ellas aparecen á la vez la epidermis, corteza y madera de las ramas, cuyas zonas se comunican con las respectivas del tallo primario, estableciéndose solidaridad

de tejidos entre éste y aquellas. Sobre las raíces adventicias véase lo dicho en la pág. 120.

DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA PRIMARIA. En las Criptógamas vasculares una sólo célula madre, colocada en el extremo del tallo, es la que origina el meristemo, tabicándose en tres direcciones. Las Gimnospermas ofrecen una *inicial* única. En cambio la formación primaria en las Fanerógamas es más complicada: generalmente las tres regiones (epidermis, corteza y cilindro central) se originan de un modo regular alrededor de la punta del tallo, de manera que aparece cada una bajo la forma de una *capa simple de meristemo*, haciéndose generadoras las células más elevadas; y en esos tres meristemas toman origen las diferentes partes del tallo, desde la epidermis hasta la médula. En otros tallos son distintas las *iniciales* de las tres regiones; en la mayoría de las monocotiledóneas son tres las iniciales, y cuando solo son dos, una, la más elevada, engendra la epidermis y la otra da á la vez la corteza y el cilindro central.

B. ESTRUCTURA SECUNDARIA. En las plantas herbáceas y en las monocotiledóneas la estructura del tallo no se complica; pero en las leñosas sobreviene el crecimiento en grueso, merced á *dos zonas generadoras*: una es la que conocemos ya en el cilindro central con el nombre de *cambium*; otra vá situada en la corteza, es extraliberiana, y aparece á diversas profundidades, pero siempre con el fin de engendrar las capas suberosas hacia el exterior, é interiormente el *felodermo* ó parenquima cortical secundario (fig. 47) (1). Como la epidermis es caduca, quedan debajo de ella para suplirla las capas suberosas, unidas unas veces y agrietadas otras; están formadas de células en filas transversales y radiales, generalmente muertas, y aunque su tejido es impermeable, puede pasar el aire por las lentejillas y espacios intercelulares; en

(1) El conjunto de corcho y felodermo forman la *peridermis*; por eso la zona generatriz se llama *peridérmica*.

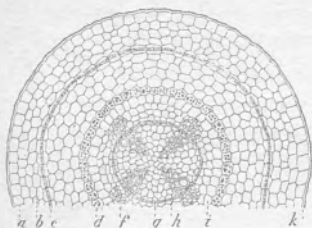


Fig. 47.—Corte transversal de un tallo para ver su estructura secundaria.

a, epidermis; *b*, corteza; *c*, capa generatriz externa; *d*, endodermis con granos de almidón; *f*, liber primario; *g*, capa generatriz libero-leñosa; *h*, madera primaria; *i*, periciclo.

Plátano, Cerezo y otros árboles.

La zona generadora del cilindro central puede ser entera (Cariofiláceas) ó atravesada por radios medulares secundarios que ella produce; origina sucesivamente liber y madera, porque los haces permanecen abiertos, son continuamente generadores. El liber se llama de ese modo porque sus láminas, poco unidas entre si, son exfoliables; en él aparecen nuevos elementos fibrosos y vasculares. En cambio, las capas de madera adquieren cada vez mayor dureza por la presión, sobre todo en el centro, *duramen* ó corazón de la madera, pues la madera externa ó *albura* es más joven y su resistencia es mucho menor; las zonas de madera aumentan en vasos propios y en tejido fibroso.

El contraste entre las capas de madera de diferentes años es muy marcado por sus aspectos, claro y obscuro alternativamente (fig. 48. 2). La explicación de este fenómeno es fácil, porque cada zona de madera tiene dos partes de distinta apariencia; su interior es un tejido más claro y más blando, por haberse formado en primavera, cuando dominan sobre las fibras los vasos de gran diáme-

cambio, las células del felodermo son vivientes, elaboran almidón y clorofila. Si la capa generadora del corcho no se interrumpe, la zona suberosa es circular, aunque se resquebraja al exterior; pero si aquella se limita á ciertos puntos, esas partes de ritidoma, muertas y aisladas, caen luego exteriormente, como se observa en el

tro, para contener la abundancia de savia; al contrario, su exterior es un tejido oscuro y más apretado, por ha-

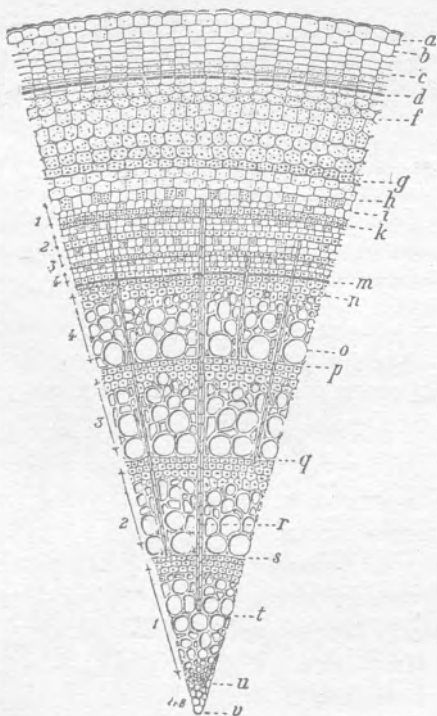


Fig. 48.—Esquema del corte transversal de un tallo de cuatro años en una planta dicotiledónea *a*, epidermis; *b*, capa cortical externa; *c*, corcho; *d*, capa generatriz peridérmica; *df*, felodermo; *fg*, parenquima cortical; *g*, endodermis; *gh*, periciclo; *hi*, liber primario; *ik*, liber secundario del año 1.º; *m*, capa generatriz; *np, pq, qs, st*, madera de los años 4.º, 3.º, 2.º y 1.º; *uv*, médula; *r*, radio medular, secundario, completo. (E. Belzung).

berse formado en otoño, cuando ya disminuyen los líquidos, y los vasos pierden en número y diámetro, aumentando

notablemente el esclerenquima. Esta disposición en zonas se aprecia muy bien en la madera, pero no en la corteza porque se desprende, ni en el liber, que está comprimido entre el leño y la corteza; sin embargo, en los troncos viejos se destruye el leño interior y queda el tallo hueco. La fig. 48 representa en esquema el desarrollo de un tallo en 4 años.

La epidermis puede originar igualmente el felógeno, y también el periciclo es capaz de generar corcho, fibras libéricas, parenquima, elementos esclerosos y hasta haces libérico-leñosos que completan el desarrollo del tallo.

La médula primaria queda encerrada en la primera capa de madera ó *estuche medular*, y toma la forma triangular, cuadrangular, pentagonal ó cilíndrica según la forma de aquel y el número de haces primarios.

Entre las maderas notables por sus formaciones secundarias se cita la de las Coníferas, con sus fibras areoladas y los canales resiníferos de la corteza.

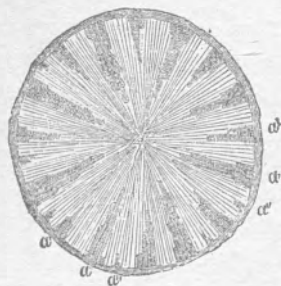


Fig. 49.—Corte transversal de un tallo anormal de *Bignonia*; los fascículos leñosos *a'' a'''* están separados (fig. 49) por presentar conos de tejido cortical *a, a*.

C) *Anomalías de estructura*. Estas pueden referirse: 1.º A la irregularidad en el desarrollo de las partes del tallo, de que son ejemplos las Aristolochiáceas por ensancharse considerablemente los radios medulares y su gran proporción de tejido suberoso; las Malpigiáceas, por no hacerse generador el cambium en ciertos puntos, es desigual

liber que penetran entre las hendiduras que deja la madera, por efecto del menor desarrollo de ésta. 2.º En las Sapindáceas (fig. 50) alrededor del sistema libéro-leñoso central aparecen otros sistemas, más

pequeños, pero del mismo origen que el primero, y todos

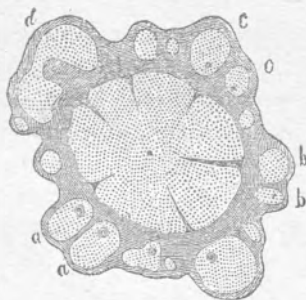


Fig. 50.—Corte transversal de un tallo anormal de una Sapindácea.

Aparece el tallo central con su canal medular y radios medulares; y en el espesor de una corteza común aparecen fascículos *a a*, *b b*, *c c*, *d d* con su canal medular excéntrico. El efecto del conjunto parece la soldadura de varios tallos.

del tallo, porque los fascículos son *cerrados*, y, limitándose pronto la acción repro-

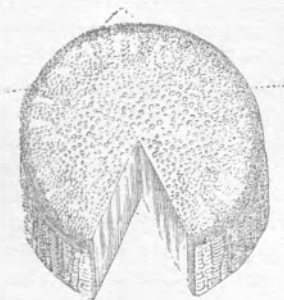


Fig. 51.—Corte de un tallo de Palmera; muestra los fascículos esparcidos sin orden y más apretados en la periferia del tallo.

aloja el liber; los cubre una

quedan recubiertos por el mismo periciclo; de modo que son varios centros de formación en vez de uno, que es lo normal; en el *Rumex* y Ruibarbo, los fascículos medulares tienen liber al interior y madera al exterior. 3.º otras anomalías existen como la colocación de los fascículos de las Cucurbitáceas en dos círculos, y la muerte y renovación de la zona generatriz.

2.º Tallo de las Monocotiledóneas. La mayoría

de estas plantas aparece sencilla en la estructura del tallo, porque los fascículos son *cerrados*, y, limitándose pronto la acción reproductora de tejidos, carecen de las formaciones secundarias (fig. 51). Los fascículos son muy numerosos, colocados en medio de un parenquima general, y tienen una estructura análoga á los de las Dicotiledóneas.

Son de ordinario *concéntricos*; es decir, que en el haz la madera envuelve al liber, bien sea por completo ó tomando aquella la forma de una V, entre cuyas ramas se aloja el liber; los cubre una envoltura de esclerenquima

y á veces un parenquima muy lignificado. Los haces *propois*, que son los exteriores, caminan por la periferia del cilindro central, y los otros, saliendo de las hojas, se dirigen hacia la médula, y luego se curvan y descienden oblicuamente hacia fuera para unirse con los propios; por esta razón de la mayor densidad en la periferia y por no crear



Fig. 52.—Helecho arbóreo del Brasil (*Alsophila armata*)

madera los tallos de monocotiledóneas, resultan más duros en la región externa del cilindro eje que en el interior del mismo (Azucena). Sin embargo, en las Liliáceas arborescentes existe una zona generadora á espensas del periciclo. Puede añadirse que en esta clase de plantas la epidermis se renueva menos, el colenquima es menos frecuente, pero la endodermis está muy bien representada y caracterizada en algunos tallos y rizomas.

3.º *Acotiledóneas*. Pudiera describirse aquí el tallo de las criptógamas vasculares, pero se tratará de esta cuestión como de otras varias, en el capítulo dedicado á esta clase de plantas. Sin embargo, es de estructura sencilla á pesar del aspecto que ofrece en algunos casos, (fig. 52.)

III. FISIOLÓGÍA DEL TALLO. Baste saber ahora que es órgano que sostiene los demás y por sus tejidos circulan y son transportadas las substancias nutritivas: porque, como algunas de estas funciones son propias también de otros órganos nutritivos, se hablará primero de éstos y al final se expondrá la fisiología de los aparatos de nutrición.

Dada á conocer la estructura de la raíz y tallo, diremos brevemente, para completar estos conocimientos, cómo se relaciona un órgano con otro.

Paso del tallo á la raíz. Tiene lugar en el *cuello* por el cual se comunican respectivamente las epidermis, cortezas y cilindros centrales de ambos órganos.

La epidermis y corteza del tallo son continuación de las de la raíz; solamente que, siendo la corteza de ésta más ancha que la del tallo, ha de estrecharse á fin de que su endodermis enlace con la de éste.

El paso más difícil es el de los haces, porque los de la raíz tienen una disposición muy diferente á la que ofrecen los del tallo: en éste las tráqueas ocupan el borde interno, junto á la médula y los haces libéricos y leñosos van *asociados* , así como en la raíz los haces *alternan* , ordenadamente y las tráqueas ocupan el borde externo del fascículo, junto al periciclo: por esta diferente orientación necesitan los elementos de la raíz cambiar de lugar, á fin de conseguir la comunicación con los del tallo.

Los casos más frecuentes son dos: 1.º Los haces libéricos de la raíz continúan su marcha directa en el tallo; cada haz leñoso se divide en dos láminas vasculares (semifascículos) las cuales, separadas por parenquima, y habiendo girado cada una sobre si misma 180,º se vuelven á unir para formar otro nuevo haz leñoso, que se coloca frente á uno libérico; es decir, adoptan la posición que tienen en el tallo; por este procedimiento el número de haces libéro-leñosos del tallo es igual al de libéricos ó leñosos de la raíz. 2.º Los haces libéricos también se dividen en dos, lo mismo que los leño-

sos; después, cada mitad leñosa, previo el giro de 180° sobre si misma, se asocia á una mitad libérica, á fin de formar los haces que comunicarán con los del tallo: por éste método el número de haces libérico-leñosos del tallo es doble del número de leñosos ó libéricos que tenía la raíz.

RESUMEN.

ESTRUCTURA PRIMARIA Y SECUNDARIA DEL TALLO EN LAS DICOTILEDÓNEAS. *En un principio se dibujan ya tres zonas. 1.º Epidermis, con sus caracteres propios: 2.º Corteza, dispuesta en varias zonas de parenquima, y entre ellas la zona interna ó endodermis. 3.º Cilindro central, compuesto de médula, radios medulares, haces libérico-leñosos y envuelto todo por el periciclo; la parte media de los haces es la generatriz de liber hacia fuera y madera ó leño hacia dentro, llamándose CAMBIUM.*

La médula tiene diferente desarrollo y está contenida en la primera capa de madera (estuche medular): la madera encierra vasos espirales y parenquima; el liber, vasos cribosos, parenquima y á veces canales secretores. El periciclo toma la denominación de pericambium y capa rizógena por las funciones que en otras ocasiones desempeña. Del tallo primario brotan las ramas, hojas y raíces adventicias.

La estructura secundaria se complica, apareciendo en la corteza la zona generadora del corcho y nuevo parenquima, aumentando los tejidos en células, fibras y vasos, modificándose la madera en el duramen, diferente de la albura, y comprimiéndose, efecto del crecimiento, la médula y radios medulares. La estructura descrita ofrece curiosas excepciones en algunas plantas.

El tallo en las Monocotiledóneas es más sencillo, porque los fascículos son cerrados y no dan lugar á capas de crecimiento en grueso, siendo más duros los tallos en el exterior que en el interior; los fascículos son muy numerosos, pero aislados en el tejido conjuntivo, sin aparentar éste la disposición de médula y radios medulares.

LECCIÓN 14

CUADRO SINÓPTICO

HOJA

I. Morfología externa.	{	1. ^o Partes de la hoja: <i>a)</i> . Vaina; <i>b)</i> Pecíolo; <i>c)</i> . Limbo.	
		2. ^o Origen, duración y muerte.	
		3. ^o Clasificación de las hojas.	
		{	<i>a)</i> por la posición.
			<i>b)</i> por la nerviación.
			<i>c)</i> por la forma del limbo.
			<i>d)</i> por la ramificación del limbo.
			<i>e)</i> por la ramificación del pecíolo.
			<i>f)</i> Hojas estipuladas.
II. Morfología interna.	{	<i>a)</i> Estructura del pecíolo.	
		<i>b)</i> Estructura del limbo.	

HOJA.

Es un órgano apendicular que nace del tallo ó de sus ramificaciones; su color generalmente es verde y la forma laminar; es decir, simétrica con relación á un plano. Aparece en las yemas ó botones, y en la planta cambia la forma entre las primeras y las últimas. (1). Es el miembro clorofiliano por excelencia para la asimilación del anhídrido carbónico.

I. Morfología externa. La hoja se compone de tres partes: una porción ensanchada, que es la *lámina* ó *limbo*; otra cilíndrica llamada *pecíolo*, unida á la base del

(1) Se consideran como hojas modificadas otros órganos, cuales son las brácteas y las partes de la flor, aunque cada una acomodada á sus fines.

limbo; y á veces una tercera, que es la *vaina*, ensanchada y situada entre la base del peciolo y los nudos del tallo. La mayoría de las hojas son pecioladas; algunas que carecen de peciolo son *sentadas*, y en esta situación, envuelven al tallo las *abrazadoras* ó amplexicaules, ó son *perfoliadas* cuando los dos lóbulos del limbo se sueldan de manera que parece como si estuviera éste atravesado por el tallo.

1.º PARTES DE LA HOJA.

a). *Vaina*. En general adquiere esta parte de la hoja poco desarrollo, pero es muy notable en las Umbelíferas, en cuyo caso se llama la hoja envainadora; ese tubo ó vaina puede ser entero (Ciperáceas) ó hendido (Gramináceas).

b). *Peciolo*. Es de forma cilíndrica ó algo deprimida; es decir, que su plano es perpendicular al eje del tallo, ofreciendo un canalículo la cara superior. Se une por su base con el tallo y por su extremo con la base del limbo, aunque alguna vez (Capuchina) se inserta en el centro de la cara inferior del mismo; sufre modificaciones á veces, siendo hueco en varias plantas acuáticas y arrollado como los zarcillos en la *Clematis*. Se llama *articulado* cuando los fascículos, que se desvían del tallo para formarlos, presentan en la base del mismo peciolo un rodete de articulación.

Por último, merece indicarse que en alguna planta (*Acacia heterophylla*, de Nueva Zelanda) (1) las hojas, sobre todo las últimas, están reducidas á los peciolos ensanchados: estos peciolos sin limbo se denominan *Filodios* (figuras 53 á 55), y se conocen en que sus planos son ver-

(1) Se cita esa *Acacia* porque en las hojas de un mismo pie de planta se marca el paso de la hoja compuesta al filodio.

tales en vez de horizontales, es decir, que pasan por el eje del tallo, á la manera como están colocadas las hojas del Eucalipto.

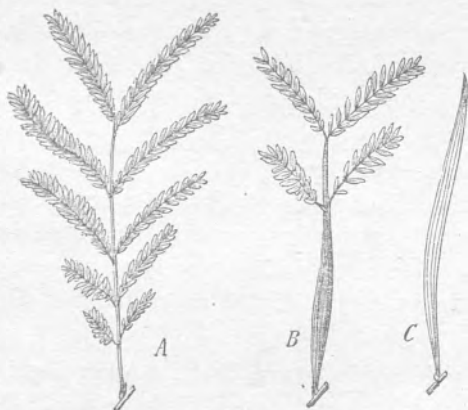


Fig. 53

Fig. 54

Fig. 55

Fig. 53.—A, hoja de la *Acacia heterophylla*.

Fig. 54.—B, la misma hoja modificada.

Fig. 55.—C, Hoja convertida en filodio.

c. *Lámina ó limbo*. Es la porción plana de la hoja, compuesta, entre otras partes, de una red de fascículos, que en el tallo marchaban paralelos, y á los que se conoce con el nombre de *nervios*; los primarios son gruesos, pero después se dividen y subdividen en ramas cada vez más delicadas, ó sean las venas y venillas; depende en gran manera de su distribución el aspecto diferente de las hojas. En el limbo se distinguen las dos caras, *haz* la superior *envés* la inferior, y además la base, la punta y el borde ó contorno.

2.º *ORIGEN Y DURACIÓN*. Las hojas aparecen como mamelones celulares, que se aplanan luego, en el extremo de la zona ó tallo, originando las formaciones llamadas yemas ó

ó botones, las cuales están muy bien protegidas por escamas. Se presentan en primavera, generalmente antes que las flores, y duran de ordinario hasta el otoño, en cuya época

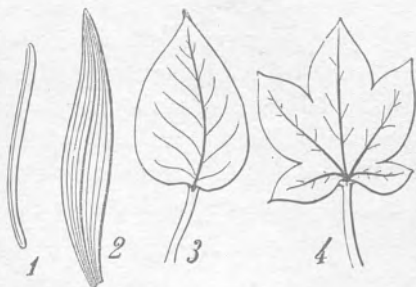


Fig. 56 1, hoja de un sólo nervio; 2, de varios nervios rectos; 3, penninerviada; 4, palminerviada.

se desprenden todas las anuales; en algunos árboles y arbustos son las hojas persistentes, porque la renovación es lenta, y nacen las nuevas antes de caer las antiguas.

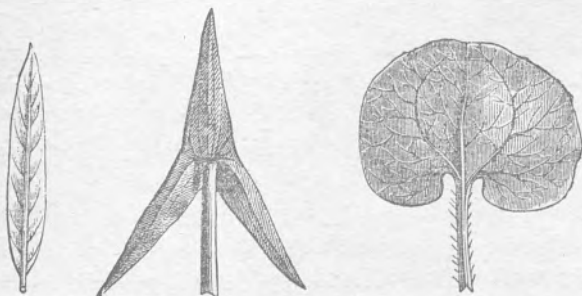


Fig. 57

Fig. 58

Fig. 59

Fig. 57.—Hoja en forma de lanza (lanceolada)

Fig. 58.—Hoja en forma de flecha (sagitada)

Fig. 59.—Hoja reniforme.

La caída de las hojas en algunos casos es por desarticulación del peciolo, efecto de una formación celular que aparece en la base de éste y que, interrumpiendo la

nutrición determina la palidez de la hoja, precursora de su caída; en la Palmera, al contrario, la hoja se seca sin desprenderse, quedando la base del peciolo unida al tallo durante algún tiempo. Influye el frío de tal modo en la caída de las hojas, que algunos árboles de hoja caediza están siempre verdes si se transportan á climas cálidos.

3.º CLASIFICACIÓN DE LAS HOJAS. a) *Por la posición*: son *radicales*, si nacen de la porción subterránea del tallo, *caulinares* las implantadas á lo largo del tallo y *florales* las que nacen más cerca de las flores, transformándose muchas veces en brácteas, por perder sobre todo el color y la forma.



Fig. 60



Fig. 61



Fig. 62

Figs. 60, 61 y 62. - Hoja cordiforme, dentada y aserrada.

b) *Por la distribución de los nervios*: estos no se dividen en las monocotiledóneas, van rectos ó curvos desde la base de la hoja á la punta, y de aquí los nombres de *rectinervias* y *curvinervias*. En las dicotiledóneas los nervios se ramifican, son las hojas *angulinervias*; por esta consideración las hay *uninerviadas* (Pino), *penninerviadas* (Haya), *palminerviadas* (Ricino) y *peltadas* (Capuchina) según que el

nervio sea uno ó varios dispuestos en forma de pluma, palma ó escudo (fig. 56).



Fig. 63.—Ramo florífero de la *Cabomba*; las hojas inferiores, que están sumergidas en el agua, son de borde partido, y las superiores, que sobrenadan tienen el borde entero.

c) *Por la forma general del limbo.* Son ovales, orbiculares, agudas, obtusas, truncadas, lineales, capilares, subuladas ó en lesna; espatuladas, lanceoladas (fig. 57), sagitadas ó en forma de flecha (fig. 58), reniformes (fig. 59), cordiformes (fig. 60), cuneiformes ó en forma de cuña etc. Sin embargo, conviene advertir que en algunas plantas varían mucho las hojas: ejemplo, la Morera de papel el *Symphoricarpus racemosus*, la *Campánula rotundifolia*, que presenta unas redondas y otras alargadas; y lo mismo sucede en algunos Ranunculos, siendo más frecuente éste fenómeno en las plantas acuáticas (fig. 63).

d) *Por las ramificaciones del limbo,* se llaman *enteras, dentadas* (fig. 61), si presentan pequeñas elevaciones, *aserradas* si los dientes van colocados como los de una sierra (fig. 62.); cuando las incisiones son más profundas y anchas se denominan lobos, y lacinias en caso de ser estrechas, designándose *bi, tri, cuadri... multilobada* ó *bi, tri, cuadri... multifida...* (fig. 64) respectivamente; si las incisiones llegan á la base de la hoja ó penetran hasta el nervio medio, ésta es partida y los nombres que representan estas hojas son *bi, tri, cuadri... multipartida*. También se dan otros muchos nombres como *palmidentada, palmeada* (fig. 66),

pennidentada, *pennatifida* (fig. 65), representando á la vez la nerviación y los accidentes del borde.



Fig. 64



Fig. 65



Fig. 66

Fig. 64, Hoja laciniada; 65, Hoja pennatifida; 66, Hoja palmeada, (Ricino).

e) Las hojas descritas son *sencillas*, porque el peciolo no se ramifica; pero si se divide en otros varios (peciollillos) y los haces de cada división se extienden por otras tantas láminas (*foliolas*), las hojas son *compuestas*, aunque en grados diferentes: 1.º simplemente compuestas (Acacia) si las



Fig. 67



Fig. 68

Fig. 67, Hoja trifoliada; 68, Hoja digitada trifoliada.

foliolas se insertan en un peciolo común, llamándose *pennadas* si nacen á los lados, bien sea en disposición alterna

ú opuesta, en cuyo caso los nombres de *uni*, *bi*, *multiyugadas* expresan el número de pares de foliolas y los de *paripinnadas* é *imparipinnadas* dicen su disposición, según que



Fig. 69.—Hoja del Castaño de Indias, digitada septemfoliada.

termine la hoja en dos foliolas ó en una; de este caso es el mas sencillo ejemplo la *trifoliada*, (fig. 67); es *digitada* (Castaño de Indias) si las foliolas parten de un punto (fig. 69) y se clasifican en *tri*, (fig. 68) *cuadri*.... *multifoliadas*. 2.º *Recompuesta* (*Mimosa*) si las foliolas aparecen, no en el peciolo común, sino en otros secundarios en que él se divi-

de (fig. 70); según la disposición de estos es *digitada* ó *penada*, *bigeminada* si cada peciolo secundario lleva dos limbos, y *bipinnada* si adoptan esta forma los peciolo secun-

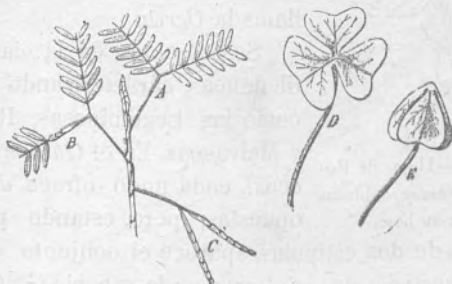


Fig. 70—A, B y C hojas de *Sensitiva*. D y E de *Oxalis*.

darios y las foliolas que lleva cada uno por separado. 3.º *Sobrerrecompuestas* si nacen las foliolas en peciolo de tercer orden.

Hojas anormales. Lo son unas (*Begonia*) por la falta de simetría con relación al eje principal; otras (*Nepenthes* y *Utricularia*) ofrecen un desarrollo extraordinario en la lámina,

originando cavidades (Ascidias) llenas de líquidos, provistas á veces de su opérculo, y con el fin de servir de flotadores en algunas especies. Es hueca la hoja en el *Allium Cepa*, y en otras ocasiones es tan escaso el parenquima que, no pudiendo llenar todo el limbo, quedan en éste roturas ó espacios vacíos.

f) *Hojas estipuladas*. Las estipulas van colocadas en la base de algunas hojas y parecen ramificaciones del peciolo; su forma comunmente es laminar, permaneciendo independientes del peciolo ó soldadas con él. Las hay apenas visibles, dispuestas en escamitas, hilos ó puntos glandulosos;

otras son mayores (Rosal) (fig. 71), y adquieren gran desarrollo en el Pensamiento.



Fig. 71.—Hoja de Rosal, con *estipulas* soldadas al peciolo por su base.

Por su colocación son: *caulinares* ó libres (Malva), *laterales* ó peciolares (Rosal), *axilares* si parten de la axila de las hojas; en las Poligonáceas forman una vaina entera llamada *Ocrea*.

Se presentan en la clase Dicotiledóneas, caracterizando familias, como las Leguminosas, Rosáceas, y Malváceas. En el *Galium* (Rubiáceas), cada nudo ofrece *dos* hojas opuestas; pero, estando provistas una y otra de *dos* estipulas, aparece el conjunto como si fuera un verticilo de *seis* hojas; en la especie *G. Cruciatum* el conjunto aparente de cuatro hojas verticiladas se compone de *dos* hojas y de *dos* estipulas interpeciolarés. En cambio, las monocotiledóneas y familias de las dicotiledóneas, como las Crucíferas, Labiadas y Solanáceas, carecen de estipulas. Merece citarse entre las estipulas la *Ugula* de las Gramináceas, que es una laminita, resultado de una

ramificación en el plano de la hoja, colocada entre el limbo y la vaina; ésta envuelve al tallo en las plantas de la familia citada.

II. Morfología interna. La hoja tiene los mismos elementos histológicos del tallo, aunque en diferente colocación: el peciolo sobre todo es muy semejante al tallo, cuya estructura conocemos.

a) ESTRUCTURA DEL PECIOLO. Lleva en su interior los *haces libero-leñosos*, procedentes de los del tallo y colocados en semicírculo, ocupando los de la madera la cara superior ó cóncava del haz y los del liber la inferior (fig. 72).

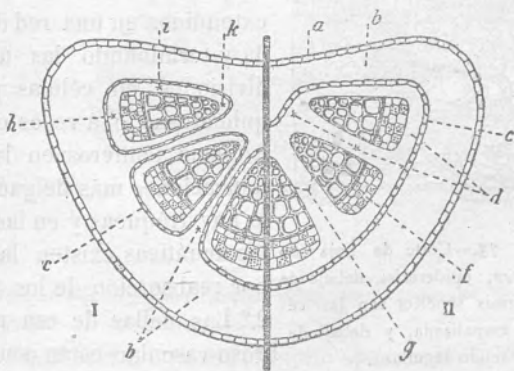


Fig. 72.—Esquema del corte transversal de un peciolo. *a*, epidermis. *b*, parenquima cortical. *c*, endodermis. *d*, *h*, *i*, *k*, parenquima. *f*, fascículos liberianos. *g*, fascículos leñosos. En la parte I, la endodermis envuelve separadamente cada fascículo; en la II todos los fascículos están bajo una endodermis única: son dos disposiciones diferentes.

Esa curva que forman, de apariencia *semilunar*, es á veces un círculo completo, y en ella aparecen más gruesos los fascículos del centro, disminuyendo gradualmente el desarrollo en los colocados hacia los extremos; en las monocotiledóneas los fascículos forman varios círculos

y cada uno lleva separadamente una doble envoltura. Acompaña también al peciolo la *epidermis*, continuación de la que cubre al tallo y un *parenquima* ó *conjuntivo*, cuya consistencia y desarrollo varía con la naturaleza de las plantas, siendo lagunoso y lleno de aire en los peciolos de hojas acuáticas. Si cada haz posee su *endodermis* (fig. 71. I) es la hoja *esquizomeristélica*; si todos los haces están bajo una *endodermis* (fig. 72. II) es *monomeristélica*.



Fig. 73.—Corte de hoja de Adelfa. *ep*, epidermis; debajo de la epidermis superior van las células en empalizada, y debajo de éstas el tejido lagunoso.

b) ESTRUCTURA DEL LIMBO.

Los elementos se disponen simétricamente con relación á un plano y son: 1.º Los haces, extendidos en una red delicada y terminando las últimas divisiones en células parenquimatosas, ó á veces en los estomas acuíferos; en las ramificaciones más delgadas solo hay tráqueas y en las plantas acuáticas existen lagunas por reabsorción de los vasos. 2.º Las mallas de esa red fibroso-vascular están ocupadas por un parenquima, muy abundante en la Col, homogéneo en unos casos y heterogéneo en otros, porque tiene dos partes diferentes; una formada de células en *empalizada*, es decir, alargadas perpendicularmente al plano de la hoja, muy unidas y provistas de clorofila; otra, mas interna, es el parenquima general, lagunoso, de células irregulares que dejan meatos en comunicación con los estomas (fig. 73.). El parenquima de la hoja es en todo ó en parte clorofiliano, y necesita de la luz para su desarrollo y multiplicación. Se

hace la separación entre el parenquima y los haces componentes de las hojas macerandolas en agua, pues el *B. amylobacter* destruye al primero y respeta los nervios lignificados (fig. 74). La epidermis, que es sencilla ó reforzada, la componen células sinuosas ó poliédricas y presenta pelos, tubérculos, estomas etc.: faltan estos en las hojas sumergidas y en la cara inferior de las flotantes sobre las



Fig. 74.—Hoja de Alamo reducida solamente á sus nervios por el *B. amylobacter*.

aguas. Finalmente, durante el otoño aparece en la base un tejido nuevo, que impide la circulación de la savia y determina la caída de las hojas. Según la proporción de los tejidos resultan las hojas de limbo membranoso, coriáceo ó carnoso.

RESUMEN

La hoja es un órgano, generalmente plano y verde, que nace del tallo y sus ramificaciones. Se compone de LÁMINA ó limbo, PECIOLO y en algunas de una parte, generalmente ensanchada, llamada VAINA: las hojas son pecioladas en su mayoría, otras son sentadas, por carecer de peciolo. La vaina es

muy notable en las Umbelíferas; el peciolo es algo deprimido y acanalado en la cara superior, uniéndose al tallo del cual procede y á la base del limbo; cuando las hojas no tienen lámina y el peciolo se ensancha, éste, llamado FILODIO, representa una hoja, pero colocada según el eje del tallo, es decir, verticalmente. La lámina es la parte plana de la hoja, compuesta: de una red fibroso-vascular, cuyas ramificaciones se denominan nervios, de un parenquima generalmente clorofílico y de una epidermis, sencilla ó reforzada, pero abundante casi siempre en estomas; en el limbo se distinguen la base, la punta el borde y las caras, haz y envés.

Nacen las hojas en las yemas, duran en la mayoría de los casos desde primavera hasta el otoño, y la caída suele ocurrir por cesar la nutrición de sus tejidos.

Las hojas se clasifican por varios conceptos: en radicales, caulinares, florales, según la parte del tallo en que estén situadas; en rectinervias, curvinervias, penninervias, palminervias, peltinervias... cuando los nervios van rectos, curvos, en disposición de pluma, palma, rueda...; en ovales, orbiculares, agudas, obtusas, truncadas espatuladas, subuladas, en forma de cuña... atendiendo á su forma general; son enteras, dentadas, hendidas y partidas en distintas formas y grados, según las ramificaciones del limbo. Las hojas, cuando el peciolo primario se subdivide, son compuestas en primero, segundo ó tercer grado, á medida que las pequeñas hojas (foliolas) nacen en el peciolo primario, ó en los secundarios y los de tercer orden en que el primero se divide.

La estructura del peciolo es como la de un tallo sencillo, pues al fin no es otra cosa que una ramificación del tallo general; la del limbo consta de los mismos elementos, pero distribuidos en un plano.

LECCIÓN 15

CUADRO SINÓPTICO

(CONTINUACIÓN DE LA CATORCE.)

- I. Nociones de Filotaxia.
- II. Fisiología de la Hoja.
- III. }
 - 1.^o Yemas.—Prefoliación.
 - 2.^o Bulbos y bulbillos.
 - 3.^o Ingerto.
- IV.— Organos modificados }
 - a) Espinas.
 - b) Agujiones.
 - c) Zarzillos.

I Nociones de Filotaxia. Tiene ésta por objeto el estudio de la disposición de las hojas sobre el tallo; esa colocación suele ser constante para una misma planta, aunque sufre á veces variaciones, aún dentro de la misma rama.

Se empieza por distinguir que nazcan varias hojas en el mismo nudo ó que esté cada una implantada en su nudo. En el primer caso se llaman *opuestas* si son dos, y *verticiladas* si son más de dos, notándose en estas disposiciones que alternan las hojas de un nudo con las del nudo anterior y con las del siguiente, de modo que los verticilos se corresponden de dos en dos. En el segundo caso están aisladas y alternas, llamándose *ángulo de divergencia* el diedro que forman los dos planos que pasaran por el eje del tallo y por los puntos de inserción de dos hojas contiguas.

Para determinar la ley de colocación en las hojas *alternas* ó *esparcidas*, se traza en la rama donde se insertan una línea espiral, que parta de una hoja y vaya pasando por la inserción de las siguientes (fig. 75): así resulta evidente como cada hoja tiene á cierta distancia otra que corresponde

con ella, es decir, que están las dos en el mismo plano; por ejemplo, á la hoja n.º 1 le corresponden la 6, la 11, la 16, es decir, que entre cada dos hojas correspondientes hay 5 intermedias; á la n.º 2 corresponderán la 7, 12, 17...; á la n.º 3 la 8, 13, 18. La distancia entre dos hojas correspondientes es un *ciclo*, y los ciclos se representan por un quebrado, cuyo numerador expresa la vuelta ó vueltas de espira que median entre una hoja y su correspondiente, y el denomina-

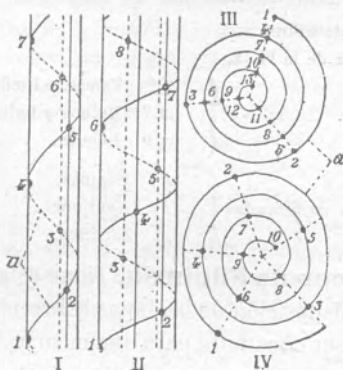


Fig. 75.—Representación gráfica de la posición de las hojas. I y II, posición natural. III y IV, proyección horizontal. Los números 1, 2, y 3 indican las hojas. I y III, disposición $1/3$: corresponden con la hoja 1, las 4, 7, 10, 13; con la 2 las 5, 8, y 11; con la 3 las 6, 9, 12. II y IV, disposición $2/5$: corresponde á la 1 la 6; á la 2 la 7 y así sucesivamente.

Por el número de hojas que entran en las vueltas de espira: ejemplos: $\frac{1}{2}$ —significa que en una vuelta de espira hay dos hojas, (disposición *distica*) colocadas á 180 grados una de otra; $\frac{1}{3}$ —que hay tres (*trística*) colocadas entre sí á 120 grados (fig. 75. I y III); $\frac{2}{5}$ —que desde una hoja hasta su correspondiente hay dos vueltas y cinco hojas (disposición *quinuncial*) (fig. 75. II. y IV).

Los ciclos mas frecuentes son $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$: como se ve, desde el quebrado tercero se deducen todos, su-

mando los numeradores y denominadores de los dos que preceden. En el caso de estar las hojas muy agrupadas, como sucede también en las escamas de una piña, no se aprecia muy bien la espira generatriz ó primaria, la que pasa por todas las hojas; en cambio resaltan otras muchas generatrices secundarias y entrecruzadas, es decir, marchando unas de derecha á izquierda y otras en sentido contrario. Como hemos visto, graficamente se representa la colocación de las hojas de dos modos: desarrollando el tallo en un plano en cuyo caso los puntos de inserción de las hojas van en líneas rectas, pero oblicuas con relación al eje del tallo; ó suponiendo proyectado el tallo sobre un plano, en cuya disposición esos puntos van colocados sobre una espiral continua.

Estos principios de Filotaxia, por no ser constantes, ni leyes naturales que ayuden en la clasificación botánica, tienen poco valor científico.

II. Fisiología de la hoja. Más adelante se expondrán las funciones de este órgano; pero debe consignarse en este punto, que es el que más se acomoda á fines diferentes en la vida de la planta. En efecto, es *nutritiva* por las reservas orgánicas que encierra, en los *cotiledones* y escamas carnosas de algunos bulbos; es *absorbente* en algunos casos, como en los Ranúnculos y otras plantas acuáticas; es *protectora* en los bulbos, en unas plantas por su gruesa cutícula y en otras (*Berberis* y Falsa acacia) por transformarse ella ó sus estípulas en *espinas*; sirven de *sostén* en la *Bryonia*, Guisante y otros tallos cuando se cambia en *zarcillos*; y en cierto modo se hace reproductora cuando se modifica en *estambres* y *carpelos*.

III. 1.º YEMAS. Se llaman así unos cuerpos que aparecen en las ramas de las plantas, generalmente en la axila de las hojas. Su forma es ovoidea ó alargada, según que contengan flores ú hojas (floríferas y folíferas). Suelen estar recubiertas de escamas empizarradas (fig. 77), pelos y una substancia resinosa, impermeable, con el fin de pre-

servarlas de las influencias atmosféricas, pudiendo servir también de protección las estipulas, los peciolos y aún la base de la misma hoja; pero hay yemas desnudas.



Fig. 76.



Fig. 77.

Fig. 76.—Yema del Lilo hendida longitudinalmente; 77. La misma entera.

Se llaman también *invernáculos*, porque contienen durante el invierno los gérmenes de la vegetación, y por otro nombre *embriones fijos*; la unión entre la yema y el tallo es tan íntima que su médula es continuación de la de éste. (fig. 76).

Se hallan colocadas en la disposición simétrica de las hojas y, como éstas, pueden ser alternas y opuestas: en el caso de ser alternas, la rama termina en una yema que fué primero lateral; en el segundo se encuentran tres yemas próximas, una terminal y dos laterales. Sin embargo, la disposición puede variar, por abortar unas y desaparecer otras, cuando falta vida de nutrición; si es la yema última la que desaparece, la sustituye otra para que no se interrumpa el crecimiento terminal; las yemas nacidas en otros puntos, fuera de la axila de las hojas, son adventicias.

La ramificación de la planta depende del desarrollo de las yemas; es aquella alterna, *monopódica*, si se desenvuel-

ven yemas alternas, *dicotómica* si van dos opuestas, *tricotómica* si son tres. El aspecto y forma de la planta depende también de esta causa: el tallo erguido de la Palmera y otras análogas es debido á una yema terminal, sin ir acompañada de otras laterales; hay vegetales de formas globosas, cónicas, etcétera, según el desarrollo relativo de sus ramas laterales.

Prefoliación es la colocación de las hojas dentro de la yema (fig. 78). Si se atiende á cada hoja aislada, la prefolia-

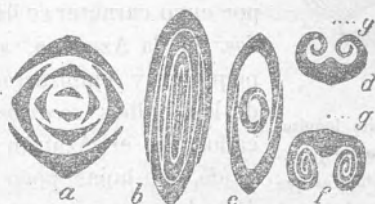


Fig. 78. - Formas de prefoliación; *a*, plana, imbricada; *b*, conduplicada equitante; *c*, semi-equitante; *d*, envuelta; *f*, revuelta; *g*, eje de la yema.

ción es: *plana*, *arrugada*, plegada la hoja á lo largo en dos mitades (*conduplicada*), plegada en dos al través (*reclinada*), plegada en forma de abanico (Grosellero), *envuelta* si las dos mitades de la hoja se arrollan hacia dentro (*d*), *revuelta* si hacia fuera (*f*), *convoluta* si se arrolla toda la hoja como un cornete, *circinada* si se dispone desde la punta á la base en forma de voluta ó cayado. Atendiendo á la colocación de una hoja con respecto á otra la prefoliación es: *valvar* si se tocan por sus bordes, *imbricada* (*a*) si están como las piezas de un tejado, *equitante* si entre los dos pliegues de una hoja está alojada la otra (*b*) y *semiequitantes* si entre dichos pliegues solo penetra la mitad de otra hoja (*c*). Otros nombres se dan por este carácter, pero los citados son los más usuales.

2.^o BULBOS. Se estudian en este lugar como si fueran yemas gruesas y subterráneas, aunque en realidad el bulbo es una planta completa; así, en el bulbo de Jacinto (fig. 79) la parte aplanada, *disco* ó *platillo*, representa el tallo (*a*) del cual nacen raíces fibrosas por la cara inferior (*e*)

y por la superior hojas, representadas por las túnicas y capas del bulbo (*b* y *c*): suelen ser depósitos de alimento; la

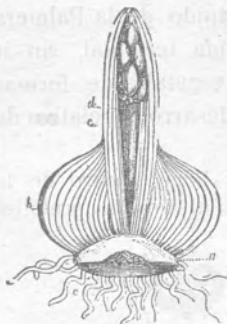


Fig. 79 — Corte longitudinal en un bulbo de Jacinto. *a*, platillo. *b*, túnicas que forman la yema. *c*, hojas. *d*, tallo florífero. *e*, raíces.

parte central es una yema voluminosa, dispuesta á desenvolverse oportunamente en tallo florífero (*d*).

Las hojas del bulbo son unas veces completas, es decir, que cada una de por sí envuelve al bulbo, como en el Jacinto y la Cebolla, por cuyo caracter se llaman *tunicados*. En la Azucena, son las hojas pequeñas y empizarradas, propias de los bulbos *escamosos* ó imbricados. En el Azafrán el bulbo es *sólido*, con hojas poco numerosas, delgadas y secas, pero con el eje tan desarrollado que ocupa la mayor parte del bulbo: otros botánicos miran estos bulbos como *rizomas carnosos*.

La vegetación de los bulbos termina produciendo otros, que se generan como las yemas en el tallo. Por la duración se dividen en anuales, bienales y vivaces: si florecen por el boton terminal (Tulipan) son monocárpico ó determinados; si en vez de florecer por el extremo lo hacen por yemas laterales, entran en la categoría de policárpico ó indeterminados.

Llámanse *bulbillos* una especie de yemas que aparccen en algunas plantas, en las axilas de las hojas por regla general y á veces en la base de los bulbos; los cuales, desprendidos de las ramas, caen al suelo para organizarse en un nuevo vegetal. (*Ficaria*, Lirio bulboso, algunos Helechos).

3.º Ingertos. Relacionada con las yemas está la operación del ingerto, que consiste en llevar sobre un pie de

planta una parte de otra, la cual se une á la primera y se desarrolla como si aquel fuera su sitio natural. El *ingerto*, ó sea la pequeña porción de vegetal que se lleva á otra planta, conserva y trasmite los caracteres de la especie ó variedad de donde se cortó; hasta el punto de que si en un Peral se ingertan tres ramas, cada una con su variedad diferente de ingerto, dará perfectamente las tres variedades de peras. Por este medio se conservan las variedades de flores, frutos y hojas en las operaciones de horticultura y jardinería; porque pueden ingertarse las variedades de una especie, las especies de un género, como las del Rosal, y hasta los géneros de una familia, como el Peral y Membrillero, el Albérchigo y Albaricoquero, etc.

El cambium del ingerto y el del *sujeto* ó *patrón* ingertado se unen:

1.º Por aproximación: basta juntar dos ramas de pies diferentes, haciendo en ellas una incisión, y ligarlas á fin de que se unan los tejidos jóvenes; luego se puede cortar una de las ramas. Es parecido este procedimiento al acodo.

2.º Por ramo: consiste en tomar una ramita, ya lignificada, y transportarla sobre el patrón, con el cual se unirá; este medio es equivalente á la reproducción por estaca. Generalmente se talla en bisel el ingerto y se introduce en una hendidura practicada sobre el patrón, para que se una á su cambium.

3.º Por botón ó yema: consiste en transportar una yema, juntamente con un pedazo de la corteza que la sostiene. Puede hacerse, levantando en el patrón un anillo de corteza y poniendo en su lugar otro anillo cortical del ingerto, el cual contendrá por lo menos una yema; ó bien haciendo dos incisiones en forma de T, é introduciendo debajo de ellas el escudo cortical unido á la yema: en todo caso deben sujetarse las partes operadas con ligaduras, hasta que se verifique la unión de los tejidos. Si este último ingerto se practica en primavera la yema brota muy pronto, pero si no se realiza hasta Julio ó Agosto, la yema pasa en ese estado el otoño é invierno, hasta iniciar su desarrollo en la primavera siguiente: este ingerto por yema se parece á la reproducción por semilla.

IV. Estípulas, Espinas, Aguijones y Zarcillos. Estos órganos se relacionan con los que van estudiados, y casi siempre proceden por modificaciones ó transformaciones de aquellos.

Espinas: son órganos duros y terminados en punta, cuyo tejido fibroso-vascular no puede separarse de la rama que la sostiene, sin desgarrar los mismos tejidos de ésta. En cuanto al origen de las espinas, unas representan verdaderas ramas atrofiadas (*Acacia*), otras no son más que hojas cambiadas en espinas, sea por completo ó solo en la punta donde convergen todos los haces (*Agave* ó *Pita*); en la *Robinia* las espinas proceden de las estípulas, así como estos órganos en el Acebo y Cardo son los lóbulos de las hojas modificados. Si se atiende á su colocación, están implantadas en el tallo (*Cactáceas*), ó son terminales, axilares, ó colocadas por debajo de las mismas hojas.

Aguijones: también son agudos, pero su tejido es celular como en los pelos, y se desprenden fácilmente de la parte que los sostiene (*Rosal*), porque no son órganos modificados, sino más bien pelos endurecidos; su desarrollo es menor que en las espinas, aunque el paso de éstas á los aguijones y pelos es fácil de comprender.

Zarcillos. Son órganos filamentosos, simples ó ramosos, con tendencia á envolverse ó arrollarse en espiral. No los poseen las plantas volubles; son propios de algunas plantas trepadoras de tallos débiles, con los cuales se elevan y adhieren á los objetos inmediatos. Los zarcillos son hojas modificadas en las *Cucurbitáceas*; en las *Leguminosas* algunas foliolas se convierten en zarcillos; en la *Clematis* hace este servicio el mismo peciolo de la hoja y en la *Vid* representan los zarcillos verdaderas ramas modificadas:

en este sentido no es extraño que algunos lleven flores y frutos.

La colocación varía. Aparecen en la Vid opuestos á las hojas, y esta disposición se comprende suponiendo que el tallo de la planta es un simpodio; es decir, que está formado de articulaciones sucesivas, procedentes de otras tantas generaciones, en las cuales una rama lateral ocupa el eje del tallo y la otra, que es el zarcillo, queda á un lado. Son axilares en la Pasifloráceas y próximos á las hojas en las Cucurbitáceas.

Algunos autores relacionan con los zarcillos las raíces aéreas de la Hiedra y los filamentos chupadores de las parásitas, cuyos órganos quedan estudiados en su lugar correspondiente.

RESUMEN.

La FILOTAXIA estudia la colocación relativa de las hojas sobre el tallo: son principales las disposiciones alterna, opuesta y verticilada, llamadas así cuando nace cada hoja á distinta altura, ó en un nudo dos opuestas, ó varias circularmente en el mismo nudo.

Las yemas encierran flores ú hojas, nacen generalmente en las axilas de éstas y van protegidas por pelos, escamas, y substancias impermeables que las defienden de las influencias atmosféricas. Su forma y colocación varía, dependiendo del desarrollo de unas ú otras la ramificación de la planta y su aspecto general.

PREFOLIACIÓN es la colocación de las hojas dentro de la yema; las hojas pueden estar planas, plegadas ó arrolladas de diversos modos, ó, comparando unas con otras, se presentan en disposición valvar, imbricada, equitante, etc.

Los BULBOS se dividen en tunicados, escamosos y sólidos, clasificándose por la duración en anuales, bienales y vivaces; encierran una yema, sujeta á desarrollarse en un tallo flori-

fero. Son ejemplos el Ajo, Cebolla, Azucena, Jacinto y Azafrán.

El *INGERTO* consiste en llevar sobre un patrón ó pie de una planta, una parte de otra, consiguiendo que sus tejidos se unan íntimamente, comunicándose sus propiedades. Pueden *ingertarse* las variedades, las especies de un género y hasta los géneros de una misma familia; y se hacen por aproximación, por yema, ó introduciendo un ramito de *ingerto* en una hendidura practicada en la planta *ingertada*.

Se consideran como órganos modificados, los *aguijones*, *espinas* y *zarcillos*. Los *aguijones* son formaciones epidérmicas y por consiguiente superficiales. Las *espinas* tienen su origen en la profundidad de los tejidos, y propiamente son ramas ú hojas transformadas, para la defensa de la planta. Los *zarcillos* representan también de ordinario hojas ó ramas modificadas, y sirven de preferencia para sostener las plantas de tallo largo y débil, como son la *Pasionaria*, *Bryonia*, *Guisante*, *Hierba de pordioseras* y otras varias.

LECCIÓN 16.

CUADRO SINÓPTICO

1.º Generalidades.

2.º Alimentos. { a). Asimilación del carbono.
 { b). " del oxígeno.
 { c). " del nitrógeno.
 { d). " del hidrógeno, fósforo, etc.
 { e). Digestión en general.

3.º Absorción.

FISIOLOGÍA VEGETAL

1.º **Generalidades.** Tiene por objeto la fisiología el estudio de las *funciones* que hacen manifiesta la vida de las plantas.

Ejercen su acción propia las fuerzas físico-químicas, pero regidas por la fuerza ó *principio vital*, causa de los fenómenos orgánicos; porque sin él no se comprende, como se dijo, (página 2) la elección de las sustancias alimenticias que hace el organismo, según la naturaleza de cada especie vegetal; no se explica la diferencia de propiedades entre el protoplasma viviente y el que dejó de vivir, ni la fijeza en la forma y estructura de las especies.

FUNCIONES DE NUTRICIÓN. Tienen por objeto la conservación del individuo, sosteniendo y reparando sus partes orgánicas. Como la planta vive en la tierra y en la atmósfera, recibe de la primera ciertos principios alimenticios y de la segunda otras sustancias también nutritivas, además de la influencia que ejercen, sobre todo en el crecimiento, el calor, luz, electricidad..., de cuyos agentes se tratará más adelante.

Los actos de que trataremos en las funciones de nu-

trición son: 1.º Digestión del alimento; 2.º Absorción; 3.º Circulación; 4.º Transpiración; 5.º Respiración; 6.º Secreción; 7.º Fenómenos generales de asimilación y desasimilación y 8.º Crecimiento de los órganos.

2.º Alimentos. Son las sustancias que la planta absorbe, y que después de ser asimiladas contribuyen á la nutrición y crecimiento. Como los tejidos y los principios inmediatos vegetales (celulosa, almidón, aleurona, etcétera) tienen necesariamente los elementos químicos *carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y azufre*, que entran en los albuminoideos, aparte de otros secundarios (*fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, silicio, cloro...*), se deduce lógicamente, por el *análisis elemental*, lo mismo que por síntesis y por las prácticas del cultivo, que los alimentos han de contener los cuerpos químicos citados.

Los alimentos están en la tierra, en el aire y en el agua, de cuyos depósitos los extrae la planta ya formada, pues tiene la facultad de destruir las especies minerales apropiándose los elementos de su composición. El suelo se compone de la superficie ó tierra arable y del subsuelo, siendo muy fértil la primera cuando contiene humus ó mantillo, porque esta sustancia es rica en nitratos y anhídrido carbónico, además de su afinidad con muchos abonos.

a) El *carbono* lo extraen los vegetales del suelo y, por descomposición, de las materias azucaradas, alcoholes y ácidos orgánicos contenidos en las células. Las plantas con clorofila absorben el carbono del anhídrido carbónico del aire, pues aunque solo entra en algunas diezmilésimas su peso es enorme en toda la atmósfera. Las plantas sin materia verde no pueden utilizar la atmósfera para este fin, y se alimentan de los jugos de otras plantas ó de materia orgánica en descomposición.

b) El *oxígeno* que utiliza el vegetal procede generalmente del aire, y en el organismo penetra con toda su actividad química en el acto respiratorio; únicamente algunas criptógamas lo separan de las substancias ternarias y en alguna proporción puede provenir también de la descomposición del agua.

Es el elemento esencial de la respiración; obra como excitante, y, al combinarse en la respiración con el carbono é hidrógeno, forma ácido carbónico y agua, que se desprenden, disminuyendo de peso, por consecuencia, el cuerpo de la planta. Es el oxígeno el más abundante en el organismo vegetal por formar el agua, cuyo líquido entra en la proporción de tres cuartas partes del peso del vegetal en fresco, fuera de las plantas carnosas donde se eleva aquella á 90 ó 95 por 100.

c) El *nitrógeno* gaseoso no penetra en la planta, á no ser en algunas Bacteriáceas; en general lo separan de los materiales nitrogenados, ya sean albuminosos, amoniacales (sulfato de amonio), ó nitrosos (nitrato de potasio y calcio). La familia Leguminosas enriquece el suelo de nitrógeno, y sus forrajes son por esta razón excelente abono para otras plantas, como las Gramináceas, que consumen en gran escala este elemento químico.

Por análisis de atmósferas determinadas se ha deducido que las Leguminosas consumen parte del nitrógeno del aire; y la explicación que se da de este acto es considerarlo como un fenómeno de *simbiosis* entre los tejidos de la raíz y unas células microbianas, clasificadas de hongos, originándose de esta suerte la transformación del nitrógeno en materiales albuminoideos.

Pero lo general es, según se ha dicho, que tomen las plantas el nitrógeno del suelo, que lo contiene en forma de nitratos ó sales amoniacales, aunque es preciso que todos estos compuestos se preparen en el acto de la *nitrificación* del suelo.

Para este acto es necesario amoniaco ó materias orgánicas albuminoideas, las cuales se transforman por completo, oxidándose en presencia del oxígeno del aire, á una temperatura entre 5.º y 37.º y con el concurso de ciertos fermentos.

De esta acción resulta que las albúminas, después de fijar oxígeno, originan, entre otros compuestos, gas carbónico, agua y amoniaco; una vez que el nitrógeno orgánico pasa al estado de amoniaco, se forman nitritos y nitratos, los cuales deben ponerse al momento en contacto de la planta para que el agua, en la que son solubles, no los arrastre antes de ser absorbidos por el organismo. El amoniaco y los nitratos pueden provenir también de la atmósfera.

d). El *hidrógeno* procede del agua, amoniaco y otros compuestos.

El *azufre* y el *fósforo*, de los diferentes sulfatos y fosfatos del suelo, como son los sulfatos de calcio, potasio, magnesio y fosfato de amonio, fosfato ácido de potasio...

El *silicio* lo extraen las Gramináceas, Diatomáceas y otras plantas de los silicatos alcalinos. El *cloro*, de los cloruros de potasio y sodio. Los demás elementos los proporcionan algunos metales al estado de óxidos.

Combinandose estos elementos dan origen á la multitud de substancias de reserva, unas *disueltas* en el jugo celular y otras *figuradas*, ó bien á las de naturaleza mineral. Son abundantes las reservas en los tallos de algunas Palmeras, tubérculos, rizomas, raíces, y en los bulbos amilíferos.

e) **Digestión.** Se llama *digestión* del alimento las transformaciones químicas que sufre antes de ser utilizado por la planta.

Generalmente es un acto *interno*, intracelular, consistente en ser atacados los alimentos por *diastasas*, las cuales obran por hidratación. Los albuminoideos se convierten en peptonas por la *pepsina*; el almidón en dextrina y maltosa por acción de la *amilasa*; la inulina en levulosa por medio de la *inulasa*; á los cuerpos grasos los transforma la *saponasa*; á la sacarosa la *invertina*, y así podrían citarse otros ejemplos.

Menos frecuente es la digestión *externa* de los fosfatos y carbonatos insolubles á favor de excreciones radicales de caracter ácido (anhidrido carbónico y fosfato ácido de potasio). Aseguran que la *Drosera*, *Dionea* y otras plantas digieren materias animales (Insectos); pero autores respetables exigen nuevas observaciones para creer en la realidad de este poder digestivo en los vegetales.

3.º Absorción. El agua determina la tensión de los tejidos, es el disolvente general y el vehiculo en que los alimentos van transportados, siendo ésta su mayor importancia, aunque puede también contribuir con sus componentes á la nutrición de los tejidos: es la base de la savia.

La absorción es un fenómeno fisico de *difusión*, aunque regulado por la fuerza vital, propio de las últimas ramificaciones de la raíz, en la región dotada de *pelos absorbentes*; por muchas y diversas experiencias se ha probado que una planta solo absorbe y vive cuando la región pilifera está sumergida en el agua. Las hojas propiamente no absorben, excepto las sumergidas (Ranúnculo), pero al humedecerse por el aire ó el riego, se impide la evaporación de los líquidos interiores y disminuye esa función, aumentando por tanto la turgencia ó rigidez de los tejidos. Los gérmenes incorporan á sus tejidos, por difusión, la albúmina de las semillas; las partes vegetativas (yemas), las materias de reserva del tallo; las parásitas por medio de chupadores toman el jugo de otras plantas, y algunos bulbos absorben los principios contenidos en sus escamas.

Se denomina *endósmosis* la difusión que tiene lugar del exterior al interior, y *exósmosis* el fenómeno inverso. La propiedad osmótica la presentan en alto grado las sales minerales, ácidos orgánicos... etc.; y no la poseen, ó en pequeña escala, algunos principios ternarios y los al-

huminoideos; los primeros, que son en general cristalizables y atraviesan membranas permeables, se llaman *cristaloides* y los segundos *coloides*.

La causa de dar entrada la planta á las sustancias que la rodean es la fuerza de ósmosis, en virtud de la cual dos líquidos, de diferente densidad, cuando están separados por una membrana orgánica, tienden á mezclarse; de modo que las células y vasos de la raíz, lo mismo que sus *pelos absorbentes*, son como otros tantos osmómetros en los que entra el agua exterior, menos densa que los principios albuminoideos que ellos encierran; solamente que los últimos se gastan con el uso, como aparatos orgánicos que son, pero otros nacen para sustituirlos.

Resulta que las leyes de ósmosis y difusión regulan la marcha de la absorción vegetal; así se explican las consecuencias á que ha llegado Saussure en sus experimentos, notando, que las sustancias absorbidas han de estar disueltas, y que en estas condiciones atrae la planta lo mismo las útiles que las nocivas. Es tanto más fácil el paso á través de las membranas cuanto más fluida es la disolución; la prueba está en que el agua pura se absorbe mejor que la que contiene materias extrañas á su composición; y aún en este caso, la proporción de agua que atraviesa es mayor que la de las sustancias disueltas.

La intensidad con que el protoplasma absorbe depende de la superficie de contacto con el medio ambiente, del distinto poder osmótico de cada célula, y de la rapidez con que consume los productos absorbidos, así como de la concentración de las disoluciones y naturaleza del terreno.

Las materias colorantes pueden ó no ganar la entrada en la planta. En general las rechaza el protoplasma vivo; pero penetran en él cuando muere, lo que demuestra que el acto de la absorción orgánica tiene parte de fisiológico. (1). Según Liebig, Becquerel, y otros fisiólogos las raíces excretan ma-

(1) Dice Sachs: «el simple hecho de que los fenómenos de difusión de las células son alterados súbitamente desde que una causa cualquiera mata la célula sin deteriorarla, demuestra que las fuerzas moleculares, propias de la vida, reposan en un estado interior y desconocido de los órganos celulares que nosotros no podremos jamás imitar artificialmente.

terias ácidas y otras sustancias capaces de aprisionar y descomponer químicamente aquellos cuerpos sólidos, como la calcita, que, no siendo solubles en el agua, no podrían tener paso por los tejidos de la raíz.

La proporción en que la planta toma las diferentes sustancias que contenga una disolución varía considerablemente, efecto del grado de la disolución, ó de la fuerza osmótica que precisa para restablecer el equilibrio entre las soluciones exteriores á la raíz y las interiores. Porque el agua, por ejemplo, atraviesa los tejidos, los satura y se equilibran las fuerzas; pero si este equilibrio cesa, por consumir la planta agua, de nuevo penetra más líquido. Que el agua tenga disueltos dos, tres ó más cuerpos; estos penetran igualmente primero. Pero si la planta consume uno ó dos con preferencia á los restantes por su naturaleza especial, ese uno ó esos dos serán los que ingresen de nuevo para restablecer el *equilibrio difusivo*: ese ingreso como vemos, será precisamente de los cuerpos que consume la planta, no de los que ella elija, pues no cabe atribuir poder de elección á la raíz, cuando lo mismo toma los alimentos que los venenos, capaces de desorganizarla. *El consumo de una substancia es la regla de su absorción.*

Tampoco se probó la teoría de las excreciones radicales, que podrían quedar en el terreno como sustancias abonables ó nocivas para otras plantas, cuando en él se sembraran; esa teoría se expuso para darse cuenta de las llamadas simpatías y antipatías entre las plantas. Todo estriba en que las plantas consumen del terreno nada más que ciertos principios, los que se acomodan á su naturaleza especial (1); y por tanto se fundará la buena alternativa de cosechas en sembrar en el mismo suelo vegetales de nutrición diferente; porque si fueran de igual naturaleza, la segunda planta encontraría la tierra esquilhada por la primera.

(1) Prefieren el nitrógeno, Gramináceas, Labiadas y Borrigináceas; los sulfatos, las Leguminosas, los fosfatos ciertas Liliáceas, y las sales las Crucíferas.

Si el agricultor ha de tener presente la composición química del suelo y la naturaleza de la planta, no debe olvidar tampoco la textura del primero y las raíces de la segunda; unos vegetales son de raíz única y profunda, otros de raíces múltiples y superficiales; aquellos requieren abonos y labores á mayor profundidad que los segundos; y en la alternativa de cosechas se elegirán los que, teniendo distinto aparato radical, absorban sus alimentos de capas diferentes del suelo.

RESUMEN

La FISIOLÓGIA trata de las funciones del vegetal. En estas influyen causas fisico-químicas, reguladas por el principio vital. Las de nutrición tienden á la conservación del individuo á espensas de los materiales que éste encuentra en la tierra, en la atmósfera ó en el agua.

ALIMENTOS. *Son las substancias que la planta absorbe y asimila para su nutrición. Han de contener los elementos químicos, así primarios como secundarios, que entran en los principios inmediatos y en los tejidos. El carbono lo extraen del suelo, de las materias azucaradas, alcoholes, etc., que contienen las células y del anhídrido carbónico del aire por medio de la función clorofilica. El OXÍGENO proviene generalmente del aire y es incorporado al organismo mediante la respiración. El NITRÓGENO lo toma el vegetal de los materiales nitrogenados; algunas veces utiliza el de la atmósfera, pero en general lo extraen del suelo, que lo contiene al estado de nitratos ó sales amoniacales, si bien es necesario que estos compuestos se preparen, nitrificándose el suelo por acciones químicas sucesivas. Los demás elementos químicos los separa el vegetal descomponiendo los cuerpos que los contienen.*

La ABSORCIÓN *es un fenómeno físico de difusión, regulado por la vida de las células y de los pelos absorbentes colocados en la membrana pilifera de la raíz, cerca del extremo de esta. La fuerza de ascensión es notable, aunque en ella influyen la naturaleza del suelo, el estado higrométrico del aire y la evaporación sufrida por las hojas. Si el agua puesta en contacto*

de las raíces, contiene disueltos cuerpos diferentes, la planta absorbe de preferencia aquellos que consume su organismo, los cuales penetran en la cantidad necesaria para restablecer el equilibrio entre las soluciones exteriores á la raíz y las interiores. Esta es la explicación racional de por qué la planta asimila unos principios y deja otros en el terreno, debiéndose cultivar sucesivamente en un mismo suelo plantas de diferente nutrición, si han de utilizarse debidamente los abonos que contenga: en esto se funda la ALTERNATIVA DE COSECHAS. También deben alternar vegetales de diferente desarrollo radical, para que unos de raíz profunda y otros de raíz superficial utilicen los abonos de todas las capas del terreno laborable.

LECCIÓN 17

CUADRO SINÓPTICO

I	Circulación	1. ^o Savia no elaborada	a) Tejidos que la conducen.
			b) Caracteres que presenta.
			c) Fuerza ascensional.
			a') Presión osmótica.
			b') Atracción capilar.
			c') Imbibición.
			d') Transpiración.
I	Circulación	2. ^o Savia elaborada.	a) Caracteres que presenta.
			b) Tejidos que la conducen.
			c) Causa de su movimiento.
II.	Transpiración y Exudación.	a) Concepto.	
		b) Organos de transpiración.	
		c) Modos de apreciarla.	
		d) Causas modificantes,	
		a') Atmosféricas.	
		b') Orgánicas.	
		e) Exudación. - Nectar.	
III.	Respiración.	a) Concepto.	
		b) Pruebas.	
		c) Intensidad respiratoria.	
		d) Acto en las plantas acuáticas.	

I. CIRCULACIÓN DE LA SAVIA

1.^o Savia no elaborada. El agua que penetra por la raíz, juntamente con los materiales que lleva tomados del suelo, determina un líquido, llamado *savia bruta* ó *no elaborada*, porque no nutrirá los tejidos hasta que sufra transformaciones fisico-químicas.

a) La savia no elaborada es siempre ascendente y sube por la madera ó leño. A este efecto, los líquidos absorbidos por la superficie de la raíz, caminan en sentido radial hacia los vasos centrales, pasando por ósmosis y difusión á través de la corteza y del periciclo; llegan á los vasos y ascienden después por los del tallo en su parte leñosa. Que la madera es el sistema por donde la savia bruta asciende, lo prueban, entre otros hechos, los siguientes: 1.º), el descortezamiento anular de una raíz no impide el curso ascendente de la savia y la planta vive si quedan intactas las cavidades vasculares del leño; 2.º), si se coloca una raíz despuntada en una disolución de fuchsina ó anilina, solamente se tiñen por esos colores los vasos centrales de la misma; 3.º), si se taladra en primavera el tallo de un árbol joven, aparecen húmedas las capas interiores y secas las externas, debido á la savia que asciende por los vasos del leño: por esa razón se separan fácilmente la corteza y madera en esa época del año. Y no importa que la circulación se obstruya en un punto dado, porque, siendo el leño un sistema contínuo, la savia marchará por otro sitio que esté libre.

b) La densidad de la savia bruta es tanto mayor cuanto mayor sea la altura que alcance en el tallo: al principio aquella es agua con trazas de principios inmediatos, pero á medida que asciende se enriquece con materiales nutritivos que estaban formados de las vegetaciones precedentes y á los cuales disuelve á su paso.

c) La fuerza de ascensión es tal, que si se corta un tallo de Vid al través y el agua absorbida se hace penetrar en un tubo de forma de S, adosado al tallo, y que contenga mercurio en su curvatura, el metal se eleva, según las experiencias de Hales, á una altura que supera á la presión atmosférica; dicho autor ha calculado que

esa fuerza con que penetra el agua, en ciertos casos, es cinco veces mayor que la impulsión de la sangre en la arteria crural del caballo. El aparato, así construido, en esta experiencia y en otras análogas es un manómetro, con el cual se comprueba que la tensión de la savia es igual en las ramas, como si estas fueran vasos comunicantes.

Las causas de ascender la savia hasta las yemas más altas del tallo son diferentes, aunque no todas son igualmente poderosas.

a') *Presión osmótica.* Es considerable la fuerza de succión de las raíces, y la que impele á la savia hacia los vasos de la raíz por la misma turgencia de los tejidos: la experiencia de Hales lo demuestra, debiendo comprender además que esta fuerza actúa ella sola cuando en las yemas no se ha iniciado la evolución.

b') *Atracción capilar de los vasos.* La savia está en los vasos capilares dividida en delgadas láminas horizontales, separadas entre sí por burbujas de aire, y separadas también estas burbujas de los vasos. Esta disposición hace que, al elevarse en primavera la temperatura, las burbujas se dilaten y se eleven en los vasos juntamente con las capas de savia, alterándose así el equilibrio que antes existía en la columna intravascular: esta causa explica el escape de savia que tiene la Vid en primavera, cuyo fenómeno denominan *lloro* de la planta. Además tiene lugar la ósmosis transversal por las paredes de los vasos, comunicándose éstos de ese modo con el parenquima envolvente, y viceversa: esto se verifica sobre todo en los *vasos cerrados* (*Traqueidas* de las Coníferas).

c'). La *imbibición* de las células y tejidos es otra fuerza de valor no despreciable. Pudiera decirse que es como una capilaridad por poros, pues entre dos células pasa el líquido por atracción osmótica de sus paredes; es decir,

que si un tejido lleno de agua toma la del inmediato, á él se la roba el que le sigue, y así sucesivamente salvan los líquidos las distancias que median de unos puntos á otros.

d'). La *transpiración* de las hojas es una fuerza poderosa, pues determina un vacío que tiende rápidamente á ocupar la savia intravascular; por esto la circulación *empieza* cuando las yemas llaman savia hacia sí para su propio desarrollo, *aumenta* cuando aquellas abren, extendiendo sus hojas en el aire, y *disminuye* en el momento de caer las hojas y en días húmedos, en los que la evaporación por la hoja aminora, los vasos se llenan de agua y la planta se resiste á tomar más líquidos, mientras no se desocupe de los que empapan sus tejidos. La circulación de la savia resulta más activa en primavera y también lo es en verano en muchas especies arbóreas, cuando la reclaman los botones axilares que estas especies forman durante el otoño.

Por último, el consumo que haga la hoja de materiales nutritivos regulará también el movimiento de la savia ascendente.

2.º Savia elaborada. a) La savia primera llega á las hojas, se extiende por el parenquima clorofílico y en ese momento se transforma en *savia elaborada*. Se transforma, porque pierde agua y cede las sales minerales y los compuestos nitrogenados que llevaba, los cuales son asimilados por la hoja para formar los albuminoideos y demás compuestos orgánicos. Esa savia así purificada, es la elaborada, plástica, rica en principios nutritivos.

b) Desciende casi siempre por los vasos del liber, ó asciende otras veces, cuando va á nutrir los botones terminales. Por eso los nombres de savia *ascendente* y *descendente* no son propios; en primer lugar, esas dos palabras son muy relativas á la dirección variable que ofrezcan los tallos; además, la savia que nutre baja, sube ó vá horizon-

tal, como la sangre arterial en los animales, según que esté en plano inferior ó superior el órgano que ha de necesitarla, ó la parte de la planta donde han de hacerse depósitos de materias alimenticias (semilla, tubérculo, raíz).

De todos modos esta savia, como nutritiva, acude á todos los órganos para acrecentarlos, y se consume en gran cantidad allí donde hay formaciones nuevas de células, (meristemos) ó de tejidos libérico-leñosos (cambium ó zona generatriz).

Desciende por los tubos cribosos del liber. Se prueba levantando un anillo completo de corteza y de liber en un tallo de tres ó cuatro años, quedando intacto el sistema leñoso. En esta experiencia se ve que el borde ó parte superior de la herida se engruesa, forma un rodete de tejido celular y hasta produce raíces adventicias por el aflujo de savia, mientras que el borde inferior se seca y lo mismo las raíces subterráneas: prueba esto, primero que la savia elaborada no camina por el leño, que si así fuera, estando este integro en la experiencia, las raíces normales no morirían; y segundo, que esta savia descende precisamente por el sistema vascular libérico. Es tan cierta esta doctrina, que la planta no muere si, en vez de levantar un anillo completo, se descortezza el tallo de un modo incompleto, dejando una faja cortical que enlace al bordé superior con el inferior, por cuya especie de *istmo* la savia descendente pasará á las raíces inferiores.

c) Las causas principales del movimiento de la savia elaborada son dos: la atracción osmótica en las células que integran los vasos cribosos, y el consumo de savia hecho en los meristemos, causa del aflujo de más principios para abastecer la formación de tejidos nuevos.

Ese transporte de la savia, de las raíces á las hojas y viceversa, se llama *circulación* propiamente dicha; porque

también la tienen el jugo dentro de la célula y el latex dentro de sus vasos, como se aprecia en los laticíferos estipulares de la Higuera elástica.

II. TRANSPIRACIÓN Y EXUDACIÓN

a). La transpiración es un acto en virtud del cual la planta exhala vapor de agua. Es un fenómeno fundamental de las plantas, ligado íntimamente á su estado de vida y por lo tanto diferente de la evaporación como fenómeno físico. Las células de los tejidos desprenden vapor de agua, éste circula por los espacios intercelulares y al fin marcha á la atmósfera con una pequeña porción de sustancia orgánica.

b). Es un fenómeno general, pero está mejor representado en las hojas, que se prestan á ese acto por su forma plana, su delgadez, la riqueza vascular y la epidermis, provista de abundantes poros y estomas. La cera y la cutícula, así como las formaciones suberosas, dificultan la transpiración.

La intensidad de este acto varía notablemente, por efecto del estado atmosférico, del orgánico de la planta y á causa también de la concentración de las disoluciones, de la edad de los tejidos y de su grado de permeabilidad.

c). Para apreciar en *peso* el agua que transpira una pequeña planta, pueden seguirse dos procedimientos: 1.º colocada una planta en su tiesto, éste se barniza y la tierra se riega, cubriéndola con una lámina á fin de impedir la evaporación; pesando de tiempo en tiempo el vegetal y el tiesto, la diferencia de peso representará el agua transpirada por la planta; 2.º, si se desea conocer la función en una hoja, en un ramo de hojas ó en una flor, se introducen estas partes en un tubo de vidrio, campana ó ba-

lón y el agua transpirada se condensará en las paredes de la vasija. Las plantas no suelen exhalar más que las dos terceras partes del agua absorbida, y para darse cuenta de la enorme cantidad de agua que traspirará un árbol frondoso, baste decir que una planta de Trigo vaporiza en tres meses un litro de agua, y una de Avena más del doble.

d) *Causas que modifican la transpiración.* Unas provienen del medio atmosférico y otras de la naturaleza de la planta.

a') La luz influye de un modo muy directo; tanto, que la transpiración es mayor al sol que á la sombra y mucho menor en la obscuridad. Esto consiste en que la clorofila absorbe radiaciones luminosas favorecedoras de la transpiración, sobre todo los rayos rojos, azules y violados. De aquí se deduce que hay dos suertes de transpiración: una, la *propiamente dicha*, que corresponde al protoplasma incoloro y á todas las plantas sin clorofila; y otra llamada clorofiliana ó *clorovaporización*, especial de los órganos verdes; aquella se ejerce en la obscuridad y ésta necesita la luz. Se comprende ya que la clorofila, con la absorción de radiaciones luminosas, verifica dos actos simultáneos: asimila carbono y clorovaporiza; y como estos dos actos no son contrarios, si disminuye uno el otro aprovecha esa energía y aumenta.

Además, la luz abre los ostiolos de los estomas, que están cerrados por la noche, y facilita la exhalación de vapor de agua: esa apertura del estoma se hace poniéndose turgentes las dos células, por efecto de la acción que la luz provoca en ellas.

Ejercen su acción positiva el aumento de temperatura, la atmósfera seca y la agitación de los vientos; así como disminuyen el fenómeno las causas contrarias, sobre todo

la humedad de la atmósfera, hasta el punto de establecer algunos fisiólogos que cesa la transpiración, cuando el aire está saturado de vapor y hay equilibrio de temperatura entre la planta y el ambiente.

b') Otro orden de causas depende de la naturaleza de la planta. En efecto, empieza la hoja por transpirar poco, aumenta la función cuando aparecen los estomas, y gradualmente disminuye hasta la muerte de la hoja. Se opone á este acto en algunas hojas la superficie pubescente, ó recubierta de materias cerosas y oleaginosas, ó muy cutinizada, así como el caracter coriáceo de algunas y su escaso número de estomas. Aunque la transpiración aumenta con el número de estomas, no es un aumento proporcional, como pudiera creerse.

e) **Exudación:** es el acto de emitir las plantas agua en estado líquido, á manera de sudor, bien sea pura ó con disolución de diversos principios (*néctar*, si contiene azúcares.) Se presenta este fenómeno especialmente en las hojas provistas de *estomas acuíferos* ó de hendiduras hechas en la superficie de aquellas. En la exudación propiamente dicha sale el agua líquida cuando cesa la transpiración, porque uno y otro acto son *medios reguladores* del agua que encierra la planta. A la exudación son debidas esas gotas de agua cristalina que aparecen por las mañanas en las praderas de Gramináceas, y que no deben confundirse con las gotas de rocío; éstas se hallan en puntos cualesquiera y aquellas al nivel de los estomas acuíferos. Pero sobre todo, como mejor dejan verse las gotas exudadas es sobre las hojas de una planta graminácea, colocada debajo de una campana; por ejemplo, el Trigo.

El *néctar* se exuda en partes de la planta llamadas *nectarios*. Unas veces van en las hojas ó en las piezas de

la flor, ó en el receptáculo floral. En este caso se denomina *disco floral* un conjunto de emergencias, secretoras, libres, ó más ó menos unidas entre sí; el disco está unas veces entre la corola y el androceo, otras entre androceo y pistilo, ó lleva los estambres en casos determinados.

Tratándose de la exudación merecen citarse determinadas plantas, cuyas hojas se transforman en *ascidias* ó *urnas*, donde recogen perfectamente el agua líquida que ellas mismas expelen. Son, entre otras, la *Nepenthes* (Orquidácea de la India) la *Sarracenia* (Estados Unidos) y *Cephalotus* (Australia).

III. RESPIRACIÓN

a). Cuando se entendía por este acto el *cambio de gases* entre la atmósfera y la planta, la respiración se consideraba *doble*: un acto que consiste en fijar los tejidos oxígeno atmosférico y expeler anhídrido carbónico; otro, inverso del anterior, en consumir la planta anhídrido carbónico y desprender oxígeno. Pero si la respiración queda reducida al acto primero, entonces es *una, continua* de día y de noche, *general* á todos los tejidos é igual, en una palabra, á la de los animales. Por ella el organismo pierde de su peso, toda vez que se consumen los materiales que los tejidos encierran. Por esta razón, el acto segundo, de consumir la planta anhídrido carbónico y expeler oxígeno, entra en la categoría de la nutrición, aumenta el peso de los órganos; es un acto de asimilación del carbono, que se verifica solo en los órganos verdes y solo de día, por lo tanto es *particular é intermitente*; se le aplica el nombre de *función clorofiliana*.

Es observación antigua que una planta, colocada de noche en una atmósfera definida, consume oxígeno y des-

prende anhídrido carbónico. Lo mismo ocurre de día pero el fenómeno es menos perceptible, porque el gas carbónico formado lo reasimilan los corpúsculos clorofílicos y no aparece al exterior: por eso la respiración se ha estudiado mejor en órganos desprovistos de clorofila (flores, embriones en germinación, raíces...) y en los Hongos.

El oxígeno que la planta fija engendra *energía* vital, calorífica y á veces luminosa (fosforescencia de algunas Criptógamas) por las descomposiciones que causa en los materiales del protoplasma, cuyo proceso es de verdadera desasimilación, apareciendo el gas carbónico, el más notable de todos los productos de la combustión orgánica.

b). El desprendimiento de anhídrido carbónico se prueba colocando bajo una campana plantitas que hayan germinado en la obscuridad, para que no tengan clorofila, en presencia de una disolución muy pura de cal ó barita; pronto se ve el líquido volverse turbio por efecto de la carbonatación que sufre. El nitrógeno del aire no es absorbido, pero sí el oxígeno: la absorción del oxígeno se nota por la disminución de la presión del gas en la atmósfera concreta en que se opera.

El volumen del oxígeno absorbido es algo mayor que el de anhídrido carbónico exhalado: de aquí resulta que la planta gana oxígeno, en diferente cantidad según la naturaleza de la misma y según la edad, habiendo dos *mínimum*, uno en el periodo germinativo y otro en el otoño, y un *máximum* que coincide con la época de floración.

c). Son causas de la mayor intensidad respiratoria el aumento de temperatura y el de presión del oxígeno, dentro de ciertos límites, y la fácil circulación del aire, por cuyo motivo las raíces, sobre todo, mueren asfixiadas, si la tierra no está movida por las labores. Retarda la respiración la luz y el exceso de calor. Si se atiende á los ór-

ganos de la planta, es mayor la respiración en los estambres y pistilos que en los otros verticilos, y más activa en las hojas en relación con los momentos de crecimiento y con los estomas; por eso es menor la actividad funcional en las plantas crasas, algo mayor en las Coníferas y llega á su máximum en las herbáceas y en las demás arbóreas.

d) Las plantas acuáticas respiran el aire disuelto en el agua. En las terrestres el aire penetra por los estomas y circula en los canales aéreos hasta tocar con las células por los movimientos generales que la planta sufre y por los cambios de composición, temperatura y presión que experimenta; pero en las acuáticas, careciendo de estomas, penetra el aire por ósmosis, y se aloja en el tejido esponjoso que caracteriza á estos vegetales.

Si el oxígeno llega á faltar, ó la planta se rodea de una atmósfera irrespirable, el crecimiento cesa y la vida se sostiene un corto tiempo por respiración que llaman *intra-molecular*; es decir, consumiendo, no oxígeno libre, sino el que tiene la célula en sus principios nutritivos; pero al fin esa respiración, que no es normal, constituye para la planta una fase crítica, cuyo resultado último es la muerte por la asfixia.

RESUMEN

El agua que penetra por las raíces, juntamente con los principios tomados del suelo, da lugar á la savia NO ELABORADA, que ASCIENDE por los vasos del SISTEMA LEÑOSO, aumentando su densidad con la altura que alcanza.

La fuerza de ascensión es grande, motivada, entre otras causas, por la presión osmótica que experimenta el líquido en la raíz, por la atracción de los vasos capilares, por la imbibición de los tejidos, y muy especialmente por la evaporación abundante de que son asiento las hojas, luego que brotaron de las yemas donde estaban encerradas.

La savia primera se convierte en ELABORADA ó NUTRICIA cuando en las hojas pierde mucha agua y deja á las células las sales y principios que arrastra. Esa savia, rica en principios nutritivos, desciende por los vasos cribosos del liber, ó asciende, según la posición del órgano que la reclama para su nutrición ó para formar depósitos de materias alimenticias (semillas, tubérculos): sobre todo es abundante en los puntos donde se generan los elementos de nuevos tejidos. Ese movimiento incesante de la savia, como el de la sangre en los animales, es la CIRCULACIÓN propiamente dicha.

La TRANSPIRACIÓN es el acto de exhalar la planta vapor de agua. Está sometido á las influencias atmosféricas, y moderado por las condiciones orgánicas de la planta: en conjunto, es un acto diferente de la evaporación física. La hoja es el órgano apropiado para esta función, por el escaso espesor que ofrece su tejido, por su gran superficie perforada de estomas y su riqueza en vasos y cuerpos clorofilianos. Por diferentes experiencias se mide en peso la cantidad de agua transpirada, que es mucho mayor de lo que ordinariamente se puede suponer, sobre todo en plantas herbáceas y arbóreas, aunque la intensidad aumenta con la radiación térmica y luminosa, no menos que con la atmósfera seca y los vientos agitados; en cambio disminuye en atmósferas húmedas y en plantas de pocos estomas.

El acto más frecuente es la CLOROVAPORIZACIÓN, en virtud del cual la planta exhala vapor de agua merced á la clorofila que absorbe radiaciones luminosas, productoras de energía para asimilar carbono y eliminar el agua.

En la EXUDACIÓN el agua es expelida en estado líquido por ESTOMAS ACUÍFEROS ó por hendiduras que se abren en las hojas. LOS NECTARIOS son partes de la planta (hojas, piezas florales, disco) encargadas de producir agua con principios azucarados (nectar). Algunas plantas exóticas se citan por las urnas ó ASCIDIAS que forman sus hojas para retener el agua que exudan.

RESPIRACIÓN es el acto de fijar la planta el oxígeno del aire y expeler anhídrido carbónico. Se verifica en todos los órganos, y á todas horas á diferencia de la FUNCIÓN CLOROFILICA que es propia de los órganos verdes y á las horas del día. El

oxígeno absorbido destruye los materiales de la célula y por eso es fuente de energía calorífica y á veces luminosa. Está ligada esta función á la temperatura y á la naturaleza de la planta, aumentando con el crecimiento de ésta y con la producción de estomas. El vegetal, sin oxígeno, vive poco tiempo á espensas. del que la célula posee en sus materiales; pero al fin muere por ASFIXIA.

LECCIÓN 18

CUADRO SINÓPTICO

1.º	Secreción	{	a). Secreción.
			b). Excreción.
2.º	Asimilación	{	a). Función clorofílica.
			b). Asimilación protoplásmica.
			c). Parasitismo.
			d). Simbiosis
3.º	Crecimiento	{	a). En las dicotiledóneas.
			b). En las monocotiledóneas.
			c). Crecimiento desigual.
			d). Acción de la gravedad.
			e). Influencia de la luz.
			f). Acción del calor.
			g). Acción del agua.
4.º	Movimientos	{	a). Causas del movimiento.
			b). Clases de movimiento.
			c). Irritabilidad de los tejidos.

I. SECRECIÓN

La célula después de asimilar el alimento sufre descomposiciones que dan por resultado la formación de dos clases de productos; unos serán utilizados de nuevo en el desarrollo de la planta; otros habrán de ser expelidos como residuos orgánicos ó materiales de desecho. Si los productos permanecen en los tejidos que los formaron el acto se llama *secreción*; si son arrojados de dichos tejidos la función es de *excreción*.

a) Los productos segregados se conservan disueltos en las células ó en masas, como el oxalato cálcico; y sir-

ven, unos de materiales de reserva, y otros, á semejanza del citado oxalato, como eliminados ó preservadores.

b) Los productos excretados son expelidos ó alojados en espacios intercelulares. Entre los primeros se citan, el néctar y la exudación del pistilo, que son útiles, como también prestan beneficio la resina que defiende á las yemas y la excreción calcárea que endurece á veces al tejido epidérmico; á juicio de los defensores de las *plantas carnívoras* es una excreción especial la digestiva, con que atacan la materia animal. Entre los productos alojados en canales ó bolsas secretoras se citan las esencias, resinas, gomo-resinas... de los órganos de algunas plantas, que pueden encontrar defensa en los olores fuertes que aquellas despiden. Las plantas Labiadas presentan el caso intermedio de productos (esencias), conservados en las células generadoras hasta que se derraman por alteración de sus membranas.

II. ASIMILACION

Es el acto de incorporarse al protoplasma el alimento. Reviste dos aspectos distintos: uno es la asimilación especial del carbono, en la *función clorofílica*; otro es el de la *asimilación general* por el protoplasma.

a) *Función clorofílica*. Ya sabemos que la luz es necesaria para la formación de las cloroleucitas, y también para el ejercicio de sus funciones hace falta la radiación solar.

El resultado de la acción de la luz no es instantáneo; por esa causa, si una planta se expone á la luz y luego se retira á la oscuridad, aquí aparece la clorofila, como un efecto químico, retardado, de la luz y del calor que acumuló.

Según modernas observaciones se concluye que las radiaciones rojas y anaranjadas influyen de un modo más enérgico que las azules y violadas en la asimilación clorofilica: la verde y amarilla casi parecen sin acción. Es acto simultáneo de la respiración, y pudieran separarse por los anestésicos, administrados en cantidad apropiada, los cuales amenguan la asimilación clorofilica y hasta la suprimen en ciertos casos, y no modifican, en cambio, el fenómeno respiratorio.

La función principal de la clorofila es reducir el anhídrido carbónico, fijando el carbono y emitiendo oxígeno en un volumen próximamente igual al de gas carbónico incorporado. Parece comprobarse, sin embargo, que el volumen del oxígeno producido es un poco mayor que el del gas carbónico absorbido; por lo tanto el cociente de dividir esos dos volúmenes es superior á la unidad: en el Tilo = 1; en el Castaño de Indias = 1,06; en el Tabaco = 1,12; en el Acebo = 1,24.

El oxígeno se desprende en burbujas, visibles cuando se exponen á la luz solar Algas contenidas en un receptáculo de agua dulce; en esa misma experiencia se prueba que la planta absorbe anhídrido carbónico, porque, puestas en el agua cal ó barita, el fenómeno cesa con rapidez, al cesar la absorción del gas carbónico por los tejidos del vegetal. La intensidad luminosa, necesaria para llegar las plantas al máximo de actividad funcional, varía según los casos: el Trigo la adquiere en plena luz solar y los Musgos en la luz difusa.

El resultado de la asimilación, ya sea clorofilica ó protoplásmica, es el crecimiento de los órganos, y á la vez la formación de materiales de reserva: en la clorofiliana se elabora preferentemente almidón. Así como aparece cierto que sin radiaciones luminosas y sin gas carbónico en la atmósfera no existe la función clorofilica, lo es también que á la absorción de este gas corresponde la *amilogénesis* en los corpúsculos verdes. El almidón elaborado por el

día desaparece por la noche, siendo utilizado por el protoplasma ó transportado á las yemas, semillas, ó tubérculos donde se acumula para subvenir á necesidades ulteriores del vegetal.

Observaciones modernas, aunque incompletas, tienden á demostrar que los *nitratos*, á diferencia de las *sales amoniacales*, son asimilados por las hojas, con la intervención de la clorofila, originándose compuestos orgánicos azoados.

b) *Asimilación protoplásmica*. Consiste en incorporar el protoplasma á su masa los nitratos y substancias orgánicas que han resultado de la función clorofílica (Lección 16) Al carbono, ya se ha dicho, la clorofila le da, como si dijéramos, forma orgánica, y el nitrógeno proviene de nitratos, sales amoniacales, del humus (plantas *Saprophytas*) y por excepción asimilan el que contiene libre la atmósfera.

A este propósito se citan algunas Leguminosas. En las raíces nudosas que presentan habita un *Bacterioide*, fijador de nitrógeno; por esta razón las plantas citadas mejoran el suelo, enriqueciéndolo de ese elemento: deben alternar con ellas en el cultivo las Cereales.

c) *Parasitismo*. Es preciso distinguir el parasitismo falso del verdadero: en aquel la planta parásita descansa sobre otra sin esquilmarla, es sencillamente una *epífita*; en el verdadero, la planta parásita extrae de la víctima sus materiales de nutrición; y aun en este segundo caso cabe que la parásita preste ayuda á la otra, á la vez que se nutre de ella. Las asociaciones de esta indole, en las que dos vivientes, morando juntos, completan mutuamente su nutrición, reciben el nombre de *Simbiosis*.

La clase de Hongos es el grupo de plantas uniformemente parásitas, porque sin clorofila no elaboran los hidratos de carbono y los toman de otras plantas, á las cuales inutilizan para la vida, por la doble razón de destruirlas y obstruir

con los micelios los espacios intercelulares. Sin embargo otras parásitas son Fanerógamas y á veces poseen hojas y clorofila, en cuyo caso esquilman menos á la planta que cuando son incoloras y sin hojas. Unasson parásitasradicolas (Orobancáceas), otras caulícolas (Cúscuta): se ha observado que las primeras son *monofitas*, es decir, cada planta tiene su especie de hiesped, de tal modo que, en caso dado de parasitismo, conocida la planta atacada, se deduce en seguida la parásita. Y así como los zoólogos han puesto á ciertos insectos parásitos como nombre específico el de la planta sobre que viven (*vitæ, prunæ, rosæ...*), los botánicos eligen para las parásitas los del Tomillo, Hiedra, Molluga etc: estas parásitas viven á lo más sobre unas cuantas especies afines. Al contrario, las parásitas de los tallos son *polifitas*, pudiendo vivir, por ejemplo, la *Cúscuta epythymum* sobre plantas variadas de muchas familias.

Mucho se ha discutido sobre si la planta parásita se limita á tomar los alimentos tal como los posee la que nutre, ó tiene facultad de transformarlos en su organismo: se cree lo último, porque repetidas veces el análisis de los jugos de la parásita acusa materiales nuevos que solo han podido formarse por cambios químicos de los que ingirió en sus tejidos. En cambio, ciertos alcaloides, como la quinina de la *Cinchona* y la estriocina de la Nuez vómica, no pasan á sus parásitos; por eso se da el caso de poderse usar como alimentos algunas parásitas de plantas laticíferas, acres y vesicantes: por lo dicho se comprende que la parásita no juega un papel completamente pasivo en lo que concierne á su asimilación y elaboración de materiales distintos.

La unión entre las dos plantas es íntima, á veces tanto como el patron y el ingerto; ó producen en un tubérculo raíces que van al suelo (Orobancáceas). En otros casos son raíces que aprisionan al tallo y penetran los chupadores hasta el interior, poniéndose en comunicación los vasos de una y otra planta; en las Cuscutáceas los chupadores, á manera de ventosas, solo penetran hasta la capa celular subepidérmica y allí hacen la succión de los jugos.

d). *Simbiosis*. Es una sociedad armónica entre dos plantas, las cuales viven prestándose mútuos servicios. En

general la criptógama (hongo) recibe de la fanerógama ó de otra criptógama (alga) los alimentos ternarios, y éstas á su vez reciben de aquella los principios albuminoideos.

Los principales ejemplos de simbiosis son: el *Liquen*, asociación de alga y hongo; las Cupulíferas y otras plantas que viven en suelos ricos en detritus orgánicos (humus) ofrecen sus raíces invadidas por hongos ramificados abundantemente en las capas humíferas, de las cuales extraen, como si fueran pelos radicales, el agua y los principios nitrogenados, que pasarán directamente al árbol, á cambio de los materiales de almidón, azúcar.. que éste preste al hongo; algunas algas verdes se guarecen bajo los tejidos epidérmicos de animales sencillos, á los cuales prestan oxígeno; y como simbiosis se toman la vida de los bacilos radicícolas en las Leguminosas, porque aquellos toman de la planta el carbono que necesitan y ésta beneficia los albuminoideos que elabora con el nitrógeno fijado por la bacteria.

III. CRECIMIENTO

La condición necesaria para el crecimiento es la asimilación. El crecimiento es el resultado de dos factores, la nutrición y la desnutrición: la diferencia entre los valores de éstos será el valor real de aquel.

Ya se ha dicho lo fundamental en el crecimiento de la célula, de los tejidos y miembros de la planta: por eso solo recordaremos algunas ideas.

a). Los tallos crecen en grueso en los vegetales *Dicotiledóneos* por las formaciones periódicas del *cambium*. El longitudinal es por el *meristemo* ó tejido celular que forma cada año la yema terminal. La formación de madera es por conos que se cubren unos á otros; es decir; el cono del año 2.^o cubre al del 1.^o; el del año 3.^o á los del 2.^o y 1.^o, y así sucesivamente, la formación leñosa de un año envuelve á las de los

años precedentes. Ahora bien, como el cono de madera de un año cualquiera termina en la base de la yema correspondiente á ese tiempo, resulta que, si nos fijamos en una rama de 5 años, ésta presentará en el corte transversal: 5 *zonas de madera* en la parte de rama que correspondió al brote del *año primero*; 4 en la correspondiente al del *año segundo*; 3, en la que se refiere al del *tercero*; 2, en la correspondiente al del *cuarto*, y 1 en el *último brote*, que ha sido el de formación moderna.

b). En las plantas *Monocotiledóneas* el crecimiento varía algo: en primer lugar, en vez de aparecer yemas axilares, como sucede en las *Dicotiledóneas*, solo nacen las terminales, y por éstas crece el tallo en altura, pero sin ramificaciones; á no ser en casos anormales, en que se ramifica. Además, en las *Dicotiledóneas* el crecimiento anual es mayor, por cuya razón los entrenudos son largos y las hojas espaciadas, mientras que sucede lo contrario en las *Monocotiledóneas*: por eso tarda tanto tiempo en desarrollarse el estipe de la palmera, y las hojas se ven muy apretadas en los restos peciolares que después de secas se conservan unidos al tallo. Interiormente el tallo de éstas plantas es al principio celular; pero sucesivamente van originándose fascículos vasculares que corren longitudinalmente por el tallo, en líneas curvas de convexidad dirigida al interior. Estos fascículos terminan por su extremo superior en la base de las hojas y por el inferior en la zona cortical del tallo; á ellos es debido el crecimiento en grueso y la razón de que el tallo en estas plantas sea más resistente al exterior que al interior.

La raíz crece por cerca de la punta en una región, fuera de la cual están los pelitos absorbentes. La punta de la raíz va, como la del tallo, describiendo vueltas en hélice para penetrar mejor y adherirse con fuerza ella y los pelos absorbentes á los elementos del terreno, contribuyendo á la fijación vegetal.

c). En el crecimiento longitudinal, cuando no es uniforme, se produce la *nutación*; es decir, que el tallo, por ejemplo, forma una curva, convexa del lado del crecimiento mayor y cóncava del lado del crecimiento menor. Así, los tallos volubles, que los hay quizás en 600 especies, se

arrollan á los cuerpos, porque en los puntos de contacto disminuye el crecimiento y continúa por la superficie opuesta, originándose la *nutación revolutiva*, de la cual nos dan también ejemplo los zarcillos de la Vid, Pasionaria, *Bryonia*..., muy sensibles á la presión: es fenómeno independiente de la radiación. La punta del tallo en su crecimiento va describiendo una curva helicoides, debida á la *torsión* de este órgano por crecer los tejidos interiores más que los externos. La *nutación plana* es el movimiento oscilatorio, muy marcado en los pedúnculos florales de algunas plantas, antes y después de la fructificación.

d). La fuerza de la *gravedad* actúa constantemente sobre el crecimiento. Por ella la raíz, separada de su posición natural, en dirección horizontal ú oblicua, tiende á tomar de nuevo la posición vertical descendente, encorvándose en la punta, por acelerarse el crecimiento en el borde superior y retardarse en el inferior. Esta disposición fácil de la raíz al influjo de la gravedad se llama *geotactismo* y *geotropismo* la propiedad de manifestar esa excitabilidad por medio de una curva. El geotropismo es *positivo* en la raíz, porque esa curva se manifiesta de arriba hacia abajo, y *negativo* en el tallo, en el cual el crecimiento produce efectos contrarios, á no ser en los tallos volubles que no pueden elevarse por sí solos en la atmósfera. En las raicillas el geotropismo es menor que en la raíz primaria, ó nulo. Es tan constante la acción geotrópica, que si á una raíz ó tallo se los coloca fuera de su centro, muy pronto vuelven á ocupar sus posiciones naturales de equilibrio.

El tallo tiende siempre á la dirección vertical ascendente, así como en las ramas el geotropismo ya es parcial. Por esta misma influencia toman las hojas la posición natural, que vuelven á adquirir si de ella son separadas. Los

órganos en los que el desarrollo es vertical se denominan *ortotropos* y *plagiotropos* los que lo toman horizontal.

e). *Influencia de la luz.* En general obra retardando el crecimiento de los órganos; pero beneficia á la planta porque permite con un crecimiento lento la consolidación de los tejidos y aparatos. *Fototactismo* es la impresión que algunas plantas presentan para la luz y *fototropismo* la propiedad de manifestar esa excitabilidad, encorvándose el tallo por ejemplo, hacia un foco luminoso, á cuya propiedad llaman también *heliotropismo* por ser la luz solar la que ordinariamente actúa sobre las plantas (Girasol), á fin de que llenen sus funciones. Este fototropismo que coloca á los órganos perpendicularmente á la dirección de los rayos luminosos es *positivo*; si se colocan en la dirección de éstos es *negativo*.

El foco principal de radiación es el sol. Pero debe recordarse, para comprender la acción diferente de los rayos solares sobre las plantas; 1.º que el rayo se descompone á través de un prisma en los colores del espectro luminoso, ó sean *rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, indigo y violado* los cuales poseen diferente refrangibilidad; 2.º que son rayos *térmicos* los infra-rojos, imperceptibles y colocados antes del rojo; 3.º que después del violado, otros rayos (ultra violados) ejercen acción química sobre los reactivos de plata: es la parte *química* del espectro.

Las acciones térmica, química y luminosa del rayo solar son simultáneas; por eso hace falta en las experiencias sobre la acción luminosa colocar la planta bajo una pantalla que solo deje pasar determinada parte del espectro. El método más usado es cubrir la planta con una campana de vidrio monocromático ó de dobles paredes, entre las cuales se coloca una disolución colorada, que si es el yodo en sulfuro de carbono, dejará pasar solo los rayos infra-rojos, ó solo los rojos si es la disolución del permanganato de potasa en agua, ó solo los azules, violados y ultraviolados si es la disolución amoniacal del sulfato de cobre. Está probado que las curvas fototrópicas más pronunciadas las causan los rayos

azules y violados; siguen las radiaciones rojas en acción decreciente y es casi nula la de los rayos amarillos.

Utilizase la luz natural, ó la artificial cuando se necesita prolongar una observación.

f.) Si la radiación luminosa es conveniente, la *térmica* es necesaria, pues cada planta necesita para su desarrollo una temperatura dentro de ciertos límites, de los cuales no puede pasar fácilmente. Cada especie necesita una temperatura normal para su desarrollo y actividad fisiológica.

Lo mismo que para la luz tienen las plantas para el calor un *minimum*, un *óptimum* y un *máximum* térmico: por debajo del primero y por cima del tercero se detiene el crecimiento, y es en cambio más activo á medida que el calor llega al grado óptimum; las tres temperaturas varían con las especies, como lo demuestran las diferentes curvas termotrópicas que adquieren en los ensayos. Fuera de algunas semillas muy resistentes á las influencias térmicas, y de algunas pequeñas algas que viven en las aguas termales, la vegetación suele desarrollarse entre 0 y + 50 grados, dejando de formarse algunos alcaloides si la temperatura no es apropiada.

De aquí que el calor atmosférico sea una causa poderosa que influye en la distribución geográfica de los vegetales: porque si la temperatura descende, se hielan los líquidos, cesan las funciones de la célula y en el deshielo rápido la evaporación del agua causa la muerte de los órganos, particularmente de las hojas: las partes poco hidratadas resisten algo más los efectos de las heladas. Si la temperatura es elevada, ocurre lo opuesto: se coagulan los principios albuminoideos, se evapora el agua de composición, y se desorganizan las células y tejidos, sobre todo los blandos y acuosos.

La *electricidad* aplicada á las plantas causa ciertos efectos como son la decoloración de los órganos, excepto los de color verde, la detención de las corrientes protoplásmicas y

la excitación de las hojas y flores de algunas plantas; naturalmente desarrollan los vegetales corrientes eléctricas, efecto de las diferentes funciones fisico-químicas de que es asiento su organismo propio.

g). Finalmente, el agua influye sobre la dirección de los órganos—*hidrotropismo*—y sobre todo modifica en gran manera su crecimiento y estructura. Así, el hidrotropismo tiende á elevar la raíz y hacerla rastrera en su dirección, así como cambia la textura de las raíces, tallos y hojas que viven en el agua. En efecto, en los órganos acuáticos disminuyen los vasos en número y diámetro, se atrofian los tejidos especiales de sosten (*estereoma*), casi desaparecen los estomas, la clorofila se deposita en la epidermis y aumentan las lagunas en los tejidos. El agua tiende por otra parte á dividir más y más los órganos de las plantas que viven en ella, sobre todo las raíces y hojas (*Ranúnculo acuático*).

Este conjunto de influencias externas hace que las *plantas alpinas* sean de una naturaleza especial. Sus órganos son pequeños pero robustos, con tallos de gran sistema suberoso, anchos canales secretores y, como la hoja, con fuerte cutícula y estomas numerosos; las hojas verdes y muy gruesas, á favor de capas secundarias de refuerzo; en una palabra, están éstas plantas organizadas para formar en el corto tiempo que pueden vivir abundantes materiales de reserva.

IV. MOVIMIENTOS

En su lugar se ha tratado de los movimientos *intracelulares*, así como del *amiboide* de los protoplasmas libres y del que ejecutan las zoosporas por medio de *cilios*. Tampoco se explanarán los movimientos por contractilidad general, propios de las algas comprendidas en diferentes familias; más bien se indicarán algunos que son característicos de las hojas.

a). Los movimientos en las hojas son debidos á los

abultamientos llamados *motores*, nacidos en los peciolo y en los peciolillos de las hojas compuestas. Al disminuir la luz y el calor atmosférico, ceden notablemente la transpiración y clorovaporización en las láminas foliares; el agua no transpirada, con el azúcar que la planta elabora, se acumula en el motor y los tejidos se ponen turgentes, provocando la elevación de las hojuelas ó el descenso, á medida que se hincha la parte inferior ó la superior del motor: se comprende que éste sea como un resorte y los haces fibroso-vasculares como condensadores de la fuerza de irritación.

Los movimientos en las hojas son perceptibles, porque salen éstas de la posición normal á que las obligan, el geotropismo de un lado y el fototropismo de otro, á fin de recibir perpendicularmente las radiaciones luminosas, y alcanzar la plenitud de sus funciones.

b). Tales movimientos son *espontáneos*, *nictitrópicos* y *provocados*.

Los espontáneos no dependen de la luz, sino de excitaciones internas, relacionadas probablemente con la nutrición. Los presenta el *Hedysarum girans*, cuyas hojas tienen tres foliolas, y mientras la terminal hace cambios verticales, las dos laterales giran describiendo cada una un cono en el espacio, cuyo vértice corresponde á la inserción de la hojuela.

Los nictitrópicos se relacionan con la luz. Lo que Linné llamó *sueño* de las plantas es el estado en que las foliolas de las hojas compuestas se aproximan hasta superponerse, bien sea por sus caras superiores, al elevarse aquellas (Acacia), ó por las inferiores, al descender (*Oxalis*) (Fig. 70). Los más dignos de mención son los de la Sensitiva (*Mimosa pudica*), aunque los presentan igualmente la Falsa Acacia, Altramuz, Trébol y otras.

En la *Sensitiva* es muy diferente el estado de *vigilia* al de *sueño*. Al amanecer, el peciolo común aparece erguido y las foliolas, que estaban aproximadas las de un lado con las del otro, se extienden á la excitación de la luz; desde esta hora empieza á descender el peciolo común y llega por la noche á su abatimiento máximo, apiñándose las foliolas en cuanto desaparece la luz; desde media noche el peciolo común empieza á elevarse hasta tomar la posición más elevada. La explicación de estos fenómenos es la siguiente: por la mañana el peciolo está erguido, merced al consumo que por la noche hizo la planta de los materiales depositados en los tejidos y á la retirada del agua, que disminuyó la turgencia de los mismos; durante el día, en cuanto las foliolas empiezan sus funciones orgánicas, vuelve la turgencia de los tejidos, que es la causa de que el peciolo descienda gradualmente, repitiéndose los mismos fenómenos en el transcurso de 24 horas: como se ve, el grado de actividad orgánica se refleja fielmente en los movimientos de sus hojas.

Los movimientos provocados se refieren á las acciones motrices que ejercen sobre la planta el contacto, choque, picadura, presión ú otros excitantes mecánicos: propiamente también lo son los producidos por las variaciones de calor y luz, actuando sobre los tejidos. Como ejemplos de esta clase citanse la *Sensitiva*, *Dionea*, *Drosera*, y las flores, de cuyos movimientos trataremos más adelante. A los movimientos citados se suman los que motiva el crecimiento (curvas geotrópicas, fototrópicas.....) y los producidos en la imbibición del agua por los tejidos, de que es buen ejemplo la pequeña crucífera de Egipto, llamada *Rosa de Jericó*.

La irritabilidad de los tejidos se manifiesta por los excitantes mecánicos, por los cósmicos y además por agentes fisicoquímicos, como el ácido málico, fosfato de amonio, nitro y otros. El eter y cloroformo obran como anestésicos, y momentáneamente detienen los movimientos, ó los paralizan por completo si la anestesia se prolonga. La *Drosera* de hojas redondas, con sus numerosos pelos glandulosos, y la *Dio-*

nea, con el lóbulo terminal de sus hojas, formado por dos segmentos giratorios sobre el eje central y de bordes ciliados, se citan como plantas de tal irritabilidad, que los insectos, al tropezar en ellas, quedan aprisionados dentro de la hoja: ya se ha dicho cómo se desconoce de un modo formal el fin de estos actos.

RESUMEN

La célula, como resultado de la asimilación, elabora productos, que serán utilizados por la planta ó expelidos: si esos productos permanecen en los tejidos donde se formaron, el acto es de SECRECIÓN, si son arrojados, de EXCRECIÓN.

La ASIMILACIÓN es el acto de incorporarse el alimento al protoplasma. Puede ser asimilación especial del carbono ó asimilación general: el acto primero representa la FUNCIÓN CLOROFÍLICA, que se verifica bajo la acción de las radiaciones luminosas, reduciendo el anhídrido carbónico, con desprendimiento del oxígeno. El resultado de la asimilación es el crecimiento y elaboración de materiales de reserva. La ASIMILACIÓN PROTOPLÁSMICA consiste en incorporar al protoplasma los nitratos y sustancias orgánicas elaboradas por la clorofila: el nitrógeno proviene de los nitratos, sales amoniacales y por excepción de la atmósfera. La unión de dos plantas, en la que una esquilma los tejidos de la otra, es la forma del PARASITISMO; y de SIMBIOSIS, si en la asociación los dos seres completan su nutrición, como en los Liqueños, en los hongos que viven sobre las raíces de las Cupulíferas y en los bacilos radicícolas de las Leguminosas.

El CRECIMIENTO depende de la asimilación y su valor es la diferencia entre el poder de la nutrición y la desnutrición. Suele ser igual; cuando hay desigualdad en el desarrollo de los lados del órgano éste se encorva en NUTACIÓN ROTATORIA ó PLANA. En el desarrollo influye la GRAVEDAD, y da lugar, según los resultados de la excitabilidad del órgano, al GEOTROPISMO positivo (raíz) ó negativo (tallo). Influye la LUZ, originando también el FOTOTROPISMO positivo ó negativo. Actúa por otra parte el CALOR, pues cada planta necesita una temperatura normal para desempeñar sus funciones. Cada planta tiene lo

mismo para la luz que para el calor un MÍNIMUM, un MÁXIMUM y un ÓPTIMUM; no suele vivir por bajo del primero ó por cima del segundo, y vegeta tanto mejor cuanto más se aproximan al óptimum las radiaciones térmica y luminosa. Tiene su acción muy notable el AGUA, pues modifica profundamente la forma y estructura de la raíz, tallo y hojas que en ella viven; disminuyen los tejidos del estereoma y aumenta en ellos las lagunas.

En las plantas existe MOVIMIENTO, sobre todo en sus hojas y flores, además del que presentan las células y protoplasma. Son debidos casi siempre á la influencia de la luz y á los cambios interiores del vegetal en virtud de la asimilación.

No dependen de la luz los ESPONTÁNEOS, que presentan las foliolas del *Hedysarum girans*. Están sujetos á la radiación luminosa los NICTITRÓPICOS, dando lugar al periodo llamado sueño de las plantas. Los movimientos, PROVOCADOS por el choque, contacto, presión... sobre la planta, prueban la irritabilidad de determinadas especies, entre las cuales figuran las hojas de la *Sensitiva*, *Dionea* y *Drosera*. A este grupo de movimientos provocados pertenecen también las curvas de crecimiento por las influencias exteriores y los que determina la humedad sobre algunos tejidos, como en la *Rosa de Jericó*

LECCIÓN 19

CUADRO SINÓPTICO

I.	Generalidades de la flor.	}	1.º Partes de la flor. 2.º Colocación de ellas. 3.º Plan de la flor. 4.º Variedades en la flor.
II.	Brácteas.	}	1.º Espata. 2.º Invólucro. 3.º Calículo. 4.º Cúpula. 5.º Gluma.
III.	Pedúnculo y Receptáculo.		
IV.	Inflorescencias.	{ 1.º Indefinidas } { 2.º Definidas.. }	a) Espiga y Cabezuela. b) Racimo, Corimbo, Umbela. c) Inflorescencias compuestas. a) <i>Cimas</i> sencillas. b) <i>Cimas</i> compuestas.

ÓRGANOS Y FUNCIONES DE REPRODUCCIÓN

Tienen las plantas órganos que conservan al individuo y otros para perpetuar la especie: éstos son los de *reproducción* y aparecen por regla general después de los de nutrición.

No se trata en estas lecciones de la reproducción en las Criptógamas, sino únicamente en las Fanerógamas. El órgano que llena este fin recibe el nombre general de *flor* y, antes de abrir ésta, el de *botón*.

I. Consideraciones generales sobre la flor.

1.º La flor se considera como un ramo diferenciado, dispuesto para la reproducción. Se compone del pedún-

culo, receptáculo, brácteas y hojas modificadas, dispuestas generalmente en cuatro verticilos: en síntesis, se consideran como partes de este órgano la *flor propiamente dicha*, el pedicelo ó *pedúnculo* y las *brácteas*.

Así como las hojas van colocadas sobre el tallo, en el pedúnculo y sobre el receptáculo se asientan los órganos de la flor, que son como apéndices ú hojas modificadas en su forma y estructura, en relación con la diversidad de funciones que han de desempeñar (fig. 80 y 81.) El prime-



Fig. 80.

Fig. 80.—Flor de Salvia.



Fig. 81.

Fig. 81.—Flor de Clavel.—1, Calículo.—2, Caliz.—3, pétalos.—4, Androceo — 6, ovario —5, estigmas.

ro y segundo verticilo se denominan *cáliz* y *corola*: son solamente protectores y reciben en conjunto el nombre de *periantio* ó perigonio: las piezas verdes del primero son los *sépalos*; las coloradas de la segunda, *pétalos*.

El verticilo tercero está formado de hojas generatrices masculinas; se llaman *estambres* y su conjunto *androceo*. Las del verticilo cuarto son femeninas; se llaman *carpelos* y su conjunto *gineceo*.

Estos verticilos se desdoblán en varias flores, cual sucede en las Liliáceas y Papilionáceas.

En las anteras de los estambres nacen los granos de *polen* ó gametos masculinos: en el saco embrionario del

óvulo aparece la *oosfera* ó gameto femenino. La unión de estos gametos es la *fecundación* vegetal, á cuyo acto sigue el cambio de pistilo en *fruto*, del óvulo en *semilla* y, dentro de ésta, la aparición del *embrión*.

2.º LA COLOCACIÓN verdadera de todas estas piezas es en *espiral continua*, como se marca con claridad en las flores de la Magnolia, en los Ranúnculos y Anémones; solamente que esa espiral se deprime, sus vueltas se aproximan mucho y la flor se presenta en roseta con apariencia de *verticilos*. Por este paralelismo entre los órganos nutritivos y reproductores consideran algunos botánicos las flores como yemas de hojas diferenciadas.

3.º PLAN DE LA FLOR. La flor nace muchas veces en la axila de una bráctea: es el lado *superior* ó *posterior* de la flor el más próximo al eje que lleva al pedicelo floral, é *inferior* ó *anterior* el que corresponde al lado de la bráctea madre. Se llama plano del *medio* el ántero-posterior.

Las piezas de un verticilo suelen ser las mismas en cada flor (1), y podran estar libres, soldadas entre si en diferente extensión ó con otros verticilos. Pero en una flor regular, la posición relativa que aquellas tienen en el receptáculo obedece al principio de que los cuatro verticilos alternan regularmente, como lo hacen en el tallo las hojas vegetativas; resulta, por tanto, que el caliz y androceo se *corresponden*, del mismo modo que la corola y el gineceo.

Es flor *regular* ó *actinomorfa* la que presenta todos y cada uno de sus verticilos simétricos con relación al eje. *Irregular* ó *zigomorfa* la que presenta, cuando menos, un verticilo no simétrico con respecto al eje, aun cuando lo sea con relación á un plano (Leguminosas).

El plano con relación al cual es simétrica la flor zigomorfa puede variar de posición: la flor que no posee ningún plano de simetría es *asimétrica*.

Modernamente se ha ideado representar las flores, en

(1) Es muy comun que ese número sea 5 ó múltiplo de 5 en las Dicotiledóneas y 3 ó múltiplo de 3 en las Monocotiledóneas.

la colocación de sus piezas y en el número de éstas, por diagramas y fórmulas florales.



Fig. 82.

Fig. 82.—Diagrama de una Rosácea: 5 sep. 5 pet. muchos estambres libres y varios carpelos libres.



Fig. 83.

Fig. 83.—Diagrama de una Papilionácea (*Pisum*): 5 sep. 5 pet. 10 estambres, nueve unidos y uno libre, y el pistilo unicarpelado.

El *diagrama floral* es la representación en dibujos de las diversas piezas florales, en su posición relativa: se obtiene suponiendo una flor cortada *transversalmente* y proyectadas sus piezas sobre un plano paralelo al de la sección.



Fig. 84.

Fig. 84.—Diagrama transversal de una *gamopétala superovarica zigomorfa*. (*Antirrhinum*): 5 sep. 5 pet. soldados. 4 estambres, 2 carpelos soldados.



Fig. 85.

Fig. 85.—Diagrama de flor de Espárrago: 6 tépalos en perigonio corolino, 6 estambres, 3 ovarios unidos.

Los sépalos y pétalos se dibujan por líneas, curvas hacia dentro, distinguiendo las primeras de las segundas en el di-

bujo de la línea (fig. 82) ó por una quilla que llevan en la parte convexa de ella, simulando el nervio medio del sépalo. Los estambres se representan por la forma de sus anteras (figura 87); en los carpelos se marca la placentación (fig. 85); y algunos autores presentan, respectivamente, con un *circulito* por cima del diagrama y un *arco de círculo* por debajo, el *lado superior é inferior* de la flor. Los diagramas más complicados hacen resaltar, por otra parte, la prefloración, es decir la colocacion de las piezas dentro de la yema ó botón. (fig. 83). Si no hay envolturas florales ó existe una sola los diagramas son como indican las figuras 87 y 86.



Fig. 86



Fig. 87.

Fig. 86.—Diagrama de una Monocotiledónea monoperiantea (*Potamogetón*).

Fig. 87.—Diagrama de una Monocotiledónea aperiantea (*Scirpus*).

La soldadura de las piezas de un verticilo, ó la de un verticilo con otro, se representan por arcos de unión (fig. 84).

En la fórmula floral se representan los verticilos por las iniciales de sus nombres, empleando dobles letras cuando un verticilo se desdoble en dos: los verticilos de piezas unidas se encierran entre paréntesis. Ejemplos:

Flor de Azucena. Fórmula floral = $3S + 3P + 3E + 3E' + (3C)$.

Flor de Patata. Fórmula floral = $(5S) + (5P) + 5E + (2C)$.

4.º VARIEDADES EN LA COMPOSICIÓN DE LA FLOR. La flor, tal como la heñosa supuesto, es pedunculada y *completa*; mas puede suceder que carezca de pedicelo (*flor sentada*) ó de algún verticilo (*flor incompleta*).

Flores incompletas. En general el periantio es doble, pero si falta el cáliz ó corola, se denomina *monoperiantea* y *aperiantea* ó desnuda si faltan los dos verticilos externos. De ordinario son las flores *hermafroditas*; en algunos casos aparecen como masculinas ó femeninas, las que solo poseen estambres ó solo pistilos, con ó sin periantio: se llaman unisexuadas (Encina). Cuando faltan los órganos de reproducción la flor queda estéril.



Fig. 88.—Tallo de Maíz.

Por la repartición de sexos llámense las plantas *Monoicas*, *Dioicas* y *Polígamas*: en las primeras (Maíz) (fig. 88) la misma planta lleva flores estaminadas y pistiladas; los receptáculos en la Higuera llevan al mismo tiempo flores de los dos géneros. En las dioicas (Palmera) un pie de planta es macho y otro es hembra. En las polígamas hay flores masculinas, femeninas, y unisexuales por aborto.

II. Brácteas. Brácteas son las hojas próximas á la flor. Se diferencian de las restantes hojas en la forma, tamaño, posición, textura y á veces en el color. La forma varía mucho y lo mismo la disposición, aunque pueden estar alternas, opuestas ó verticiladas. En cuanto al tamaño, unas apenas se perciben y otras (fig. 89. b.) son más grandes y más bellas que la misma flor; también es muy visible la brác-

tea del Tilo, á la que se suelda en parte el pedúnculo floral.

El fin de las brácteas suele ser proteger las flores antes de abrirse; solo que muchas veces se conservan más tiempo, cubriendo al fruto total ó parcialmente.

Las principales brácteas son:

1.º **ESPATA.** Es una bráctea formada de una hoja (*monofila*) ó de dos (*difila*) que encierra una ó muchas flores, llamándose uni, bi, ó multiflora. Su consistencia es foliácea, escariosa y aún leñosa en muchas palmeras. Generalmente se hiende ó se desenvuelve para permitir la salida de las flores, y suelen presentarla las Aráceas, Liliáceas y otras familias de monocotiledóneas (fig. 89. I).



Fig. 89.—*Arum maculatum*. I. *a*, hojas cordiformes; *b*, espata; *c*, masa terminal de la inflorescencia. II. Inflorescencia aislada; *a*, parte terminal; *b*, filamentos estériles; *c*, estambres; *d*, pistilos. (Clément. dib.)

2.º **INVÓLUCRO.** Es un conjunto de hojas colocadas circularmente en la base de un grupo de flores: ejemplos, en las cabezuelas de las Compuestas (Cardo), en las Umbelíferas (Zanahoria). En éstas los pedúnculos florales de la umbela se ramifican en *umbelillas*, en cuyo caso son *involucrillos* las brácteas que protegen á estas umbelas de

segundo orden. La bráctea descrita se llama también *periclinio* y cáliz común.

3.º CALÍCULO: es un involucre aplicado á la base del cáliz de una sóla flor, como en la fresa, clavel y en las Malváceas.

4.º CÚPULA. Es un involucre que protege á las flores femeninas de algunas plantas, y persiste para cubrir el fruto parcial ó totalmente: en el segundo caso es dehiscente. En la Encina la cúpula es escamosa, protege á una sóla flor y al fruto solo en parte (*cascabillo*); en el Haya

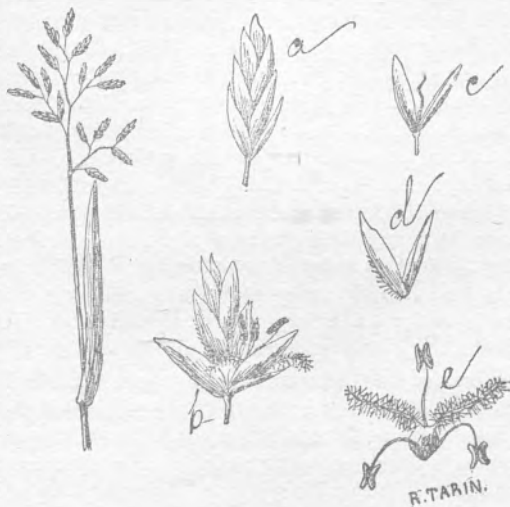


Fig 90.—*Poa annua*. L. a, espiguilla cerrada; b, espiguilla abierta; c, gluma; d, glumillas; e, órganos reproductores.

encierra dos flores y el fruto lo cubre del todo, lo mismo que en el Castaño, aunque en éste encierra tres flores y la cúpula es de textura y aspecto de pericarpio (*erizo*); en el Avellano la bráctea es foliácea.

5.º **GLUMA.** Es propia de Gramináceas y Ciperáceas, y con ese nombre llaman los botánicos á unas hojitas membranosas, que á modo de escamas, y colocadas por pares, resguardan á los órganos sexuales de la flor, á falta de cáliz y corola. Las glumas son las de primer orden, que envuelven á un grupo de flores, y cada una de éstas tiene dos glumillas y á veces otras dos más internas (pajillas ó glumélulas). Algunas veces lleva esta bráctea una arista prolongada, caracter propio de algunas espigas (Trigo y Cebada). (fig. 90).

III. Pedúnculo y Receptáculo. PEDÚNCULO: es como el tallito de la flor, si se atiende á su morfología; el pedúnculo es á la flor lo que á la hoja el peciolo. Por su origen es *axilar ó terminal*; bi, ó multifloro por el número de flores que soporta; y simple ó ramificado por la complicación, siendo esto lo que caracteriza las diversas inflorescencias. El eje floral desnudo se llama *escapo* (Jacinto y Narciso), y si carece de él la flor, ésta es *sentada*. En el cacahuete (*Arachis hypogæa*) los pedúnculos se encorvan para llegar el fruto á su maduración debajo de tierra; así como el de la flor femenina de la *Vallisneria spiralis* tiene forma de tirabuzón, con el doble fin de permitir que se eleve á la superficie del agua en el acto de la fecundación y se retraiga al fondo, después de fecundada, durante la maduración de los frutos.

RECEPTÁCULO. Es la extremidad del pedúnculo sobre la que se insertan las partes de la flor. Generalmente es unifloro; pero resulta multifloro en algunos casos (Compuestas). Por la forma es plano, convexo ó cóncavo: si es cónico (Magnolia y algunas Ranunculáceas) pueden ir un tanto distanciados los verticilos florales; el de la fresa (*ginóforo*), además de ser convexo, se hace carnoso. En el caso de concavidad toma la forma de tubo ó *copa* (Rosáceas), en la cual van asentados los sépalos, pétalos, estambres y los carpelos en la parte más profunda.

Los nectarios forman sobre el receptáculo, entre el androceo y el gineceo, el *disco floral* (Rutáceas).

IV. Inflorescencias. La inflorescencia es la colocación de las flores en el tallo ó en las ramas que de él proceden. Pocas inflorescencias se presentan *unifloras* ó solitarias (Tulipán); lo general es que sean *plurifloras* por ramificación del eje floral, naciendo una flor en la axila de cada hoja ó bráctea: si el pedúnculo principal está formado por la punta del tallo ó del ramo, la inflorescencia es *terminal*: en otro caso es *axilar*. Estas dos disposiciones puede tener también la solitaria.

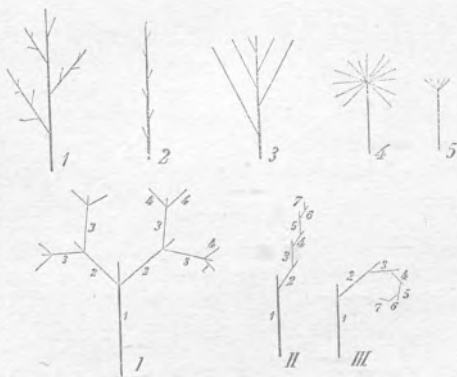


Fig. 91.—Ejemplos de inflorescencias. 1 racimo; 2, espiga; 3 corimbo; 4, umbela; 5, cabezuela; I, cima bípara; II, cima unípara helicoides; III, escorpioidea.

De lo dicho se deduce la división de las inflorescencias en *definidas*, si florece primero la punta del tallo, y se desarrollan ramas secundarias laterales, que florecerán también en sus extremos; é *indefinidas*, si van naciendo flores axilares á los lados de la yema terminal del ramo, pero sin llegar ésta á florecer. Por el orden de ir abriéndose las flores, la inflorescencia definida es *centrifuga* y *centripeta* la indefinida. (fig. 91.)

Las inflorescencias indefinidas se derivan de una tipo, denominada *racimo*; las definidas reciben el nombre general de *cimas*.

1.º INFLORESCENCIAS INDEFINIDAS. Richard atiende para su clasificación á que esten las flores sentadas en el *eje primario*, á que nazcan en el extremo de los *secundarios* ó *ternarios* y de las ramificaciones de éstos. Señalaremos con este criterio las principales:

a) Flores sentadas sobre el eje primario. Son formas típicas la Espiga y la Cabezuela.

La *espiga* (91. 2) consta de un eje primario, alargado, con flores sentadas, dispuestas en todos sentidos (Llan-ten). El *amento* (Avellano) es una espiga de flores unisexuadas, masculinas ó femeninas. El *espádice* (Cala) es una espiga, con flores pistiladas, sentadas en su parte inferior y con las estaminadas en la superior. El *Cono* ó *estrobilo* (Coníferas) es un amento de flores femeninas, cubiertas por grandes brácteas persistentes y generalmente leñosas. Ramificándose el eje la espiga es compuesta.

La *cabezuela* (91. 5) consta de muchas flores, sentadas sobre un receptáculo común, protegido por un involucre: en realidad es como una espiga de eje muy corto, sin entrenudos y de flores muy apretadas. Análoga á esta inflorescencia es la de la Higuera (*sicono*) formada por muchas flores sobre un receptáculo carnoso, y además cerrado en el higo.

b) Flores colocadas en la punta de ejes secundarios: son formas típicas el Racimo, Corimbo y Umbela.

Racimo: consta de un pedúnculo primario, que lleva otros secundarios en todos sentidos, los cuales terminan en una flor (Grosellero rojo).

Corimbo: (91. 3) es una especie de racimo, en el que los pedúnculos de la base son más largos; de donde resulta

que todos los pedicelos secundarios llegan proximately a la misma altura (Peral).

Umbela: (91. 4) no ofrece entrenudos, sino que los pedúnculos secundarios parten todos divergentes del extremo del primario, elevando las flores a una misma superficie, plana ó convexa (Primavera, Cerezo).

c) Flores colocadas en el extremo de ejes ternarios ó de sus ramificaciones. Estas vienen a ser las del grupo anterior, pero compuestas. *Racimo compuesto*. (91.1); suele ser cónico (Vid), pero la forma es ovoidea (Lilo) cuando los peciolo del medio tienen más longitud. *Corimbo compuesto*, por ramificaciones de los peciolo (muchas Rosáceas y Compuestas). La *umbela compuesta* la forman varias umbelillas, colocada cada una en el extremo de un peciolo secundario (Zanahoria):

Pueden existir inflorescencias *mixtas*; ejemplos: un corimbo de cabezuelas, racimo de espigas (Avena), racimo de umbelas (Hiedra)...

2) INFLORESCENCIAS DEFINIDAS. Se llaman *cimas*.

a). CIMAS SENCILLAS. Al florecer en su punta el pedúnculo principal se limita el crecimiento en aquel punto; pero en las axilas de las hojas, que tenga en la base, aparecerán uno, dos, ó tres secundarios, que florecerán también continuando el desarrollo de flores: esto da lugar a las cimas *uniparas*, *biparas* (fig. I.) y *triparas*, respectivamente.

La más interesante es la *unipara* ó *monopódica*. Su origen es el siguiente: cuando se atrofia uno de los dos pedúnculos secundarios que nacen en las axilas de dos hojas opuestas, el pedúnculo que queda, no permanece ya lateral, sino que se endereza hasta ocupar la dirección vertical del eje, entonces, el pedúnculo primario con su flor, que era antes *terminal*, se hace *lateral* y opuesto, al parecer, a la hoja de donde nació el secundario: es decir, esa flor primaria aparece ahora opositifolia. Si en la cima unipara se atrofian siempre las flores del mismo lado, los pedúnculos que florecen quedan siempre al lado opuesto, ofreciendo una inflorescencia de

eje vuelto en cayado: se llama esta cima *escorpioidea* (Heliotropo), (91. III.) Si la atrofia corresponde alternativamente á uno y otro lado, los pedúnculos florecidos turnan en espiral alrededor de un eje: se llama esta cima *helicoidea*. (91. II.)

b). Las *cimas* se hacen COMPUESTAS cuando se ramifican también los peciolos secundarios.

RESUMEN

ÓRGANOS DE REPRODUCCIÓN. Tienen por objeto perpetuar la especie: en las fanerógamas la flor es el órgano reproductor.

I. La flor consta ordinariamente de cuatro verticilos, además del PEDÚNCULO ó tallito, del RECEPTÁCULO donde aquellos se insertan y de las BRÁCTEAS que casi siempre acompañan. El verticilo externo (CÁLIZ) formado de sépalos y el segundo (COROLA) compuesto de pétalos, representan partes protectoras, y el conjunto es el PERIANTIO. El verticilo tercero, llamado ANDROCEO, se compone de estambres, que son órganos masculinos, generadores del POLEN; y el cuarto, denominado GINECEO, de carpelos, que son los órganos femeninos, generadores de ÓVULOS.

Los cuatro verticilos alternan regularmente. Si estos son todos simétricos, la flor se toma como REGULAR; y como IRREGULAR si alguno de los verticilos deja de ser simétrico con relación al eje. Con los DIAGRAMAS se representa en dibujos la posición relativa de las piezas florales, así como las FÓRMULAS expresan el número de éstas.

La flor sin pedúnculo es SENTADA, y la que carece de algúñ verticilo INCOMPLETA. Es MONOPERIANTEA la que solo posee una envoltura y APERIANTEA la que carece de cáliz y corola. HERMAFRODITA, si dispone de los dos sexos, y UNISEXUAL si carece de uno. Planta MONOICA se llama la que lleva en un mismo pie las flores estaminadas y pistiladas; DIOICA si estas van en individuos diferentes, y POLÍGAMA la que ofrece varias clases de flores en un pie de planta.

II. BRÁCTEAS son hojas diferenciadas, que protegen á las flores y á veces á los frutos. Son las principales: la ESPATA (Cala), el INVÓLUCRO (Umbelíferas), el CALÍCULO (Malva), la

CÚPULA (*Encina*) y las GLUMAS (*Gramináceas*). Como pedúnculos notables se citan los del Cacahuete y *Vallisneria Spiralis*; y como receptáculo, el carnoso de la fresa (GINÓFORO).

III. INFLORESCENCIA es la disposición de las flores en el tallo. Alguna hay uniflora; la mayoría están formadas de muchas flores. Son INDEFINIDAS, si la yema terminal del tallo no florece ó tarda en florecer, y definidas ó CIMAS en el caso contrario. Unas y otras se llaman sencillas si el eje floral no se divide, y compuestas si éste se ramifica. Las formas típicas de las indefinidas son: ESPIGA, si las flores van sentadas: son variedades el amento, espádice y cono. CABEZUELA, si las flores van sentadas sobre un receptáculo. RACIMO si lleva flores en los extremos de pedúnculos secundarios. En el CORIMBO y la UMBELA las flores van como en el racimo, pero, siendo los pedúnculos de la base los más largos, alcanzan todas las flores la misma altura: en la umbela todos los pedúnculos parten del mismo punto, y en el corimbo á distintas alturas.

Las cimas sencillas son UNÍPARAS ó BÍPARAS, según que se desarrolle un solo peciolo secundario ó dos. La unipara ó monopódica toma los nombres de HELICOIDEA y ESCORPIOIDEA, según la disposición que vayan tomando los pedicelos floríferos, al nacer unos de otros.

LECCIÓN 20

CUADRO SINÓPTICO

I. Cáliz.	}	<ol style="list-style-type: none"> 1.^o División por su composición. 2.^o Colocación de los sépalos. 3.^o Formas. 4.^o Estructura.
II. Corola	}	<ol style="list-style-type: none"> 1.^o División por su complicación. 2.^o Corolas dialipétalas regulares. 3.^o » » irregulares. 4.^o » gamopétalas regulares. 5.^o » » irregulares. 6.^o Estructura.
III. Prefloración.	}	<ol style="list-style-type: none"> 1.^o Con las piezas superpuestas. 2.^o » » » yuxtapuestas. 3.^o De cada pieza aislada.

PERIANTIO. *Generalidades.* Ordinariamente es *doble*, cáliz y corola; en las monocotiledóneas con frecuencia es *sencillo*, por más que algunos botánicos consideran en las seis piezas de una Azucena, las tres externas como cáliz y como corola las tres internas, que alternan con las primeras; otras flores son *aperianteadas* ó desnudas.

I. Cáliz: se compone de varias piezas, libres ó soldadas, que se denominan *sépalos*. Su color verde y consistencia le dan aspecto herbáceo, pero también los hay de brillantes colores y apariencia *petaloidea* (Fuchsia, Granada, *Salvia splendens*).

1.^o Puede ser *dialisépalo* ó polisépalo, *gamosépalo* ó monosépalo.

Los dialisépalos reciben los nombres de *di*, *tri*, *cuadri*... *polisépalos* por el número de sus piezas; la dirección de éstas puede ser recta, ó extendida en forma de estrella ó vuelta hacia el pedúnculo.

El gamosépalo viene á ser una pieza sóla, provista de divisiones: no quiere esto decir que tales cálices se formen soldándose en la edad última sépalos que estuvieran libres. Su origen es fácil de explicar: primeramente aparecen en el réceptáculo, dos, tres, cuatro.. ó más mamelones que están libres; pero pronto se juntan sus bases, y desde ese instante la zona de crecimiento es ya única y general para todos los dientes, los cuales, siempre libres, se elevarán implantados en el tubo que va formando gradualmente esa zona circular, generadora de tejidos.

Esto sentado, recordemos que, para explicar los diversos estados del cáliz gamosépalo, se dice: el cáliz es *partido* (*Erica stricta*) si los sépalos se sueldan únicamente en la base; *héndido* (*Fuchsia splendens*) si se unen solo hasta el tercio inferior de su longitud; *dentado* (muchas Umbelíferas) cuando se sueldan hasta su parte superior y *entero* si la unión es completa en toda su extensión.

2.º *Colocación de los sépalos*: por este caracter son unos cálices *regulares* con respecto á todos los planos que pasan por el eje floral (Belladona); otros lo son solamente con relación á un plano, *zigomorfos* (Capuchina) y los hay del todo *asimétricos*.

3.º *Formas*. Los sépalos pueden ser agudos, obtusos, redondeados, truncados, cordiformes, lanceolados, gibosos en la base, apendiculados, etc.: el conjunto ofrece á veces la forma de una estrella. Los gamosépalos son cilindricos, comprimidos, angulosos, estrellados, inflados (*Silene*), cupuliformes (Labiadas), espolonados (*Delphinium*)...; pero más frecuentes son los tubulosos, en los cuales se distin-

guen tres porciones: el *tubo* ó parte soldada, el *limbo* ó parte libre y la *garganta* que es intermedia.

En varias plantas los cálices son anormales por su forma: en las compuestas suele terminar el cáliz en una multitud de pelitos simples ó divididos (plumosos), representantes de los nervios de los sépalos, y forman el *vilano*, favorecedor de la diseminación de la semilla á quien va unido; en el Eucalipto es el cáliz como una caja que encierra á la flor, y al abrirse, para que esta se desenvuelva, se levanta un casquete circular; en la *Eschsholtzia* los dos sépalos se sueldan íntimamente y por el empuje de la corola y estambres, aquel se hiende en su base y se desprende en forma de cucurucho.

4.º *La estructura* del cáliz es igual á la de la hoja, de donde procede por transformación: ofrece, por consiguiente, epidermis, parenquima generalmente clorofílico y un sistema de haces, rectos ó divididos.

El cáliz es un órgano protector, pues envuelve á la flor desde que se inicia su desarrollo hasta la floración. Es *caeduo* (Papaveráceas) si dura solo mientras la flor se abre; *caedizo*, si se desprende poco después que la corola; y *persistente* si dura más que ella, ya sea sin crecer más, quedando *marcescente*, (Estramonio) ó creciendo con el fruto, *acrescente* (*Physalis*).

Finalmente, el cáliz es de ordinario *libre*; en las Rosáceas el tubo calicinal se *suelda* al ovario y con él crece, viéndose solo del cáliz los dientes libres, que en forma de corona sobrepasan al fruto.

II Corola. Es la envoltura interior de la flor, cuando el periantio es doble. Se compone de dos piezas (*pétalos*) libres ó unidas. Cada pétalo es como una hoja, con una porción *alargada* (*uña*) y otra terminal ensanchada (*lámina*); si falta la uña el pétalo es sentado. Este suele llevar entre la lámina y uña, pelos, escamas, nectarios, etc., de que son buen ejemplo las Cariofiláceas.

Los pétalos no son verdes, pero ofrecen los más brillantes colores, que cambian á veces con la intensidad de la luz, como sucede en el *Hibiscus mutabilis* L. y en muchas Borragináceas.

1.º Las corolas son apétalas, dialipétalas y gamopétalas. Las *dialipétalas* están formadas por pétalos libres, llamándose di, tri, tetra... y polipétalas. Los pétalos son rectos, extendidos ó arrollados hacia fuera ó hacia dentro, y de formas parecidas á las de hojas; algunos ofrecen irregularidades de forma, siendo en cornete espolonado (Acónito), en espolón (*Delphinium*), en pequeños tubos (Heléboro) en receptáculo (*Aquilegia*). Las corolas de este grupo son regulares (Rosa) ó zigomorfas (Guisante) ó anómalas.

2.º COROLAS DIALIPÉTALAS REGULARES.

a) *Cruciforme*: compuesta de cuatro pétalos de uñas largas y colocados en cruz (Crucíferas).

b) *Rosácea*: de cinco pétalos grandes y anchos, casi sentados.

c) *Aclavelada*: de cinco pétalos, con largas uñas contenidas en el cáliz tubuloso (Clavel) (fig. 81).

3.º DIALIPÉTALAS IRREGULARES. Se cita la *Papilionácea* ó amariposada (Leguminosas) de cinco pétalos, llamados por su colocación y forma, *estandarte* el superior, *alas* los dos laterales y *quilla* la unión de los inferiores. Las demás corolas dialipétalas son anómalas (Reseda).

Las corolas gamopétalas aparecen partidas (*Anagallis arvensis*), hendidas (*Campanula Rapunculus*), con dientes ó lóbulos (Beleño) y las hay de borde entero (*Convólvulus*).

Los nombres de bi, tri... multipartida,... multifida,... multidentada, expresan á la vez el número de divisiones y la profundidad que alcanzan. De que la *garganta* de la corola aparezca abierta ó cerrada, desnuda ó con apéndices; de que el *tubo* de la misma sea corto ó largo, comprimido, cilíndrico, hinchado. ., ó de que los lóbulos del *limbo* se presenten agudos ú obtusos, lanceolados, redon-

dos ó truncados, se deducen caracteres para distinguir las plantas.

4.º COROLAS GAMOPÉTALAS REGULARES. Se comparan con formas de objetos conocidos: *a*) *campanulácea* (fig. 92). (*Campánula Medium*); *b*) *tubulosa* (Consuelda); *c*) *infundibuliforme* ó en embudo (fig. 93). (Tabaco); *d*) *urceolada* ó de forma de odre ó cascabel, es decir, muy ensanchado el tubo y muy retraído el limbo (Madroñero); *e*) *enrodada*, si el tubo es corto y los lóbulos se extienden de pronto en un plano (Borraja); *f*) *estrellada*, si los lóbulos son agudos;

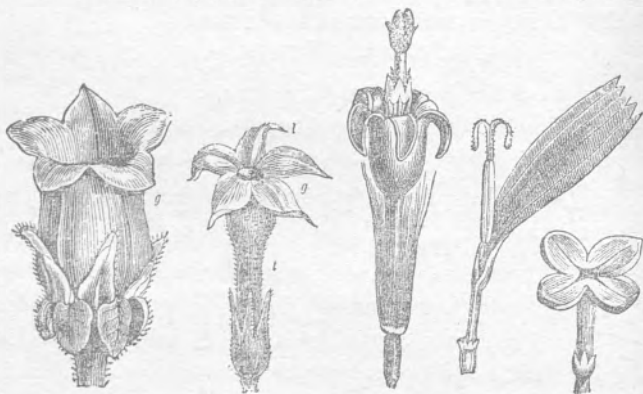


Fig. 92.

Fig. 93.

Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 96.

Fig. 92.—Corola acampanada.—93. Infundibuliforme.—Figs. 94 y 95, Flósculo y semiflósculo.—96. Hipocrateriforme ó asalvillada. (Lila).

g) *asalvillada* (Jazmín) si á esa forma enrodada del limbo se une un tubo muy largo (fig. 96.) En las Compuestas la corola es de forma tubulosa regular (fig. 94) (*Flósculos*); ó el limbo está desarrollado en una lámina ó lengüeta (*Semiflósculo*) (fig. 95), ó la cabezuela contiene flores irregulares labiadas.

5.º COROLAS GAMOPÉTALAS IRREGULARES. La más notable es la *labiada* (fig. 80). Consiste esta en un tubo más

ó menos largo, de garganta dilatada, y el limbo dividido por un plano transversal, de modo que aparecen dos labios, superior é inferior. Del tamaño y forma de los labios (planos, cóncavos...), de las divisiones ó lóbulos que uno y otro presenten (enteros, escotados, bifidos..), se deducen caracteres genéricos de las plantas Labiadas, que llevan esta forma de corola, aunque también es propia de otras familias, como las Bignoniáceas. La *personada* (Boca de dragón) se diferencia en que la garganta es muy ancha y los labios del limbo desiguales, están aproximados, de modo que se parece la flor ligeramente á la boca ú hocico de algunos animales; es propia de muchas Escrofulariáceas, aunque la Digital no la presenta. Por último, hay corolas *anómalas*, que en nada se parecen á objetos regulares conocidos (*Lobelia*).

b). *La estructura del pétalo* es análoga á la de la hoja: epidermis con pocos estomas en general, un parenquima celular, á veces con glándulas productoras de esencia (Naranja), y fascículos fibroso-vasculares, muy visibles en forma de nervios y venas en la flor del *Abutilon*.

La corola es órgano de escasa protección. Indirectamente contribuye á la fecundación de la planta, al volar de una flor en otra los insectos, atraídos por el *néctar* que frecuentemente elabora.

Unas corolas son fugaces, porque duran pocas horas (Amapola y Jara), otras son caedizas, si se desprenden después de la fecundación, y pocas persisten, aunque sea como *marcescentes* (Cucurbitáceas).

La corola suele ser *libre* ó *adherente* con los estambres y el cáliz: aquellos se unen por sus filamentos á las corolas gamopétalas; y sucede á veces (Capuchina) que se unifican las zonas de crecimiento del cáliz y corola, de modo que parece ésta inserta en el cáliz.

III. Prefloración de las envolturas florales.

Es *prefloración* ó *estivación* el orden particular con que en el botón están colocadas las partes de la flor. Esa disposi-

ción se aprecia en el botón, no después de la antesis ó apertura de éste; y se representa por diagramas que expresan gráficamente la simetría floral.

Las principales formas son las siguientes, distinguiendo dos casos: que las piezas estén más ó menos *superpuestas*, ó que estén *yuxtapuestas*.

1.º Lo general es que las piezas estén en *espiral* como las hojas en una rama. Si en esa disposición cada pieza cubre á la siguiente en pequeña parte, se llama aquella *imbri-cada*, y si cubre casi en su totalidad es *convolutiva*. Otra disposición común es la *quincuncial*, que son cinco piezas: dos que cubren, dos que son cubiertas y una que á la vez cubre y es cubierta. En las Papilionáceas (fig. 83) cubre el estandarte, es cubierta la quilla y á la vez son las alas cubrientes y cubiertas. Otra forma es la *colear* (Acónito); y por último es *torcida* (Malva) si, además de cubrirse unas piezas á otras, están oblicuas con relación al eje.

2.º En la yuxtaposición se distinguen: la *valvada*, en la cual las piezas se tocan por sus bordes, con las modificaciones de que las márgenes de las piezas se doblen hacia dentro en la *induplicada* (*Clematis*), ó hacia fuera en la *reduplicada* (Umbelíferas).

3.º Prefloración de cada pieza aislada. Ordinariamente el pétalo y sépalo son planos; pero pueden estar rugosos (Malva) ó doblados por su medio (*Campánula*) ó por sus bordes, y en las Convolvuláceas se encuentran plegados á lo largo como un papel de filtro.

La prefloración del cáliz puede ser igual ó diferente á la de la corola. La de estambres y pistilos no suele ofrecer nada de particular, sino es que en algunas Umbelíferas y Urticáceas, los filamentos de los estambres se arrollan en espiral, y al desenvolverse en la fecundación lo hacen con tal elasticidad que el polen salta con fuerza de la antera para caer sobre el estigma.

Cuando los estambres y carpelos han terminado su desarrollo la flor se abre, tiene lugar la *antesis*, influyendo el calor, la humedad, la luz y la naturaleza de la planta. Las radiaciones más estimulantes son las más refrangibles, violetas y ultravioletas: lo general es que abran de día, pero algunas son nocturnas (*Cereus* y *Myrabilis*).

RESUMEN.

Las envolturas florales son el cáliz y la corola.

CÁLIZ. *Sus piezas se llaman SÉPALOS, y se divide en DIALISÉPALO si son varios los sépalos, libres, y GAMOSÉPALO, si es uno ó varios soldados. Los dialisépalos se clasifican por el número, forma y colocación de sus piezas, y los gamosépalos por el grado de división que éstas presentan. La forma es muy variada, siendo muy notable el que ofrecen las Compuestas, dividido en una serie de pelitos, para formar el VILANO. La estructura es análoga á la de la hoja, y su misión es protectora, sobre todo en las plantas que lo conservan aún después de la fecundación, bien sea con el tamaño que tenía (MARCESCENTE) ó creciendo con el fruto (ACRESCENTE).*

COROLA. *Sus piezas se llaman pétalos, libres ó unidos: en el primer caso son DIALIPÉTALAS y GAMOPÉTALAS en el segundo. Las corolas dialipétalas regulares son la CRUCIFORME, ROSÁCEA y ACLAVELADA; y como irregulares se cita la Amariposada. Las corolas gamopétalas regulares reciben los nombres de tubulosa, embudada, acampanada...; y entre las irregulares figura con preferencia la LABIADA, propia de las plantas de esa familia.*

La estructura es parecida á la de la hoja. Su misión es favorecer indirectamente la fecundación.

PREFLORACIÓN *es la disposición particular que tienen en el botón los verticilos florales. Recibe distintos nombres, según se consideren las piezas superpuestas ó yuxtapuestas, ya se atienda á la prefloración del conjunto ó de cada pieza por separado.*

La ANTESIS ó apertura de la flor tiene lugar cuando ya están formadas todas sus partes. En ese acto influyen las circunstancias externas y las internas, propias de la naturaleza de cada especie vegetal.

LECCIÓN 21

CUADRO SINÓPTICO

I. Generalidades. del estambre.	}	<ul style="list-style-type: none"> a). Número. b). Longitud. c). Adherencia. d). Inserción. e). Situación.
II. Organización. del estambre.	}	<ul style="list-style-type: none"> a). Generalidades. b). Filamento. { Forma Estructura. c). Antera. { Forma. Estructura. Cavidades, Dehiscencia. Inserción. d). Polen. { Forma. Estructura. Poros y pliegues. Origen. Polen sólido.

ANDROCEO.

I Generalidades. Es el tercer verticilo floral, formado por los *estambres*, variables en número y disposición.

Es el órgano masculino, porque consta preferentemente de una substancia granulosa, apta para fecundar, llamada *polen*. Estos granos polínicos, en estado libre ó unidos en masa, se engendran en las *anteras*, que son órganos, generalmente provistos de dos cavidades, unidas por un tejido celular (*conectivo*).

La antera está sostenida y elevada por un órgano estrecho llamado *filamento*: cuando éste falta la antera es sentada.

Antes de describir separadamente el filamento, antera y polen, se expondrán algunas propiedades generales del órgano masculino.

a) NÚMERO. Varía considerablemente. Los nombres con que se expresa el número son: entre 1 y 10, monandria (Valeriana roja), diandria (Verónica), triandria (Lirio), tetrandria (Rubia), pentandria (Belladona), exandria (Azucena), heptandria (Castaño de Indias), octandria (Torvisco), eneandria (Ruibarbo), y decandria (Clavel); si están entre 11 y 20, la flor se llama dodecandria (Reseda) y polian-dria, si pasan de 20 (Ranúnculo.) Mientras no pasen de diez el número es caracter útil.

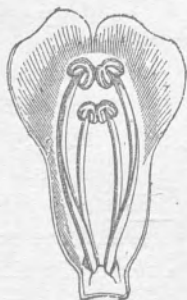


Fig. 97



Fig. 98



Fig. 99

Fig. 97 y 99. — Estambres didínamos y tetradínamos.

Fig. 98. — Estambres monadelfos del *Oxalis Acetosella*.

Comparado el número de estambres con el de pétalos ó con el de divisiones de la corola puede suceder que sea igual ó desigual: en el primer caso se llaman las flores *isostémonas* y en el segundo *anisostémonas*; en este segundo caso, si los estambres superan en número á los pétalos, aquellas son *polistémonas*, y *diptostémonas* si ese número es doble: por ejemplo, cuatro pétalos y ocho estambres. Son *meristémo-*

nas si resulta un número mayor del ordinario, por ramificación ó desdoblamiento. Modernamente se da un gran valor á estos caracteres para la clasificación de las familias, aunque algunas (Geraniáceas) ofrecen formas diferentes dentro del grupo.

b) LONGITUD. Lo general es que sean iguales, pero se citan varios casos de desigualdad. Unas veces, de diez estambres, son cinco largos y cinco cortos, alternos con los primeros (*Oxalis*). En las Labiadas y Escrofulariáceas, de cuatro estambres, son dos mayores que los otros: se denominan *didinamos* (fig. 97). En las Crucíferas hay cuatro más largos que otros dos y se llaman en este caso *tetradinamos* (fig. 99).

Comparada la longitud con la de la corola, pueden ser más largos los estambres, es decir, *salientes* y por tanto visibles; ó más cortos, *inclusos* en la corola, en cuyo caso hay que desgarrar ésta para observarlos.

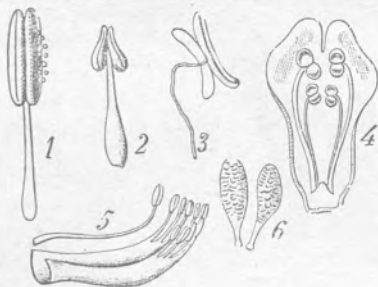


Fig. 100 — Disposiciones y formas de estambres. 1 de *Iris*. — 2, de Corregitela. — 3, de Trigo — 4, Boca de dragón (estambres didinamos) — 5, de Habichuela (9 estambres soldados y 1 libre) — 6, masas polínicas de una Orquidácea.

c) ADHERENCIA.

Es lo general que sean libres; pero á veces se sueldan por los filamentos, bien sea en un cuerpo, llamándose *monadelphos* (fig. 98) (Malváceas), ó en dos, *diadelphos* (figura 100. 5), ó en varios cuerpos, *polyadelphos* (Ricino). En los diadelphos cabe

que los dos andróforos tengan el mismo número de estambres (Fumariáceas) ó diferente, como el Gaisante. Los unidos por las anteras y libres por los filamentos son *sin-*

genésicos (Compuestas); en la *Lobelia cardinalis* se unen á la vez por filamentos y anteras, *sinfisandrios*.

Los estambres se adhieren á otros órganos florales: por ejemplo, á la corola, generalmente cuando esta es gamopétala (coroliflora); también al cáliz, cuando sobre él está ya inserta la corola (Fresa), como en las calicifloras: esto es debido, como hemos dicho, á confundirse en la base de los verticilos sus zonas de crecimiento.

Por último, en algunas familias (Aristolochiáceas y Orquidáceas) se sueldan con los carpelos; llámense en ese caso *ginandrius* y el cuerpo total ginostemo ó columna.

d). La INSERCIÓN de los estambres, comparada con la posición del ovario, da lugar á ciertos caracteres importantes, que el botánico Jussieu apreció y designó con los nombres de inserción *hipogina*, *perigina* y *epigina*. En la primera los estambres están sobre el mismo receptáculo, quedando el ovario *súpero*, en un plano más elevado. En la segunda los estambres se insertan sobre el cáliz en un círculo que rodea al pistilo (Cerezo): en este caso el cáliz en su parte tubulosa forma una copa, en cuyo borde van implantados los estambres y en un círculo más exterior los pétalos, ocupando el ovario el fondo de la cavidad. En la inserción epigina, los estambres parecen nacidos por cima del ovario, quedando éste *infero*, en un plano inferior á los otros verticilos florales.

e). SITUACIÓN. Generalmente, si están en el mismo número que los pétalos ó que las divisiones de la corola, son *alternipétalos*; en la flor de la Primavera son *opositipétalos*; y es curioso que en los poliadelfos, los grupos de estambres son los que aparecen alternos ú opuestos con la corola, cuando se cumple la condición de igualdad de número.

II. Organización de las partes del estambre.

a). Se considera el estambre como una hoja modificada, cuyo peciolo y lámina representan en aquél al filamento y antera.

Scheleiden supone que la lámina de la hoja se dobla para formar la antera; es decir, cada mitad de hoja forma su cavidad respectiva, y las dos cavidades se unen por el *conectivo*: según ésta teoría, el conectivo será la porción dorsal de la hoja, el haz de ésta la pared interna de la antera, el envés la epidermis externa y el parenquima el generador del polen.

Si es difícil probar la analogía entre el estambre y la hoja, por su gran diferencia morfológica, se comprende el parecido entre el androceo y la corola. Desde luego puede asegurarse la identidad de origen de estos verticilos, porque los estambres se van transformando en pétalos, cuando por el cultivo se hacen dobles las flores poliandras, como la rosa, amapola y malva; sobre todo en las flores de la *Nymphaea alba*, se nota en el estambre cómo se ensancha el filamento y se atrofia la antera, hasta hacerse petaloideo, (figura 101.)

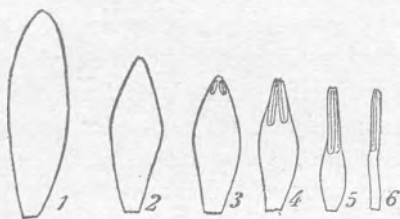


Fig. 101.—Nenufar. Estambre (6) que se transforma sucesivamente (2, 3, 4, 5) en Pétalo (1).

b). FILAMENTO. Es por su forma, capilar, nudoso, cilíndrico, subulado ó grueso en la punta (Adelfa). Lleva á veces laminitas, dientes, espolones, pelos (*Verbascum*), ú otros apéndices, como en el *Allium* que presenta dos á manera de estipulas. Si el filamento se ensancha y toma

color pasa á ser *estaminodio*. Su *estructura* es la del peciolo de la hoja, pues consta de un fascículo central, que llega al conectivo y no penetra en él, rodeado de un parénquima celular feculífero y envuelto por una verdadera epidermis. En la fecundación su papel es pasivo, porque solo sirve para sostener la antera.

c). ANTERA. Su disposición general es la de dos cavidades longitudinales, ó sacos polínicos, unidas entre sí, directamente por su lado interno ó por intermedio de un tejido *conectivo*. Presenta á lo largo dos surcos ó sillones, llamándose *cara* la superficie que los lleva, *dorso* la opuesta, *base* el punto inferior y punta ó *vértice* el superior. Se dirá brevemente en su estudio, la forma, estructura, número de cavidades, dehiscencia é inserción.

La *forma* puede ser ovoidea, globosa, sagitada, cordiforme, alargada, lineal...; termina en punta, ó es bifida, bicorne, cuadrícorno, etc; ó lleva apéndices como en la *Violeta tricolor*.

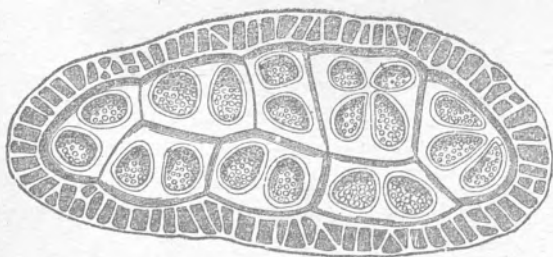


Fig. 102.

Corte de una antera de *Cucurbita Pepo* mostrando las células madres de los granos de polen.

Estructura. El conectivo es sencillamente un tejido celular, aunque diferente del celular del filamento: las anteras que no tienen conectivo se sueldan directamente por

sus sacos polínicos, ó estos, separados entre sí, se juntan solamente por sus extremos al filamento (*Ranúnculus*). Puede tener el conectivo formas diversas, y sobre éste particular se cita la Adelfa, en cuya flor se prolonga en un hilo erizado de pelos; en la Mercurial, y más aún en la Salvia, se desarrolla transversalmente como los brazos de una balanza, de modo que las dos cavidades de la antera quedan alejadas una de otra (fig. 105).

La antera en sí está formada de *epidermis* y un *parenquima*. Con el desarrollo de la antera el parenquima se divide en dos zonas: una exterior (*a*) y otra interior (*b*), encargada de formar los granos polínicos, por cuya razón se llaman sus células *madres* del polen. La zona *a* se diferencia á su vez en tres capas de células: la primera y más exter-

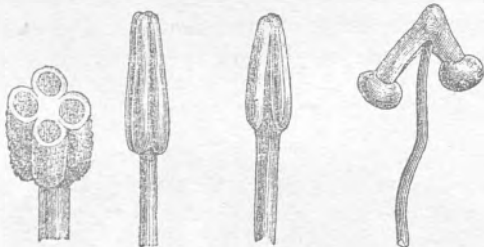


Fig. 103.

Fig. 104.

Fig. 105.

Fig. 103.—Antera cuadrangular del *Butomus umbellatus*.

Fig. 104.—Antera de dos cavidades entre las que se interpone el filamento (*Ranúnculus acris*).

Fig. 105.—Las dos cavidades de la antera separadas por el conectivo. (*Campelia Zanonia*).

na es de células *fibrosas*, así llamadas por contener una espira ó retículo; la segunda, la más interna, que envuelve directamente á la zona *b*, es de células grandes, protoplasmáticas, llenas de un líquido amarillo; y la tercera, intermedia, que es reabsorbida muy pronto.

Resultan, por tanto, en la antera las regiones siguientes: 1.^a epidermis, 2.^a capa fibrosa, 3.^a capa celular, que será reabsorbida, 4.^a capa de células amarillas, y 5.^a zona interior, generadora del polen. (fig 102).

Cavidades. La antera puede ser unilocular (Malváceas), pero casi todas son biloculares, ofreciendo cada cavidad el sillón que representa la sutura de los bordes de sus paredes (fig. 104). Si cada cavidad se divide en dos, resulta la antera cuadrilocular ó con cuatro sacos polínicos (*Butomus umbellatus*) (fig. 103); muy pocas son triloculares, y el Laurel ofrece cuatro cavidades, superpuestas dos á dos.

La *dehiscencia* de la antera es una necesidad, para que el polen salga á cumplir su misión fisiológica. La capa fibrosa, en virtud de la elasticidad de sus células, obra como resorte que ocasiona la dehiscencia de la antera por sus suturas.

La dehiscencia común es la longitudinal, abriéndose los sacos de abajo hacia arriba (Tulipan); es otras veces porosa, por poros terminales (*Solanum*), por válvulas (Laurel), y pocas veces transversal. El color es amarillo, blanco (*Cactus*), anaranjado, violado, verde.

Insertión: la antera se inserta de diversos modos sobre el filamento, recibiendo los nombres de apicífixa, medi y basifixa, según el punto de unión. Es *introrsa*, si su cara se dirige al centro de la flor, y *extrorsa* en el caso opuesto. Casi siempre está adherida, pero son oscilantes cuando se unen al filamento por un punto.

d). **POLEN.** Es la materia pulverulenta y fecundante contenida en la antera. Se encuentra siempre en pequeños granos, verdaderas células, libres generalmente ó unidos, bien sea por una substancia viscosa ó en *masas polínicas sólidas*.

Forma. Los aislados tienen formas diferentes, siendo las más comunes la globulosa y ovalada, aunque los hay poliédricos, cilíndricos, filiformes ó alargados: en las Coníferas lleva dos ampollas laterales.

Son microscópicos, y su tamaño oscila en 10 y 130 milésimas de milímetro: los de *Lavatera* miden 200 μ . y los de *Fumaria* 40 μ .

El color varía, y reside en la membrana epidérmica: son amarillos, blancos, rojos ó azules. En la epidermis residen también las papilas, tubérculos, aguijones y una red saliente, que adornan la superficie de los utriculos polínicos, aunque los hay por completo lisos. Ofrece igualmente poros, pliegues y otras esculturas.

Organización del polen. Es una célula de doble envoltura que contiene una substancia viscosa (*fovilla*) y un núcleo. Las dos membranas fueron llamadas por Fritzsche *exina*, la externa, é *intina* la interna. La primera es colorada, gruesa, resistente, inextensible; la segunda es incolora, de naturaleza celulósica, delgada, transparente y elástica: parece como que la intina es la epidermis y la exina su cutícula. Cuando solo hay una membrana está dotada de los caracteres de la interna.

Por los poros que presenta la exina se proyectará la intina en forma de tubos polínicos, delgados y transparentes, en el acto de la fecundación.

Poros y pliegues. Con el nombre de *poros* se conocen los orificios circulares que deja la exina. Unas veces es uno sólo, pero pueden existir muchos en el mismo grano de polen. Los hay desnudos, otros ofrecen un opérculo, que se levanta á modo de casquete cuando aparece el tubo polínico (*Pasionaria*). Unos son superficiales y otros se abren en la punta de tubos ó tubérculos. Los *pliegues* son bandas longitudinales que ofrecen los granos de polen (fig. 106): es uno solo en los de monocotiles, tres en los de dicotiles, y rara vez pasa de este número, como sucede en algunas Labia-

das y Borrigináceas. Los pliegues son unas veces aberturas de la exina, y otras, dobleces de esa misma membrana. Desaparecen cuando el grano se pone turgente, esférico, por la absorción del agua: este fenómeno físico, llamado *germinación* del polen, tiene lugar hidratándose éste por la humedad que contiene el estigma sobre el cual cae. (fig. 107). Artificialmente puede conseguirse la germinación colocando el polen entre dos cristales, en medio de agua azucarada; y tal es la distensión del tubo polínico, que termina por romperse, dejando escapar la fovilla. El número de tubos varía; es uno ó tres, pero en general no se forman tantos como poros existen.

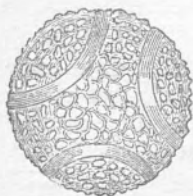


Fig. 106

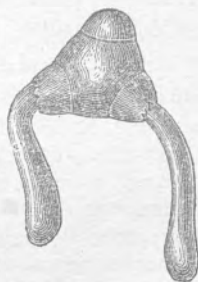


Fig. 107.

Fig. 106. —Un grano de polen (*Passiflora carulea*), con tres pliegues y la superficie reticulada.

Fig. 107. —Representa un grano de polen triangular (*Eurotia biennis*) con dos tubos.

La *fovilla* es un líquido plásmico, mucilaginoso, incoloro, con numerosos granos proteicos y amiláceos, gotitas de aceite esencial y azúcar. Los granitos de más pequeño tamaño, que se creyó desempeñaban la misión de zoospermos, son amiláceos, y no tienen, por consiguiente, esa función. Según los estudios de Strasburger existe un núcleo, dispuesto á dividirse en *dos desiguales* por un tabique, como el vidrio de un reloj, se apoya en las paredes de la célula: de esos dos núcleos, uno (el *mayor* en la

gimnospermas y el *menor* en las angiospermas) es el *generador* y el otro es la célula vegetativa.

Origen del polen. Nace el polen en las células de la zona interna de la antera, las cuales son de mayor tamaño que las restantes. Esas células se espesan considerablemente y se dividen en cuatro partes, merced á dos tabiques perpendiculares (fig. 102): pues esas cuatro divisiones son otros tantos granos polínicos. Sucede, antes de la dehiscencia de la antera, que se gelifican las membranas de las células madres y lo mismo la membrana externa del grano del polen; á ese líquido se suma el contenido de las células amarillas, y así se forma una materia nutritiva, que ocupa todo el saco polínico, en la cual nadan los granos de polen.

Polen sólido. En dos familias botánicas es muy notable que los granos de polen se suelden en granos compuestos de 4, 8, 16... etc., y á veces se juntan en una *masa sólida* todos los que contenía un saco, teniendo aquella la forma de éste, en donde, como si dijéramos, se ha modelado (fig. 100. 6). Esa masa (*polinia*) tiene una porción retraída (*caudicula*) y al extremo de ella va el *retináculo*, que es un cuerpo glandular. Estos granos polínicos solo tienen una membrana y los tubos polínicos aparecen al caer la masa sobre el estigma.

Es muy común que se unan por sus pedicelos dos masas de polen; solo que, según Schacht, en las Orquidáceas se unen las dos masas de una sola antera, y en las Asclepiadáceas se unen sobre el estigma dos masas de dos anteras distintas.

RESUMEN

El androceo es el tercer verticilo floral. Se compone de estambres. En el estambre, órgano masculino, se distinguen: filamento, antera y polen. El número de estambres es muy variable y también la longitud, ya se miren estos dos caracteres en los mismos estambres ó en relación con los demás verticilos. Lo general es que sean libres, pero ofrecen adherencias entre

si y con los demás verticilos. La inserción es en el receptáculo pero comparada con la posición del estambre ha dado caracteres, muy usados por Jussieu en la distinción de plantas.

Se considera el estambre como una hoja modificada, y con una estructura análoga á ella, sobre todo el filamento es muy análogo al peciolo. Su papel en la fecundación es pasivo.

La antera presenta generalmente la forma alargada y suele presentar dos cavidades ó sacos polinicos. Está formada de epidermis, capa de células fibrosas, otra de células amarillas y el tejido interno, generador por TETRADAS de los granos de polen. Su dehiscencia es en general longitudinal, y su inserción sobre el filamento se hace por medio del CONECTIVO, presentando su cara hacia el centro de la flor (introrsa) ó en sentido contrario (extrorsa).

El polen se reduce á células, libres casi siempre, provistas de dos membranas, una externa (EXINA) y otra interna (INTINA), y además un líquido, llamado FOVILLA y un núcleo generador.

La forma es variable, pero siempre se pone esférico por la absorción de agua, que motiva la formación del TUBO POLÍNICO, á espensas de la intina, elástica y celulósica, la cual se proyecta por los poros que ofrece la exina, en el acto de la fecundación; GERMINA el polen sobre el estigma, cuando cae sobre él. Tiene su origen en las células madres, situadas en el centro de la antera. Lo general es que el polen se presente en granos libres; pero las Orquidáceas y Aselepiadáceas ofrecen el fenómeno singular de presentar masas polinicas: á veces, cada masa encierra todo el polen de un saco polinico. Esas masas (POLINIAS) presentan en la base el pie llamado CAUDÍCULA y el extremo glanduloso ó RETINÁCULO. El estambre es el órgano masculino del vegetal.

LECCIÓN 22.

CUADRO SINÓPTICO

- | | | | | |
|---------------------------|--|--|---|--|
| I. Gineceo. | } | Generalidades. | | |
| 1. ^o Ovario.. | { | <ul style="list-style-type: none"> a). Números de ovarios. b). Tabiques que ofrece. c). Adherencia. Forma. Inserción. | | |
| | { | <ul style="list-style-type: none"> d). Placentación. . <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr> <td style="font-size: 3em;">{</td> <td style="padding-left: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> a') Axil. b') Central primitiva. c') Central libre. d') Parietal. </td> </tr> </table> | { | <ul style="list-style-type: none"> a') Axil. b') Central primitiva. c') Central libre. d') Parietal. |
| { | <ul style="list-style-type: none"> a') Axil. b') Central primitiva. c') Central libre. d') Parietal. | | | |
| 2. ^o Estilo. . | } | <ul style="list-style-type: none"> e). Origen y estructura. a). Número. Forma. Inserción. b). Duración. Estructura. | | |
| 3. ^o Estigma | } | Estructura. Inserción. | | |
| 4. ^o Óvulos.. | { | <ul style="list-style-type: none"> a). Origen. Organización. b). Clases de óvulos. c). Cambios de estructura. d). Número y colocación. | | |
| II. Ley de simetría. | | | | |
| Anomalías.. | { | <ul style="list-style-type: none"> 1.^o Por el número de verticilos. 2.^o Por las piezas de cada verticilo. 3.^o Por metamorfosis florales. | | |

I. Gineceo. Es el cuarto verticilo, y ocupa el centro ó el eje floral: se denomina también *pistilo*.

El gineceo lo forman los órganos femeninos de las flores, ó *carpelos*, variables en número y disposición.

El carpelo está formado: de una lámina, que constituye la parte ensanchada ú *ovario*; una porción alargada, llamada *estilo*, una parte terminal en el estilo, ó sea el *estigma*, generalmente abultado y glanduloso; de unos cuerpecitos, llamados *óvulos*, incluidos en el ovario y de unos

tejidos procedentes de los bordes del ovario, en donde los óvulos se implantan, los cuales forman la *placenta* ó *trofospermo*.

El carpelo se considera como una hoja, pero modificada en forma y estructura según los fines que ha de llenar. Según esta teoría la hoja se dobla por su nervio medio, los bordes se espesan para formar las placentas, y finalmente, esos mismos bordes se sueldan según una línea ó sutura, determinando una cavidad ovárica, albergue de los óvulos, desde que nacen hasta su cambio en semillas.

El gineceo podrá estar formado de una ó de varias *hojas carpelares*, y siendo muchas, unas veces permanecerán libres (*Ginecec dialicarpelar*) ó unidas en distintos grados (*Gineceo gamocarpelar*), dando lugar á diferencias entre unas plantas y otras. *Monogina* es la flor con un pistilo.

Siendo el pistilo gamocarpelar, cabe que los carpelos sean individualmente abiertos ó cerrados: en el primer caso queda el ovario unilocular, en el segundo plurilocular.

En el gineceo *simple* no existirá más que un carpelo, con un ovario unilocular, un estilo y un estigma, aunque el estilo puede faltar y ser sentado el estigma. En estos ovarios se ofrecen dos suturas: una dorsal, correspondiente al nervio de la hoja; y otra ventral que es la línea de unión de los bordes.

En el gineceo *compuesto* de varios carpelos existen muchos ovarios, estilos y estigmas, si los carpelos son libres ó un ovario multilocular con un estilo y un estigma compuestos, si los carpelos se sueldan en parte ó en toda su longitud: la soldadura puede limitarse á los ovarios, ó alcanzar á los estilos y aún comprender también á los estigmas.

De estas consideraciones se deduce, que los pistilos se dividen en *simples* y *compuestos*.

1.º OVARIO. Es la parte inferior, ensanchada, destinada á contener los óvulos.

a). *Número.* En los pistilos sencillos solo hay un ovario, y es unilocular.

En los compuestos hay dos hojas carpelares (Tabaco), tres (Lirio), cuatro, cinco (Manzana)..... ó muchas; en estos casos, si los carpelos, despues de soldarse cada uno por sus bordes, se unen también entre sí por sus superficies laterales, al dar en el ovario un corte transversal, aparecerán dos cavidades (*bilocular*), tres (*trilocular*), cuatro..... ó muchas (*p'urilocular*); notándose que en general habra tantas cavidades como hojas carpelares hayan entrado en la composición.

b). *Tabiques.* Se comprende que la división del ovario se hace por tabiques longitudinales, los cuales no son otra cosa que las láminas carpelares replegadas hacia el centro y soldadas entre sí las correspondientes á los carpelos contiguos. Serán, por consiguiente, de paredes dobles, estarán en el mismo número que los carpelos y alternarán con los estilos y estigmas: los tabiques que ofrezcan estos caracteres son *verdaderos*; otros cualesquiera que aparezcan se llaman *falsos*. Son *completos*, si alcanzan al eje geométrico de la cavidad ovárica; si los tabiques quedan *incompletos*, por no llegar al centro, la cavidad ovárica resulta incompletamente dividida. En el caso de que las hojas carpelares no se reflejen hacia adentro, limitándose á unirse por sus bordes, no aparecen tabiques y el ovario es unilocar, á pesar de que pueden formarlos, tres, cinco ó más carpelos (Violeta). También será unilocular el ovario compuesto cuando desaparezcan los tabiques que existieron primitivamente, como ocurre en algunas Cistáceas y Cariofiláceas.

Se distingue un ovario unilocular simple de un unilocular compuesto en que el primero tendrá un estilo y un estigma, mientras que el segundo ofrecerá varios; y además, en el primero solo existirá una placenta y varias placentas en el segundo, tantas como carpelos.

Cuando los carpelos son varios y libres van colocados en verticilo sobre el receptáculo (*Aquilegia*), ó colocados en espiral (*Magnolia*), ó incrustados en el mismo receptáculo, hecho carno so; en este caso se llama *ginóforo*, y es ejemplo la Fresa.

c) *Adherencia*. En muchas flores el ovario es *libre* por nacer en un plano superior á los demas verticilos florales:

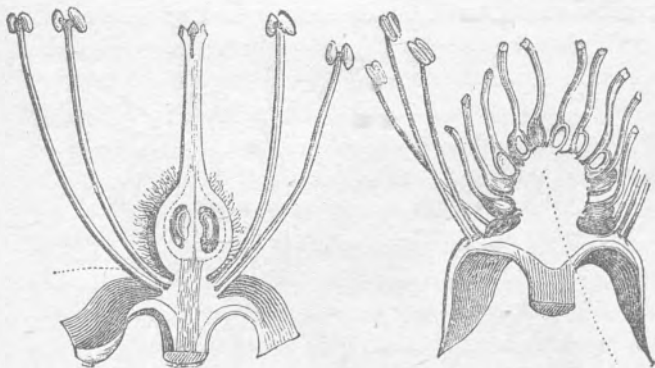


Fig. 108.

Fig. 109.

Fig 108.—Corte longitudinal de un pistilo (*Sparmannia africana*) viéndose el ovario libre y los estambres con inserción hipogina.

Fig 109. El mismo corte en una flor (*Fragaria*) mostrando el ginóforo y un gran número de carpelos.

se llama entonces *súpero* (*Amapola*) (fig 108 y 109). Pero si el cáliz es gamosépalo, el ovario puede soldarse con el tubo calicinal y se hace *adherente*; como tal caso semeja que los demás verticilos unidos nacen por cima del ova-

rio, éste se denomina *infero*, (fig 110). Por último, otras veces los carpelos nacen en las paredes del fondo del cáliz (Rosa) y se llaman *parietales* (fig. 111).

Forma é Inserción. La forma suele ser globosa, esférica, ovoidea y alguna vez alargada; la inserción es sobre el receptáculo, por más que en algunas plantas (Alcaparro) va sobre un pedicelo, es *podogino*.

d) *Placentas y placentación.* Son las placentas unos tejidos diferentes de los del ovario, encargados de sostener los ovúlos que van de ellas suspendidos. En realidad debieran ser, en número, tantas como bordes carpelares, pero cuando los dos bordes de un carpelo se sueldan también en ellas se confunden sus tejidos propios.

Placentación se llama la manera de estar colocadas las placentas en el ovario. Las disposiciones principales son:



Fig. 110

Fig. 110.—Ovario ínfero del *Tamus communis*.

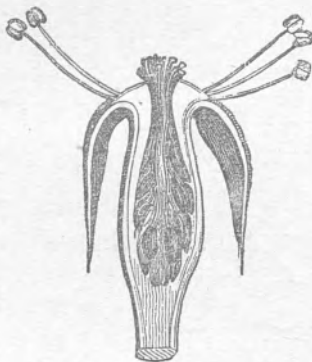


Fig. 111

Fig. 111.—Carpelos parietales de la Rosa.

a') *Axil.* Cuando los tabiques llegan al eje del ovario, en ese eje forman todas las placentas una columna: ese eje, como se comprende, queda *unido* á las paredes del ovario por tabiques radiantes (Pera y Manzana).

b') *Central primitiva* se llama si los ovúlos van colocados en un eje central, que no está ni estuvo *unido* á las paredes del ovario, sino que procede del fondo de éste y se ha forma-

do por crecimiento sucesivo (familia Primuláceas segun Duchartre).

c') *Central libre*: es parecida á la anterior, con la diferencia de que este caso (algunas Cistáceas y Cariofiláceas) fue axil en la primera edad, y pasa después á ser central libre por la reabsorción de los tabiques.

d') *Parietal*. Cuando los carpelos, por soldarse en sus bordes, no originan tabiques, las placentas ocupan las paredes del ovario, en líneas verticales, que corresponden á las suturas carpelares (Violeta). A estas formas se suman otras menos comunes: la placentación basilar, la media y la reticular, si los óvulos van en el fondo del ovario, ó en la sutura dorsal del carpelo (*Cactus*), ó colocados sin orden en placentas que penetran mas ó menos en la cavidad del ovario (*Amapola*).

e) *Origen y estructura*. Aparece en la flor, sobre el receptáculo, una pequeña cúpula que se alarga después en estilo y estigma.

En las plantas Angiospermas los ovarios son *cerrados*, en las Gimnospermas (Coníferas y Cicadáceas) son *abiertos*, quedando los óvulos al descubiertamente.

La estructura confirma que es el ovario una hoja modificada, pues está dotado de una epidermis externa, con estomas, otra interna, generalmente sin ellos, un parenquima clorofilico y haces fibroso-vasculares; estos corresponden uno á cada carpelo, por el cual se ramifican, pasan después al tejido flojo de las placentas y de estas penetran las últimas ramificaciones en los óvulos por un funículo ó piecezuelo.

2.º **ESTILO**. Es un cuerpo filamentosos, colocado generalmente en la cúspide del ovario, llevando en su extremo el estigma.

a). *Número*. En los pistilos sencillos es único; en los compuestos hay tantos como carpelos, ya estén libres ó unidos. En caso de unión, puede ser solo en la base (bi,

tri..., multipartido), ó hasta el tercio superior (bi, tri... multifido) ó en toda su extensión: cuando esto sucede, el número puede deducirse por el de estigmas. Los nombres mono, bi, tri... poliginia dicen el número de estilos.

Forma. Suele ser cilíndrico, filamentoso, prismático, plano y con aspecto petaloideo (Lirio). Unas veces son los estilos muy largos (Azafrán) ó cortos, y á veces faltan (Pa paveráceas), quedando entonces el estigma *sentado* sobre el ovario.

Inserción. Generalmente es *terminal*; á veces es *lateral* (Rosáceas). En las Labiadas y Borrigináceas se llama *ginobásico*, pues, por el modo de crecer los carpelos, parece que nace de la base de ellos en el receptáculo la columna estilar, á que dan lugar los cuatro estilos de los cuatro carpelos correspondientes.

b). *Duración:* es muy corta, pues cae en seguida de quedar asegurada la fecundación; sin embargo, en algunas plantas de las Ranunculáceas persisten los pistilos y crecen en forma de una cola plumosa (Hierba de pordio-seros).

Estructura. Se reduce á un tejido flojo, celular, atravesado por los nervios procedentes del ovario. Están los estilos huecos ó sólidos, pero en este caso su tejido es flojo, para permitir el paso del tubo polínico: es verdaderamente un tejido *conductor*, que empieza en el estigma y llega hasta el mismo óvulo. Por la estructura de un estilo compuesto, cortado transversalmente, puede conocerse el número de estilos que lo componen.

3.º ESTIGMA. Es el tejido terminal del pistilo; pues en realidad, forman el estigma las células de éste, modificadas en forma de papilas y pelos, secretores de un jugo viscoso y azucarado. Sobre él cae el polen, y sufre allí la *germinación*, merced á la humedad que el estigma posee en sus papilas.

Se inserta en la terminación del estilo ó á los lados; puede faltar, juntamente con el estilo (Gimnospermas). Están en el mismo número de los estilos, solo que se sueldan en toda su extensión ó en parte. La forma varía mucho, pero suele presentarse globoso, semiesférico, estrellado, subulado, á veces plumoso (Gramináceas) y con *pelos colectores* en las Compuestas.

Ya se ha dicho que el *Disco* suele ser en la flor un rodete circular, generalmente amarillo, que algunos miran como un quinto verticilo. La causa de esta apreciación es ver que, cuando existe el disco, se altera la ley de simetría ordinaria en la flor, y se establece otra distinta, como si fuera el disco un nuevo verticilo. Por su posición con respecto al ovario es, como los estambres, hipogino (Labiadas) perigino (Cerezo) ó epigino (Umbelíferas).

Con el nombre lato de *nectarios* se comprende todo órgano secretor de néctar, sea hoja, tallo, estambre, corola, etcétera; en significación restringida se comprende por nectario el mismo disco, por cuya razón algunos botánicos consideran esas dos palabras como sinónimas.

4.º ÓVULOS. Son cuerpos pequeños, unidos por las placentas al ovario que los encierra. Pasarán á ser semillas, después que hayan sufrido la fecundación y maduración. Varían notablemente, pero solo se expondrán consideraciones generales, especialmente de la organización.

a). *Origen y organización.* Aparece en la placenta como un pequeño tubérculo que va creciendo en virtud de la multiplicación de las células, hasta formarse un mame-lón ovular (*nuececilla*), que es sencillamente, al principio, un tejido homogéneo. En una segunda fase aparecen en la base de la nuececilla dos membranas que van creciendo hasta envolverla por completo, si bien dejan en el extremo superior dos orificios, uno externo y otro interno: esas membranas, que van á ser los tegumentos del óvulo, se llaman *primina*, la externa y *secundina*, la interna, así como

los dos orificios, puestos en línea recta, reciben en conjunto el nombre de *micropilo*. En algunas plantas (Compuestas, Solanáceas) el óvulo posee una sola membrana y faltan las dos en otras familias (Rubiáceas, Santaláceas).

En este periodo se reconocen también: el *funiculo* ó cordón umbilical, que es el fascículo fibroso-vascular que une el óvulo á la placenta; la *chalaza* ú ombligo interno, que es el tejido basilar, zona de unión de la nuececilla con la secundina; *hilo* ú ombligo externo, punto por el cual la primina se une con el funiculo. El haz vascular suele terminar en la base del óvulo, pero en algunos casos sigue ramificándose hasta cierta altura por el tegumento externo (fig. 113).

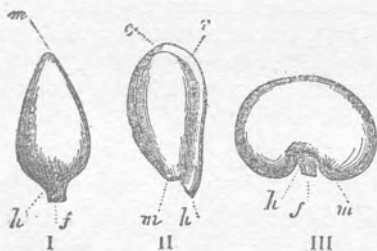


Fig. 112.

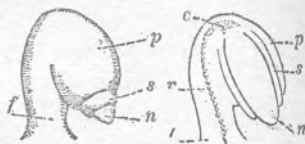


Fig. 113.

Fig. 112.—I óvulo ortotropo.—II. Anatropo. III Campilotropo. Las letras representan an: *h*, hilo; *f*, funículo; *m*, micropilo; *c*, chalaza; *c r h*, rafe.

Fig. 113.—Detalles de un óvulo anatropo, (cortado el de la derecha): *f*, funículo; *r*, rafe; *c*, chalaza; *p*, *s*, los dos tegumentos; *n*, nuececilla.

b). Tipos de desarrollo en los óvulos (fig. 112). En las explicaciones anteriores se parte del supuesto de ser el óvulo *recto*, es decir, que en la base se encuentran el hilo y la chalaza, y en el extremo el micropilo en línea recta con estas partes ó elementos: es el óvulo *ortotropo* (Urticáceas, Poligonáceas). En el óvulo *anatropo* ó *inverso* la nuececilla ha dado una vuelta de 180 grados, de modo que el micropilo viene á parar á la base

y la chalaza queda diametralmente opuesta en la parte superior; en este caso se llama *rafe* el borde saliente longitudinal que deja el funículo á un lado del óvulo, por efecto de la reversión que éste ha sufrido. (Jacinto, *Eschsholtzia*). El tipo tercero es el *Campilotropo*: en este caso se encorva el óvulo por el crecimiento desigual de sus tejidos, hasta venir el micropilo junto á la base, próximo á la chalaza y al hilo. (Crucíferas).

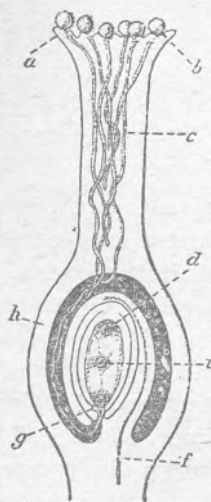


Fig. 114. — En el óvulo se distingue: *a*, células antípodas; *i*, núcleo de la célula originaria del albumen; *f*, fascículo vascular que termina en el tegumento externo del óvulo; *g*, oosfera, donde terminan los tubos polínicos (*c*), que produjeron los granos de polen (*b*) al germinar en el estilo (*a*); *h* representa el ovario.

c.) En el tercer periodo se modifica profundamente el óvulo. (figura 114). En el de las *Angiospermas* una célula subepidérmica crece y se divide en dos: la superior crece de nuevo, se divide y subdivide para formar un tejido celular ó *calotte*, que llamó Mr. Warming, cuyo tejido será reabsorbido por la nutrición de la célula inferior: ésta irá aumentando y ocupará toda la nuececilla, pues está destinada á *saco embrionario*, llamado así porque en él tendrán lugar la fecundación y el desarrollo del embrión. Al principio queda de la nuececilla una delgada membrana (*tercina*), que desaparecerá también por los progresos de la vegetación.

Cambios en el saco embrionario. Según los estudios de Strasburger, el saco encierra en su principio un *núcleo primario*. Este se divide en *dos*, que se dirigen á los dos extremos de la cavidad embrionaria; allí se divide cada

uno en otros dos, que á su vez se subdividen, resultando cuatro núcleos en cada uno de los extremos. Uno de cada grupo se aleja de los otros, avanzando hacia el centro: son los *núcleos polares*, de Mr. Guignard, los cuales forman al unirse, el *núcleo secundario* del saco, destinado á originar el albumen. Los tres núcleos que restan en el polo superior se organizan en otras tantas células, de las cuales, dos (*sinérgidas*) se aplican contra la membrana del saco, y la tercera, más desarrollada, ha de ser la *oosfera* ó vesícula embrionaria. Los tres núcleos del polo inferior serán las células *antípodas*. La oosfera es la única que recibe la fecundación, aunque en caso de aumento pueden transformarse las sinérgidas en embriones.

En las *Gimnospermas* el núcleo del saco se divide en muchas células que forman al exterior una capa celular, de elementos muy unidos (*endodermis*). De esas células, unas se dividen hácia dentro para constituir el albumen y otras, colocadas en la parte superior, forman los *corpúsculos*, suspendidos de la bóveda del saco. Cada corpúsculo está compuesto de una *oosfera* y cuatro células en *roseta*, que la separan de la membrana de la cavidad. Por cima de los corpúsculos queda en estos óvulos la *cámara polínica* así llamada por acumularse en ella el polen.

Además de las células dichas, otra, llamada *célula del canal*, se desarrolla entre las de la *roseta*, se gelifica y desaparece, quedando el canalillo por donde pasará el tubo polínico.

d). El número de óvulos es variable: cada carpelo puede ser uní, bi,... multiovulado.

Colocación en el ovario. Si hay uno solo, puede estar en el fondo (*recto*), en la bóveda (*inverso*) ó en las paredes (*ascendente* ó *descendente*); si hay dos son colaterales ó sobrepuestos, y cuando el ovario es pluriovulado, van su-

perpuestos en una, dos ó más series, según el espacio de la cavidad que los encierra.

Existe una gran analogía entre la formación del saco polínico y la nuececilla.

II Anomalías en la simetría floral. Se ha dicho que los verticilos florales obedecen á la ley fundamental de que «las piezas de dos verticilos consecutivos alternan entre si». Sin embargo, pocas flores ofrecen una completa regularidad, siendo de notar que las anomalías se presentan, no en la época primaria, sino en la secundaria, por cuya razón es preciso el estudio orgánico de la flor, para darse explicación razonada de estos fenómenos.

Las causas concretas que determinan la alteración en la simetría floral son de tres órdenes.

1.º *Cambios en el número de verticilos y sus adherencias.* Sabemos que en las Dicotiles suelen ser cuatro los verticilos y tres ó cinco en las Monocotiles: así en la flor de la Azucena aparecen 3 pétalos externos; 3 internos; 3 estambres externos; 3 internos; y 3 hojas carpelares. Pues bien, es frecuente que se *desdoblen* algunos verticilos, aumentando el número total; se repiten los verticilos estaminales en el *Cactus* y *Nimphœa*, los de carpelos en algunos Ranúnculos y los de pétalos en otras flores. El desdoblamiento es *colateral*, si los órganos multiplicados quedan en un mismo plano y *paralelo* si quedan en planos distintos, unos delante de otros.

Otras veces se sueldan varios verticilos, ocultándose la ley de simetría que los rige: así, los cálices gamosépalos suelen llevar insertos los pétalos, estambres y ovarios, aunque en realidad todos estos órganos nacen del receptáculo: la corola gamopétala suele llevar los estambres, y, aunque con menos frecuencia, se unen androceo á gineceo, y al ovario la corola ó androceo.

2.º *Cambio en el número de piezas de cada verticilo.* Sabemos que ese número es frecuentemente cinco ó múltiplo de cinco para las Dicotiles; tres ó múltiplo de tres en las Mono-

cotiles; pues este número varía y altera la simetría floral, como en las Liliáceas. Lo general es que aumenten los estambres en un doble de los pétalos y sépalos, ó lo que es igual, que las flores sean diplostémonas.

El número de piezas puede disminuir por soldadura; aunque siempre se hace ésta quedando en el borde del cáliz y corola tantas divisiones como sépalos ó pétalos existían: y cuando se nota, por ejemplo, un cáliz de 2 sep. y una corola de 5 pét., fijándose en el primero, cuya soldadura no se aprecia aparentemente, se ven cinco nervios principales, prueba de que son cinco sépalos unidos.

El número de piezas disminuye también por *aborto* ó por atrofia de alguna ó algunas: por ejemplo; en las Labiadas, en vez de 5 estamb. hay 4 y uno atrofiado, así como en la Boca de dragón ese quinto estambre ha desaparecido; y aún los cuatro estamb. pueden reducirse á dos. Es tan interesante la presencia en la flor de los órganos masculinos, que se altera la simetría de la corola con uno que falte ó se transforme. En las Primuláceas aparecen 5 estamb. opuestos á las divisiones de la corola; y esto se explica, sabiendo que debían ser 10, 5 *alternos* y 5 *opuestos* á la corola, de los cuales los primeros han desaparecido en unos casos ó se han atrofiado en otros.

El aborto comprende á todos los verticilos, siendo tan marcado en algunos casos, que solo quedan de la flor un estambre ó un carpelo. Cuando el hueco que un órgano deja lo ocupa una escama, una glándula, etc. es fácil descubrir la ley de simetría; más difícil es en el caso de ocupar ese vacío las demás piezas del verticilo.

3.º *Cambios por metamorfosis de la flor.* Es frecuente el metamorfismo *progresivo*, de sep. en pet., éstos en estambres y aún estambres en carpelos, como en las Papaveráceas y *Sempervivum tectorum* (1); en el caso contrario es *regresivo* como ocurre en las flores *dobles*, obtenidas por el cultivo. Si todos los estambres se hacen petaloideos, ó si de diez estambres, por ejemplo, se transforman 5 y los 5 internos no, la simetría floral no se altera; al contrario, la ley de colocación no se descubre si de 10, quedan 7, como en el *Pelargonium* (Ge-

(1) En estas plantas dentro de las anteras aparecen óvulos.

raniáceas). Otros casos de asimetría floral son la excentricidad del eje, la presión durante la inflorescencia y otros de menor importancia.

RESUMEN

El GINECEO es el verticilo de órganos femeninos, llamados pistilos.

El pistilo consta de OVARIO, ESTILO y ESTIGMA. En el primero van los óvulos, sostenidos por las placentas.

Puede ser el pistilo SIMPLE y COMPUESTO; y en este caso, gamocarpelar ó dialicarpelar. El grado de unión varia, pudiendo ser por los ovarios, por ovarios y estilos ó también por los estigmas. El número de ovarios varia; si son dos ó más, se establece la división de su cavidad en otras varias, por medio de TABIQUES, verdaderos ó falsos, completos ó incompletos, determinando ovarios bi, tri... multiloculares.

El ovario es unas veces libre ó SÚPERO; otras veces adherente ó ÍNFERO. Su forma é inserción varian.

La disposición de los óvulos en el ovario es la PLACENTACIÓN, que puede ser axial, central ó parietal. La estructura del ovario es la de una hoja, modificada en su forma, para los fines de la reproducción.

El ESTILO, que cambia en forma é inserción, es un tejido conductor del tubo polínico; así como el ESTIGMA, con sus papilas, y á veces sus pelos colectores, sirve para retener los granos de polen, humedeciéndolos y motivando en ellos la germinación ó formación del tubo polínico.

Los ÓVULOS pasarán á semillas después de la fecundación. Se componen de dos tegumentos (PRIMINA y SECUNDINA) y una NUECECILLA, con su saco embrionario, donde se generan las células madres del albumen y la OOSFERA, que recibirá la acción fecundante, lo mismo en las Angios que en los Gimnospermas. La base del óvulo es la CHALAZA y el extremo el MICROPILO, llamándose funículo el pedicelo que lo sostiene. Por su posición puede ser recto ú ORTOTROPO, curvo ó CAMPILOTROPO, inverso ó ANATROPO.

Las flores obedecen á una LEY DE SIMETRÍA, que, sin embargo, se altera por variar el número de verticilos, ó el número de piezas en cada verticilo, ó sufrir la flor el metamorfismo, progresivo, si un verticilo toma los caracteres del que le sigue, ó regresivo, si se parece al que le antecede.

LECCIÓN 23

CUADRO SINÓPTICO

- I. Fenómenos generales. Floración.
- II. Fecundación. {
- 1.º Fenómenos preparatorios.
 - 2.º Mecanismo de la fecundación.
 - 3.º Efectos de la fecundación.
 - 4.º Hibridación.

FUNCIONES GENERALES DE LA FLOR.

I. La flor se nutre á expensas de la savia que le proporciona el pedúnculo, y es un verdadero aparato de combustión de los principios hidrocarbonados, en presencia del oxígeno del aire, por cuya razón desarrolla calor, sobre todo en la época de la fecundación, y más en los estambres de las Cucurbitáceas y Aroideas.

Está sometida la flor, en pequeña escala, al geotropismo, y más al fototropismo, como se nota en los pedúnculos del Girasol y otros impresionables por la luz solar, siguiendo estas plantas exactamente la dirección del sol. Además, las influencias atmosféricas obran sobre éste órgano determinando la apertura, llamada *antesis* ó *floración*.

Floración. — La época de florecer cambia con la naturaleza de la planta y con las condiciones atmosféricas. Las anuales florecen en el año, las bienales en el año segundo y las perennes empiezan á dar flores después de varios años. Florecen unas en primavera, otras en verano, en otoño, y aún en invierno, segun la estación propia para abrir la flor, por más que el Naranja y otras plantas no dejan de dar flores en el año, á diferencia de los otros

frutales que echan todas las flores de una vez. Por fin, es notable que florece primero un vegetal débil que otro vigoroso.

Poco influyen en la floración la luz y la humedad, aunque ésta obra retardando dicho acto. En cambio la temperatura es una causa poderosa, pues cada vegetal necesita una suma determinada de grados de calor para florecer; y es tan regular la acción calorífica, que una misma planta, cultivada en latitudes diferentes, va retrasando su floración desde el ecuador á los polos. Se cita el Azafrán como planta de flor muy sensible al calor, que se abre entre $+ 8$ y $+ 28$ grados, cerrándose con temperaturas, que esten fuera de esos límites.

Viendo que las flores se abren según las estaciones, unas de día y otras de noche, unas en atmósferas secas y otras con la humedad, se ha querido formar el Calendario, Reloj é Higómetro de flora; pero fácil es comprender que no llegan los tejidos á esa precisión matemática en sus manifestaciones orgánicas.

Además de los movimientos, propios de la anthesis floral, son notables en alto grado los que ejecutan los verticilos en algunos casos, sobre todo los órganos sexuales para asegurar la fecundación vegetal.

II Fecundación. Se suprime en obsequio á la brevedad la historia notable de esta función, para describirla tal como hoy se conoce.

La fecundación es el acto de ponerse la fovila del polen en contacto de la oosfera del óvulo, para formar un embrión. Tiene lugar despues de abrirse la flor, aunque en algunas Compuestas es antes.

Comprende esta cuestión cuatro puntos esenciales.

1.º FENÓMENOS PREPARATORIOS. Los hay en los órganos sexuales y existen causas que favorecen la fecundación. Una vez abierta la flor, los filamentos estaminales, que eran muy cortos en el botón, crecen ya rápidamente hasta colocarse á una altura conveniente. Sazonada ya la antera, se abre de diferente modo, efecto de su tejido fibroso,

para que el polen quede en libertad y en la diseminación de sus granos lleguen estos á las papilas estigmáticas.

Lo general es que la *polinización* se haga directamente por los movimientos que hemos dicho. Pero ha de ser indirecta en las plantas monoicas y dioicas, lo mismo que en aquellas hermafroditas, cuyos estambres y pistilos no maduran al mismo tiempo, es decir, que son *dicogamas*, por madurar primero el estambre (*protandrias*) ó el pistilo (*protoginas*). En estos casos el viento y los insectos son agentes indirectos de la polinización. El viento arrastra el polen á veces en tal cantidad, como ocurre con el de las Coníferas, que cae sobre los terrenos en forma de *lluvia de azufre*.

Los insectos penetran en las corolas atraídos por el néctar que estas esconden en su fondo, y á la vez que dejan sobre el estigma el polen recogido en otros pies de plantas, llevan el de la propia flor para fecundizar con él otras varias. Este fenómeno es más frecuente en las corolas tubulosas, y muy notable en una Aristoloquiácea, en la que, por la forma de la corola, el insecto que penetra y fecundiza al órgano femenino, no puede salir de allí hasta que los estambres maduran y se lleva su polen á otra parte.

Para la fecundación directa, tienen algunas flores movimientos muy curiosos. En las flores del *Berberis* y algunas Compuestas se aproximan los estambres á los pistilos, y en algunas los mismos pistilos se separan del centro hacia fuera para recoger ellos el mismo polen de las anteras; en la Ruda y *Centaurea* se aproximan los dos órganos.

En la *Parietaria* están los estambres doblados hacia dentro, en la forma de un resorte, que se desenvuelve con elasticidad cuando llega la antera á su maduración, para lanzar con fuerza la nube de polvo polínico sobre las papilas de los estigmas. Hay en las flores hermafroditas disposiciones muy notables: la longitud relativa de los órganos sexuales está en armonía con la posición de la flor; de manera que cualquiera que sea la posición de esta encuentra el polen en su caída al estigma: en la Primavera y otras plantas las

flores ofrecen el caso de polimorfismo, llamado *heterostilia*, es decir, que la longitud del estilo difiere de unas flores á otras, con el fin de que los insectos hagan más segura la polinización.

En las plantas monoicas las flores masculinas ocupan puntos más elevados que las femeninas (Maiz). En la *Vallisneria spiralis*, planta acuática, las masculinas se desprenden de la planta en el acto fecundante y las femeninas se elevan á la superficie del agua merced á su largo pedúnculo, y este mismo, despues de la fecundación se arrolla para llevar la flor al fondo del agua donde formará su fruto. Los utrículos que ofrecen ciertas hojas de algunas plantas se llenan de aire para sostener á estas mientras las flores se fecundan en la superficie del agua, y despues se llenan de mucus y hacen descender la planta, para que llegue á la fructificación. En general puede decirse que las plantas acuáticas están dotadas de modo que el agua no impida la polinización.

En las familias en que el polen está en *masa*, también se hace la fecundación, por ser las flores hermafroditas y soldarse los órganos sexuales, aparte de que los insectos pueden transportar las *polinias*.

Con estos diversos medios queda asegurada la emigración del polen, circunstancia muy conveniente, para que la flor, siendo fecundada por el polen de otra flor diferente, dé como en efecto da, semillas más numerosas y más aptas para la reproducción.

Llegado el polen al estigma, con la humedad que este le presta, y con la cual lo retiene, sufre la *germinación*. Consiste ésta en producir cada grano uno ó varios tubos polínicos, á veces hasta treinta, á beneficio del fluido estigmático, del calor y del aire, que facilitan la salida de la intina por los pliegues y poros de la exina, ó rompiéndose ésta si carece de dichas aberturas naturales: artificialmente se consigue el mismo resultado, apreciable al microscopio, colocando entre dos cristales granitos de polen, sumergidos en una disolución de azúcar.

La germinación se opera en unos días, á veces en pocas horas, y el tubo polínico crece en la medida necesaria para llegar al mismo micropilo del óvulo: este crecimiento se hace á expensas de la continua hidratación en el estigma y de la nutrición que recibe el tubo polínico con los materiales de reserva que tenía la fovila y con los que le prestan el estigma, el tejido conductor del estilo y hasta la parte superior de la nuececilla.

El tiempo que tarda en hacerse la fecundación varía con la longitud del estilo y con la naturaleza de la planta. Es notable que el polen germina en las gimnospermas en la cámara polínica, pero se detiene, sin fecundar en mucho tiempo, á veces en un año, hasta que esté dispuesto el saco embrionario: también es digno de citarse por este retraso en la fecundación el Cólchico.

Al mismo tiempo que se verifican estos cambios en el órgano masculino se prepara el femenino, originando á la célula *oosfera*, que permanecerá unida con las sinérgidas al extremo micropilar del óvulo.

2.º MECANISMO DE LA FECUNDACIÓN. El tubo fecundante lleva consigo al núcleo masculino, la célula especial germinativa; desciende por el estilo, cuyo tejido, además de nutrirlo, lo lleva en la dirección del óvulo, por lo que se llama *tejido conductor*; continuación de este mismo tejido es el de la pared interna del ovario, que también atraviesa el tubo polínico, penetrando por el micropilo y aplicándose contra la pared externa del saco embrionario; su contenido pasa á las sinérgidas, de estas á la oosfera, y entonces ésta es fecundada, quedando en el acto convertida en *huevo* (1).

(1) Los estudios detallados de la unión de los dos núcleos, caen fuera de los límites de esta obra.

En las gimnospermas el polen cae directamente sobre el óvulo, y los tubos polínicos pasan por los canales de las rosetas á fecundar las oosferas; en estas plantas, dividiéndose el tubo polínico, fecunda á varios óvulos. En las angiospermas puede ocurrir también el caso de varios embriones, por existir más de una oosfera en el saco, por haber más de un saco embrionario, ó porque, habiendo un sólo saco y una sóla oosfera, se fecunden las sinérgidas; en caso de varios embriones uno suele ser el que alcanza completo desarrollo.

En las plantas de polen en *masa* la fecundación se hace lo mismo, aunque el polen solo tiene un tegumento, el mismo que da origen al tubo polínico.

3.º EFECTOS DE LA FECUNDACIÓN. Una vez fecundada la flor se marchita; á veces quedan como protectores el cáliz y receptáculo, ó persisten los estilos, pero de toda la flor el ovario es el que sobrevive para transformarse en fruto y semilla.

Desarrollo del embrión. La oosfera fecundada se divide en dos células; de ellas, la superior generalmente, se divide en otras para formar un órgano, unido al saco, llamado *suspensor* porque, en efecto, de él irá suspendida la otra célula, *vesícula embrionaria*, que contiene un líquido granuloso y es la destinada, por divisiones sucesivas, á formar el embrión.

En las angiospermas el tejido celular embrionario se diferencia en las siguientes partes: una prolongación superior, cónica, que representa el *rejo*, *raicilla* ó *radícula*; otra inferior, *tallito* ó *plumilla*; en su extremo aparece escotado, señalando el sitio de los dos cotiledones ó del único cotiledon, si la planta es monocótila; además suele terminar la porción inferior en una yema, que será la dispuesta á organizarse después en el verdadero tallo.

El suspensor se ha reabsorbido, y para el desarrollo del embrión ha sido necesario el albumen originado por el núcleo y plasma del saco, por la misma pared de la nuececilla en algunos casos, y hasta por la chalaza, aunque este origen es menos frecuente.

Si el embrión consumió todo el albumen en su formación, la semilla solo contiene en su madurez, dentro de sus tegumentos, al embrión con sus cotiledones; en caso contrario, quedará dentro de la semilla albumen ó *endospermo*, que utilizará durante el periodo germinativo.

En las gimnospermas el núcleo de la oosfera se subdivide en 16 células, dispuestas unas sobre otras en grupos de cuatro, de las cuales son reabsorbidas las superiores, forman el suspensor las del medio y se desarrollan en uno ó varios embriones las cuatro inferiores. De un proembrión nace el embrión verdadero con sus piezas correspondientes.

Principales cambios de las otras partes del óvulo. Ya hemos dicho que en muchas semillas desaparecen, no solo los tejidos del saco embrionario, sino también las paredes de la nuececilla, contribuyendo todo á la formación embrionaria. Los tegumentos ovulares crecen, disminuyen de espesor, y con frecuencia se sueldan en uno sólo ó es reabsorbido el interior. Se cierran las dos aberturas que formaron el micropilo y queda éste señalado en el extremo seminal como un punto ó depresión en el centro de un pequeño tubérculo. La parte más duradera es el funículo, del cual se suelta la semilla madura, quedando en ella una señal ó cicatriz de muy diversas formas. En algunas semillas (Pasionaria) se prolonga el funículo en una membrana incompleta llamada *Arilo*.

4.º HIBRIDACIÓN. Es la fecundación cruzada de dos especies diferentes, dando lugar á semillas. Tienen los vegetales así nacidos (Híbridos) los caracteres de la planta que fecun-

dó y de la que fué fecundada, ofreciendo un gran desarrollo en sus tallos, hojas y flores, pero débiles sus órganos sexuales. Los híbridos ordinariamente no pueden subsistir á través del tiempo, porque son unos infecundos y otros de fecundidad limitada y con tendencia siempre á volver á los tipos específicos que los engendraron.

Es curioso que en algunos híbridos están separados los caracteres de los generadores, teniendo unas hojas y flores del generador masculino y otras del femenino: en vez de *conjunción* de caracteres es una verdadera *disyunción*.

La hibridación es muy fácil entre variedades de una especie, menos común entre especies de un género, y muy rara entre especies de géneros diferentes. Es de advertir que, si á un estigma llega un polen extraño y á la vez el de su misma especie, éste y no el otro consigue fecundar al óvulo, porque esa es la tendencia natural de las especies. Así se explica que los híbridos no sean tan frecuentes como debieran ser, dada la facilidad con que los insectos transportan el polen de unas plantas á otras: al contrario, para obtener los híbridos, y para conservarlos, es preciso tomar precauciones, evitando que el polen legítimo llegue al estigma de la flor.

RESUMEN

La flor, como órgano de la planta, se nutre, está sometida á las influencias cósmicas y ejecuta movimientos, á veces muy singulares.

FLORACIÓN es el acto de abrirse la flor. Depende de la naturaleza de la planta, de su vigor propio, y además de la influencia de la luz y temperatura.

FECUNDACIÓN es la unión de los núcleos masculino y femenino, para formar un embrión. Primero se preparan al acto el estambre y el pistilo. El estambre madura, se abre la antera, se disemina el polen y cae sobre el estigma para formar el tubo polínico, que llegará al micropilo del óvulo, pasando por el tejido conductor del estilo y ovario. En la POLINIZACIÓN influye el viento, los insectos y los movimientos espontáneos que ejecutan en algunas flores los órganos reproductores. La causa

primera de la GERMINACIÓN del polen es la humedad propia del estigma. En el saco embrionario han precedido también cambios de consideración, hasta disponerse la oosfera á recibir la acción fecundante.

Preparados los órganos, el óvulo es fecundado y desde aquel momento va formándose un EMBRIÓN, el cual consta al fin de partes representantes de la raíz, tallo y hojas que tendrá la planta, en que el embrión se desenvolverá por la germinación de la semilla.

También sufren cambios en el óvulo los tegumentos, las paredes de la nuececilla, y los elementos contenidos en el saco embrionario. El embrión se organiza á expensas del albumen formado en las transformaciones del óvulo: de este albumen aún permanecerá alguna parte en la semilla, como materia de reserva, si no lo consumió por completo el embrión en su desarrollo; aunque lo utilizará en el periodo germinativo.

La HIBRIDACIÓN es el cruzamiento de dos plantas diferentes, que pueden ser dos variedades de una especie, dos especies de un género y aún dos especies de géneros diferentes pero afines. Los vegetales híbridos poseen perfeccionadas las propiedades de los dos generadores, sobre todo en lo que hace á sus órganos de nutrición; pero no pueden obtenerse, si no es con las debidas precauciones; y en cambio, se conservan con dificultad, por no ser fecundos, ó por volver poco á poco al tipo específico de uno de los vegetales generadores.

LECCIÓN 24

CUADRO SINÓPTICO

- 1.^o Partes accesorias del fruto.
- 2.^o Partes esenciales.
- 3.^o Clasificación de pericarpios.
- 4.^o Cavidades de los frutos.
- 5.^o Dehiscencia „ „ „
- 6.^o Clasificación „ „ „

FRUTO.

El ovario desarrollado y maduro después de la fecundación es el fruto. En la evolución orgánica del ovario se presentan dos fenómenos simultáneos: la transformación del óvulo en semilla y de las paredes del ovario en pericarpio. De aquí que todo fruto tiene dos partes esenciales: *pericarpio* y *semilla*. En esta lección se tratará del primero y de la clasificación de los frutos, constituyendo la semilla y su germinación capítulo aparte.

1.^o En los frutos hay partes ACCESORIAS, que no pueden referirse á ninguna de las dos esenciales; y son las siguientes:

a). Frutos en que permanece el cáliz, bien sea unido al ovario, con el cual crece (Granada, Manzana) ó libre del ovario, pero cubriéndolo en parte ó en todo (*Physalis*). (figura 115).

b). Frutos en que se conserva el estilo (*Clematis*) ó el estigma (*Papaver*).

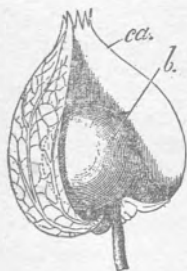


Fig. 115.

Fig. 115.—Fruto de Alquequenje: el cáliz (*ca*) es persistente acrescente: *b* fruto.



Fig 116.

Fig. 116.—Fruto de Fresa; el ginóforo (*gyn*) lleva los achenios (*a k*): *ca*, cáliz.

c). Frutos que poseen un receptáculo carnoso, en el cual están fijos los verdaderos frutos: receptáculo del higo, *ginóforo* de la Fresa (fig. 116).

d). En otros quedan las brácteas, que primero protegieron á las flores.

Esas brácteas se hacen carnosas en la Piña de América.

2.º PARTES ESENCIALES.

Pericarpio. Es la transformación de las hojas carpelares, y á él son debidas la forma y consistencia de los frutos. Se compone de tres membranas, externa, media é interna, llamadas respectivamente epicarpio, mesocarpio ó sarcocarpio y endocarpio: en los frutos de una sola cavidad y una semilla se suelda con ésta frecuentemente, asi como las gimnospermas carecen de él, y por consiguiente, como el nombre lo dice, son semillas desnudas.

a). *Epicarpio*: es una membrana, generalmente delgada que cubre los frutos, y es muy perceptible en la ciruela, cereza, etc.: en algunos casos lleva pelos, alas... ó está cubierto por un polvo ténue, excreción cerosa. Tiene más resistencia en los frutos, cuyo cáliz se suelda con el ovario, como sucede en la Granada.

b), *Sarcocarpio*: suele ser un parenquima de células y fascículos, generalmente jugoso, y á él es debida propiamente la pulpa de los frutos: en los secos queda reducido á una membrana de poco espesor.

c). *Endocarpio*: representa la epidermis interna de la hoja carpelar. Es una membrana delgada, de consistencia

apergamínada en unos casos (Manzana), y leñosa en otros (Melocotón), conociéndose en estos frutos con el nombre de *hueso*. Se hace en cambio glandular por los pelos carnosos que lleva en el limón y la naranja.

3.º CLASIFICACIÓN DE LOS PERICARPIOS. Mr. A. Richard considera cuatro grupos, y esos son la base de la clasificación de los frutos.

a). Un pericarpio que da el fruto *simple* ó *apocárpico*: proviene éste de un ovario unilocular (Guisante).

b). Dos ó más pericarpios, *libres*, dan el fruto *múltiple* ó *policárpico*: procede éste de un ovario formado de algunos carpelos distintos (Peonía).

c). Dos ó más pericarpios, *unidos*, dan el fruto *sincárpico*: proviene éste de un ovario formado de carpelos soldados (Manzana).

d). Pericarpios procedentes de varias flores, que se unen entre sí, dan los frutos *compuestos* ó *sinantocárpicos* (Mora de Moral).

4.º CAVIDADES DE LOS FRUTOS. Los frutos simples son uniloculares y los, sincárpicos aparecen bi, tri... multiloculares, en relación con el número de carpelos que los forman. Por el número de semillas, son monospermos o polispermos. El fruto refleja en general al ovario de que procede; pero en ciertos casos nó, bien sea por desaparecer óvulos ó tabiques de los que primero existían, de que son ejemplo algunas Oleáceas y la misma Encina, cuyo ovario es de tres ó cuatro cavidades biovuladas, y en cambio, la bellota es de una cavidad y monosperma; ó por aparecer tardíamente tabiques suplementarios, como en el fruto del *Glaucium*.

5.º DEHISCENCIA DE LOS FRUTOS. Es lo general que se abran los frutos en la madurez, doblándose hacia fuera sus paredes, para dejar caer las semillas que contienen. Sin embargo, son indehiscentes los de pericarpio carnosos, menos la drupa y baya capsulares, y los secos uniloculares y monospermos, como el Trigo.

La dehiscencia tiene lugar por la tensión que sufren las fibras del pericarpio en la maduración, y se realiza generalmente separándose del vértice superior al inferior tantas piezas ó *valvas* como carpelos existieran.

Para comprender las formas de dehiscencia, recordemos que los unicarpelares presentan una sutura *ventral*, soldadura de los dos bordes de la hoja, y otra *dorsal*, opuesta á la primera y correspondiente al nervio medio. En los pluricarpelares soldados no aparece la *ventral*, por ser interna, pero sí las *dorsales*, y además las *parietales*, si los carpelos se reflejan hacia dentro para formar tabiques. En estos mismos frutos, si los carpelos se sueldan por sus bordes, las suturas son *marginales* en vez de parietales.

Las formas principales de dehiscencia son (fig. 117):

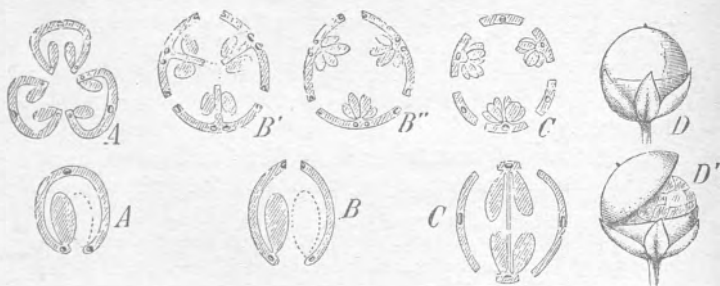


Fig. 117.— Dehiscencia de los frutos.—A, dehiscencia longitudinal de la Peonía—A' deh. septicida del Acónito—B' loculicida del Tulipán B'' de la violeta; B, septicida y loculicida del guisante.—C' septifraga de la *Orchis*—C, del Alef D, D' dehiscencia transversal (Pixidia del *Anagallis*).

A). En los frutos simples se hace por la sutura ventral (folículo) ó por las dos suturas (Guisante): en el primer caso queda una sólo valva, y dos en el segundo.

B). En los sincápicos la dehiscencia se hace:

a). Abriéndose el fruto por las paredes (deh. *septicida*), en cuyo caso cada valva es un carpelo completo (*coca*), que encierra sus semillas propias (Ricino, Tabaco).

b). Rompiéndose á lo largo de las suturas dorsales (*loculicida*), en cuyo caso cada valva tiene dos mitades, de dos carpelos contiguos, y un tabique medio en su cara interna (Lirio).

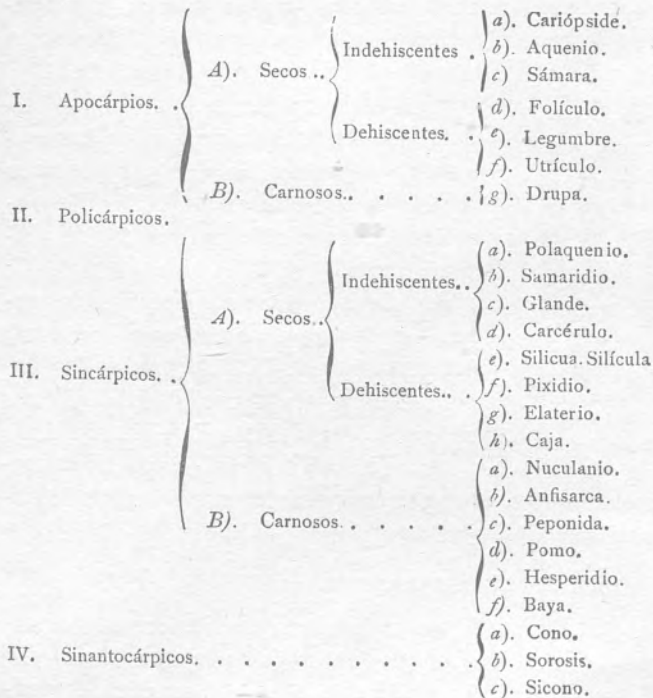
c). Por planos paralelos al eje, de modo que los tabiques se desprenden de la periferia del fruto, quedando intactos y adheridos á la columna central (*septifraga*): es dehiscencia

poco frecuente (Balsamina). Los frutos pluricarpelares, pero uniloculares, se abren por las suturas marginales ó por las dorsales (Violeta).

C. Es por dientes (Clavel) y *poricida* (Adormidera) si los carpelos solamente se separan en el extremo superior ó si en él dejan poros ó ventanas.

D. La dehiscencia longitudinal es la corriente; pero en algunos casos (Beleño, Primavera) es *transversal*, en dos valvas, de las cuales una representa la caja y otra el opérculo: se denomina ese fruto *pixidio*.

6.º CLASIFICACIÓN DE LOS FRUTOS.



I. Frutos simples ó apocárpicos. Se incluyen todos los simples y los de pistilo de una sóla cavidad,

cualquiera que sea el número de estilos y estigmas. Se subdivide el grupo en secos y carnosos.

A. SECOS É INDEHISCENTES.

a). *Cariópside*. Fruto monospermo y de pericarpio íntimamente soldado á la semilla (Gramináceas).

b). *Aquenio*. Fruto monospermo, pero el pericarpio no soldado con la semilla (Compuestas, Poligonáceas): á veces le da resistencia la soldadura del cáliz y en las Compuestas está coronado por el vilano.

c). *Sámara*. Fruto de una ó varias semillas, caracterizado porque el pericarpio está prolongado lateralmente en apéndices membranosos: es un aquenio alado (Olmo).

SECOS Y DEHISCENTES.



Fig. 118. — Fruto de Acónito, con tres folículos.

d). *Folículo*. Fruto unilocular, generalmente polispermo. Se abre por la sutura ventral en una sola valva (varias Ranunculáceas): las semillas unidas á una placenta ventral (fig. 118).

e). *Legumbre*. Se abre por las dos suturas en dos valvas. Semillas unidas á una placenta sutural. Es fruto tipo de las Leguminosas, y con las variedades de formas se hace la clasificación de ellas (fig. 119).

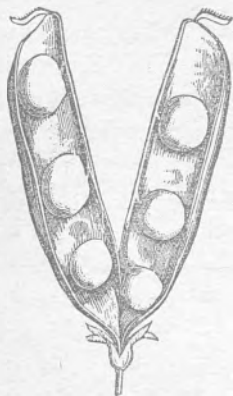
f). *Utrículo ó Picidio simple*. Fruto unilocular que se abre por dos valvas transversalmente (*Amaranthus*).

B. APOCÁRPIOS CÁRNOSOS.

g). *Drupa*. Fruto unilocular, casi siempre monospermo, con el endocarpio leñoso (Ciruela). La Nuez y la Almendra difieren de la drupa en que en ellas el pericarpio es menos carnoso y más coriáceo. Algunos botánicos incluyen aquí la *Baya simple* (Agracejo).

II Frutos policárpicos ó múltiples.

Encierra frutos que proceden de una flor y de varios carpelos *libres*, unidos á un receptáculo.



Propiamente son los de la clase anterior, con la diferencia del número de carpelos: así la Zorzamora es una reunión de drupas y la Fresa reunión de aquenios (*Eterio*); el de la *Aquilegia* es reunión de folículos (*Polifolículo*).

El fruto más en caracter de este grupo es el de la Magnolia,

Fig. 119.-Vaina de Guisante porque de una flor nacen varios carpelos libres que luego se sueldan, haciendo un *sincarpio capsular*, cuyos carpelos, que son coriáceos, se abren longitudinalmente como los folículos. En la *Anona* (Chirimoyo) el sincarpio es *caroso*, por ser los carpelos pulposos, como bayas.

III Frutos sincárpicos.

Proceden de una flor y varios carpelos soldados.

A SECOS INDEHISCENTES.

a). *Polaquenio*. Fruto que en la madurez se divide en dos ó más partes monospermas, llamadas *cocas* ó *mericarpios*, y que son verdaderos aquenios. Puede ser *diaquenio* (Umbelíferas), *triaquenio* (Capuchina), *tetraquenio* (Labiadas), *pentaquenio*... y *polaquenio*.

b). *Samaridio*. Es una sámara compuesta, como en el Fresno: ordinariamente es *disámara* (*Acer campestre*).

c). *Glande*. Fruto unilocular y monospermo por aborto, pues procede de un ovario ínfero plurilocular y polisper-

mo, encerrado total ó parcialmente en una bráctea (Encina, Avellano).

d). *Carcérulo*. Fruto plurilocular y polispermo, cuyas cavidades no se separan unas de otras (Tilo). Fruto análogo es la Granada (*Balausta* de algunos autores), cuyas semillas son de tegumentos carnosos y pericarpio coriáceo.

SECOS DEHISCENTES.

e). *Silicua*. Fruto alargado, bivalvo, cuya cavidad está separada en dos por un falso tabique paralelo á las valvas. Las semillas van unidas á dos placentas. Algunas silicuas son indehiscentes y otras ofrecen articulaciones monospermas: es propio este fruto de Crucíferas y algunas Papaveráceas. Richard señala como diferencia, que en las primeras plantas las dos placentas son opuestas á los lóbulos del estigma y alternas con ellos en las segundas.

Silícula. Fruto dispuesto como el anterior, pero cuya longitud es igual á la anchura, doble, ó á lo más cuatro veces más largo que ancho.

f). *Pixidio*. Fruto plurilocular, que procede de varios carpelos soldados; dehiscencia transversal. (Beleno).

g). *Elaterio*. Fruto que en la madurez se separa en tantas cocas como cavidades, y tienen las dehiscencias longitudinales. Suelen unirse á una columnita central, persistente (Euforbiáceas).

h) *Caja*. Nombre de significación vaga, con el cual se designan frutos secos y dehiscentes longitudinalmente, por lo general, no incluidos en las especies anteriores. Es de formas muy diferentes y la dehiscencia es por dientes, poricida y valvicida en sus tres formas.

B. SINCÁRPICOS CARNOSOS.

a) *Nuculanio*. Fruto que encierra varios huesos pequeños, llamados núculos (Alaterno, Hiedra). No pierde el

nombre aunque los núculos se suelden en uno solo (algunas Rubiáceas).

b) *Anfisarca*. Multilocular, polispermo, indehisciente, leñoso por fuera y carnoso por dentro (*Crescentia*).

c) *Pepónida*. Fruto de una cavidad, polispermo. Tres placentas, al parecer parietales, muy carnosas llenan la cavidad del pericarpio ó la quedan vacía por aplicarse contra las paredes, como se ve en los géneros de Cucurbitáceas.

d) *Pomo* ó melonida. Fruto de varios carpelos parietales unidos entre si y además con el tubo calicinal, siendo muy carnoso (Rosáceas). En el Nispero el endocarpio es óseo con huesecillos, en la Pera es cartilaginoso y con pepitas.

e) *Hesperidio*. Fruto de envoltura gruesa. Interiormente está dividido por el endocarpio membranoso en varias cavidades que pueden separarse; cada una contiene un tejido muy jugoso en el cual están las semillas (Naranja, Limón).

f) *Baya*. Es un término también muy general. Se aplica á frutos carnosos, generalmente polispermos, sin hueso, y que no tienen los caracteres expuestos anteriormente (Uva, Tomate).

IV. Sinantocárpicos. Son frutos, simples al parecer, pero en realidad compuestos, porque proceden de varias flores primitivamente libres, pero cuyos ovarios forman luego un conjunto.

a) *Cono* ó *estróbilo*. Fruto procedente de una espiga femenina. Se compone de muchas sámaras ó aquenios alojados en axilas de brácteas leñosas, secas, dispuestas en forma cónica (Coníferas). La forma del cono, que á veces no lo es, y la naturaleza de las brácteas, membranosa, leñosa ó carnosa, son caracteres propios para la diferenciación de géneros. El fruto del Ciprés se llama *Gábulula*.

b) *Sorosis*. Fruto compuesto de muchos, unidos por sus brácteas y envolturas florales, que son carnosas y comestibles, haciendo un conjunto mamelonado (Mora de Morera, Piña de América).

c) *Sicono*. Fruto compuesto de otros, pequeños aqueños, sentados sobre un involúcro ó receptáculo carnoso el cual es abierto, ó cóncavo ó cerrado en la maduración como en el higo, aunque queda un orificio en el extremo opuesto al pedúnculo (fig. 120 y 121) (1)

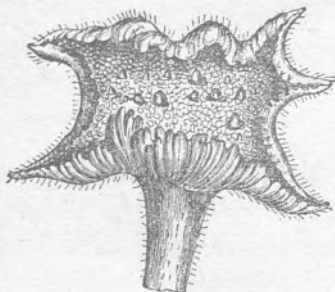


Fig. 120

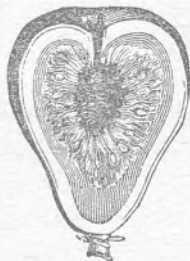


Fig. 121

Fig 120.—Representa una inflorescencia en sicono (*Dorstenia Contra-yerva*), con un receptáculo plano en el cual se asientan las flores.

Fig. 121.—Iligo cortado á lo largo, para ver el receptáculo piriforme y las flores que cubren en gran número la cara interna del mismo.

(1) Los dos cuadros sinópticos que acompañan á esta lección, uno de generalidades de CARPOLOGIA, y otro de descripción particular de los frutos, contienen las principales ideas sobre la materia.

LECCIÓN 25

CUADRO SINÓPTICO

- | | | | | |
|-----|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------|
| 1.º | Partes de la semilla. | } | A). Epispermo. | |
| | | | B). Albumen. | |
| | | | C). Embrión. | |
| 2.º | Consideraciones externas. | | | |
| 3.º | Maduración del fruto y semilla. | | | |
| 4.º | Diseminación de las semillas. | | | |
| 5.º | Germinación. | } | A). Condiciones intrínsecas. | |
| | | | B). " extrínsecas. | a). Humedad. |
| | | | | b). Calor. |
| | | | | c). Aire |
| | | C). Influencias secundarias. | | |
| | | D). Fenómenos de la germinación. | | |

SEMILLA

La semilla es el óvulo fecundado y maduro. Encierra el *embrión*, organizado para desenvolverse en una nueva planta.

A los conocimientos de *embriogenia*, expuestos al tratar del óvulo, se sumarán algunas consideraciones sobre las partes constitutivas de la semilla.

1.º Hay que distinguir en ella: *Epispermo* y *Almendra*. A su vez la almendra se compone de albumen y embrión; y en éste se distinguen: radícula, tallito, y cotiledones. Una semilla apropiada para ver estas partes es la del Ricino.

A. EPISPERMO. Es el tejido protector y se denomina también *espermodermis*. Procede de los tegumentos ovu-

lares y consta de dos partes: la exterior (*testa*) corresponde á la primina; la interior (*tegmen*) á la secundina: es común que se reduzcan las dos á una, por reabsorción de la interna ó por soldadura de ambas.

El epispermo es en general membranoso, duro y consistente en las semillas del Pino, mucilaginoso en algunas otras y carnoso en las de la Granada. Al epispermo se refieren los órganos exteriores de la semilla, como son los pelos en el Algodonero, los vilanos largos y sedosos de las Asclepiadáceas, las carúnculas, crestas, aristas, pliegues, alas (Pino), etc. Algunas semillas (las de Limón) ofrecen un cordón dorsal, que es el rafe, propio, como se dijo, de los óvulos anatropos. Presenta la testa, además, dos huellas: una correspondiente al micropilo, y otra á la inserción del funículo, la cual queda como una cicatriz cuando la semilla madura se desprende de la placenta. Una tercera membrana viene á ser en algunas el *arilo*.

Almendra. Es la porción protegida por los tegumentos, así que propiamente es la misma semilla despojada del epispermo. La complicación varía; en el caso más complejo se compone de albumen y embrión.

B. ALBUMEN. Es la suma de materiales que sirven al embrión para su nutrición y crecimiento. Si el embrión consume todo el albumen que originó el óvulo, las semillas carecen de esa substancia en la maduración, son exalbuminosas; en caso contrario son albuminoideas, sirviendo esos materiales al embrión durante su período *germinativo*.

Origen. Si procede del núcleo del saco embrionario se llama *endospermo*; si lo forman las paredes de la nuececilla es *perispermo*; en algunas semillas es simultánea la formación de albumen externo é interno, aunque esta división del albumen tiene más de teórica que de práctica. El albumen nacido en la chalaza es excepcional.

Consistencia. Es en general *amiláceo* ó feculento (Gramináceas), *caroso* si contiene jugos; oleaginoso si encierra aceite (Avellano), *córneo* (Café), por la gran dureza de las paredes celulares, que llega á su máximo en el gen^o *Phytelephas*, de un albumen ebú inco, llamado marfil vegetal. En el coco se encierra un líquido, que es albumen, y en el Algarrobo las membranas celulares existen en estado de jalea.

C. EMBRIÓN. Es la parte esencial de la semilla, porque los tegumentos protegen, el albumen nutre, pero el embrión reproduce la planta. Son sus partes integrantes: radícula, tallito, y cotiledones.

Radícula. Es una protuberancia coniforme, dirigida hacia el micropilo. En las plantas Dicotiles se desenvuelve transformándose directamente en raíz. En las Monocotiles la radícula crece hasta cierto grado, después se detiene y de su interior brotan las verdaderas raíces fibrosas: forma una bolsa (*coleorriza*), que muere en cuanto cumplió su destino. Por este caracter se han separado los vegetales en *exorrizos* y *endorrizos*, cuya división coincide en general con la de dicotiledóneos y monocotiledóneos.

Tallito. Con la radícula forma el eje del embrión, y se dirige al hilo interno del óvulo que es la base de la semilla. El eje embrionario es *recto*, *curvo* casi siempre y á veces tan encorvado, que están paralelos el rejo y el tallito. A éste lo resguardan los cotiledones, insertos en él mismo, y sobre ellos, por fuera, se aplica la raicilla.

Yemecita. Es una yema terminal, continuación del eje del tallito, protegida por los cotiledones, y ofreciendo hojas rudimentarias, que se desenvolverán en la germinación.

Cotiledones. Existen en la semilla en número de uno ó de dos generalmente: representan como las primeras

hojas de la planta. El desarrollo es muy grande en las semillas sin albumen (Judía), y se llaman *epispérmicos* por estar inmediatamente debajo de los tegumentos; ofrecen poco desarrollo, son pequeños y foliáceos en las semillas albuminosas; guarda con esta substancia un desarrollo inverso en las dicotiledóneas.

Son los cotiledones apéndices del eje embrionario, siempre protectores del embrión, ya sean dos ó uno solo, porque en este caso se aloja la yemita en una excavación básica; además nutren cuando la albumina falta. La forma es redonda, lineal, aguda, obtusa, y con su borde entero ó lobado.

La posición varía: con respecto al tallo son opuestos, y entre sí suelen aplicarse por una superficie plana (*cara*) ó bien arrollarse en espiral: la superficie opuesta á la cara es el dorso, ligeramente convexo. Son *aeumbentes* cuando la radícula se apoya sobre comisura de los cotiledones (Judía) é *incumbentes*, si aquella se apoya sobre el dorso de los mismos (Hierba pastel). Son *hipogeos* los que, al germinar la semilla, quedan debajo de la tierra (Castaño de Indias) y *epigeos* los que en ese acto se elevan fuera de la tierra (Judía).

El embrión en sí es derecho, circular, arqueado, espiral, etc. Con respecto al albumen es *central* cuando está hundido en él, lateral si está fuera, á un lado, periférico cuando forma al embrión un anillo externo.

La dirección en la semilla varía con la naturaleza de los óvulos: en los ortotropos es el embrión *inverso* por ofrecer el rejo hacia arriba y el tallito hacia la base del óvulo; en los anatropos es, por el contrario, embrión *recto*, el tallito hacia arriba y el rejo en dirección á la base; en los campilotropos él es *anfítropo* con sus dos extremos aproximados entre sí y dirigidos hacia la chalaza del óvulo.

2.º CONSIDERACIONES EXTERNAS DE LA SEMILLA. El tamaño varía mucho y la forma puede ser esférica, ovoidea, poliedrica, lineal, cilíndrica, reniforme etc., y además comprimida y deprimida: en las comprimidas el *hilo* queda en el borde, y en las deprimidas está en una de las dos caras. Por el número se dividen los frutos en oligospermos y polispermos. Se unen á las placentas por su cordón, que puede faltar, ser muy corto ó muy largo (*Githago sagetum*): á veces

se prolonga en *arilo* y Planchon propone llamar *arilodio* á otra membrana, protectora también la semilla, pero que nace alrededor del micropilo, como si fuera una reversión del tegumento ovular. Dentro del ovario es la semilla inserta en el fondo, es *recta*, *inversa* la suspendida de la bóveda, *párital* y *axilar* la que nace en las paredes ó en un eje, llamándose ascendente y descendente según la dirección de su punto extremo.

3.^o MADURACIÓN DE LOS FRUTOS Y SEMILLAS. En la de los frutos cambian los tejidos, sobre todo en los carnosos, aumentan las células en volumen y conservan sus membranas ténues ó se espesan en los pulposos: á veces se endurecen, cual sucede en las células *pétreas* de la Pera. Las del endocarpio se endurecen para formar el hueso en la Ciruela y Melocotón.

Á la vez que la textura, cambia la composición química: en los frutos verdes predominan el tanino, los ácidos y en algunos (*Musa*) el almidón; pero á medida que maduran disminuyen aquellas substancias y aumenta el azúcar, originada por la acción de los ácidos y de los fermentos sobre el almidón; también aparecen al final aceites grasos y materias volátiles. Los secos pierden el agua con la maduración, sus tejidos se retraen desigualmente, motivando la dehiscencia para la dispersión de las semillas.

Las semillas maduran á la vez que los pericarpios. Aumentan de volumen, los tegumentos se dilatan y toman colores diversos, el albumen se elabora, y adquiere muy pronto el embrión, aún antes de la madurez orgánica, la facultad germinativa. Si el albumen ó el embrión no se forman, su espacio lo ocupa el aire, por cuya razón esas semillas flotan en el agua. Sin embargo, por esa sencilla prueba no puede colegirse la aptitud germinativa de una semilla, porque algunas naturalmente encierran aire alojado entre sus tegumentos, y otras se van al fondo de una

vasija con agua, aunque estén inembrionadas, efecto causado por el albumen con su aumento de densidad.

4.º DISEMINACIÓN DE LAS SEMILLAS. Siendo necesaria para la propagación de la especie la dispersión de las semillas, se realiza este acto de modos muy diferentes é interesantes; aparte de que el hombre, consciente ó inconscientemente, trasporta en sus viajes semillas de unos continentes á otros.

Las aves granívoras, y frugívoras de frutos dulces, como la uva, cereza, etc., ingieren en su aparato digestivo semillas que luego dejan con sus excrementos en parajes muy distintos, sin haber perdido el poder de germinar, puesto á cubierto de los jugos digestivos, por la resistencia de sus tegumentos. Otros animales de pelo abundante recogen en los campos, al roce con las plantas, semillas con superficie pinchada, que llevan de unos puntos á otros sujetas en la lana.

El viento es un agente poderoso de transmisión: unas veces agita las plantas y estas en su vaiven lanzan, á modo de siembra, por los poros ó hendiduras de los frutos las semillas contenidas en ellos; ó las arrastra enteras, como lleva por las regiones de Arabia y Egipto la pequeña mata, llamada Rosa de Jericó; ó, cuando menos, impulsa las semillas á distancias incalculables, sobre todo si tienen vilano, como las de las Compuestas, alas, como el Arce y el Olmo, ó son delgadas y laminares como en algunas Crucíferas.

Las aguas trasportan con facilidad las semillas, pero no aisladas, porque se irían al fondo á perecer, sino metidas en los frutos, cuya estructura y volumen se prestan mejor á ser llevados por la corriente hasta que germinen aquellas en las orillas de los cauces. El calor y la humedad obran facilitando la dehiscencia.

Aparte de esto, muchos frutos tienen la propiedad de lanzar sus semillas por abrirse con elasticidad. Sirvan de ejemplo: el Guisante, al abarquillarse sus valvas; las Geraniáceas, cuyos carpelos se desprenden, unido cada uno á un filamento como un resorte; la Balsamina es llamada *Impatiens* porque el más ligero choque retrae con fuerza sus cinco valvas; y sobre todos el Cohombro amargo, cuyo fruto se rompe por la base en su inserción con el pedúnculo y lanza las semillas, juntamente con una pulpa líquida, á una distancia de dos

metros algunas veces. La *Linaria Cymbalaria* se propaga rápidamente, merced á sus tallos largos que, aplicándose sobre los muros, dejan los frutos en las grietas de las paredes.

Por último, algunas semillas saltan ellas del arilodio que las encierra (*oxalis*) ó se fijan con una substancia viscosa sobre el punto en que caen: facultad muy propia de algunas parásitas.

5.º GERMINACIÓN DE LA SEMILLA.

Una vez formada y madura permanece estacionada, mientras causas propias no alteran su reposo. Ese periodo se llama de *vida latente*, aunque en realidad es algo activa, por más que no aparece visible: una semilla que haya estado en atmósfera de anhídrido carbónico no germina: prueba de que absorbió ese gas mortífero.

Puesta en condiciones adecuadas empieza el *periodo germinativo*, nutriéndose de los materiales que ella contiene, hasta que dé principio el *periodo vegetativo*, alimentándose la planta de los abonos y elementos de la atmósfera.

A. Condiciones intrínsecas. La primera es que posea la semilla facultad germinativa. El embrión debe estar completo y la semilla perfectamente madura; debe tener más densidad que el agua, aunque las oleaginosas naturalmente sobrenadan. En segundo lugar, han de conservar el poder germinativo que adquirieron: ese poder lo pierden pronto las oleaginosas, cuyo aceite se altera, á diferencia de las feculentas que pueden germinar después de muchos años, si han estado libres de la acción de la humedad y del aire. Porque es de notar la diferencia que ofrecen las semillas secas á las que tienen humedad: las primeras resisten, como el trigo, temperaturas de 75° y 100° sobre cero, y aún por algunos minutos la de congelación del mercurio, sin perder su poder germinativo; y en cambio á esas mismas, si están húmedas, las mata una

temperatura de $+50$ ó 53° y una mínima de $-5-10,6-20$ grados.

B. Condiciones extrínsecas. Son las principales: humedad, calor y oxígeno del aire.

a). **HUMEDAD.** Es de todo punto necesaria. Obra mecánicamente, al hidratar las envolturas seminales y los tejidos del embrión, con el fin de que éste se desenvuelva mediante la ruptura de aquellas. Obra también como vehículo de las substancias que han de nutrir al embrión, después de disueltas, repartiéndolas por los tejidos en virtud de la ósmosis. El agua penetra con más facilidad en las semillas de epispermo fino, y lo hace por toda la superficie de la cubierta; en cambio, tardan en germinar las de tegumentos óseos, y en ellas el hilo y el micropilo son los puntos de más fácil acceso del agua. La cantidad de agua que cada una necesita está en relación con la semilla, aunque no debe ser en exceso, porque si disuelve los materiales y corre luego fuera de las semillas, los arrastra y priva al embrión de su alimento natural.

b). **CALOR.** Es de todo punto necesario, aunque su intensidad varía: germina á 0° la semilla de la *Sinapis alba* y otras entre 1 y 2 grados, siendo estas las temperaturas más bajas que pueden bastar; la mayoría de las semillas germinan entre 10 y 20 grados. Cada semilla soporta una temperatura mínima y una máxima, pero prefiere el grado medio que es su óptima.

c). **AIRE.** No se hace la germinación en atmósferas privadas de oxígeno y es que este elemento obra como comburente, consúmese el carbono de la semilla, se transforma químicamente la fécula, con eliminación de gas carbónico, y durante este acto hay desarrollo de calor: por estar las semillas á veces muy enterradas carecen de esta ósmosis gaseosa y no pueden germinar.

C). *Influencias secundarias.* Según Davy las semillas electrizadas negativamente tienen un desarrollo precoz. También la luz activa, y si perjudica á las raicillas es solo por el calor que la acompaña. El suelo no es de todo punto necesario en el acto germinativo, aunque lo necesitan después las plantas para extender sus raíces y tomar los elementos necesarios. Favorecen la germinación el cloro, bromo, yodo y algunos ácidos muy diluidos; el éter y cloroformo impiden temporalmente la función, hasta que se hayan evaporado; los álcalis y cuerpos como el arsénico, matan en definitiva el embrión.

El tiempo que tardan en germinar no es igual: emplea un año el dátil, seis meses la bellota y un día el *Lepidium sativum*.

D) *Fenómenos químicos de la germinación.* Consisten en las transformaciones de los materiales de la semilla, sean llevadas á cabo en el endospermo ó en los cotiledones. Influyen el oxígeno del aire con los ácidos orgánicos que se elaboran, notándose que las reservas disminuyen á medida que la germinación adelanta. En cuanto aparecen partes verdes empieza la función clorofílica y cuando la raíz absorbe del suelo entra la vida vegetativa del nuevo sér.

Cambios morfológicos del embrión. La radícula se desenvuelve dirigiéndose al centro de la tierra; y para ese fin se encorvará si la semilla no estuviera orientada en el suelo. Casi al mismo tiempo se desarrolla el tallito, separándose los cotiledones y rompiendo los tegumentos seminales: si el tallito crece por el espacio de eje que media entre la raicilla y los cotiledones, estos son elevados fuera de tierra (*epigeos*); si crece solo por cima del punto de inserción de los cotiledones, estos permanecerán debajo de tierra (*hipogeos*).

RESUMEN

La SEMILLA es el óculo fecundado y maduro. Se compone de tegumentos ó EPISPERMO y ALMENDRA. El primero es membranoso ó duro, sencillo ó doble, liso ó con modificaciones; y la segunda está formada por el albumen y el embrión.

El ALBUMEN no es propio de todas las semillas maduras; procede del núcleo ó de la nuececilla y menos veces de la chalaza; su consistencia es amilácea, carnosa, oleaginosa, córnea - et-cétera, notándose que el desarrollo es inverso al de los cotiledones; es materia de reserva para el EMBRIÓN. Este se compone de RADÍCULA, TALLITO y COTILEDONES, representantes de la raíz, tallo y hojas. Unos vegetales tienen dos cotiledones, y la raíz se desarrolla directamente (exorrizos) y otros presentan un cotiledon y la raicilla nace de la primitiva (endorrizos). Las disposiciones del embrión dentro de la semilla varían mucho, pero lo general es que esté la radícula dirigida al micropilo y la plúmula á la chalaza. Las semillas varían también en cuanto á la forma, tamaño, número, colocación sobre las placentas y accidentes de su superficie.

La MADURACIÓN del fruto y la semilla se hace simultáneamente por transformaciones químicas operadas en ellos: en general deben ser las semillas maduras más densas que el agua, aunque no es regla absoluta para juzgar de la facultad germinativa.

Las semillas, saliendo del fruto, se DISEMINAN por la superficie del globo, á beneficio de las aves y del viento ó de las aguas, además de que ellas, con sus pelos, alas, ó lanzándolas con elasticidad los frutos, pueden trasladarse á regiones distintas.

La GERMINACIÓN es el acto de pasar un embrión de la vida latente á la vida activa. Hacen falta CONDICIONES INTRÍNSECAS como son la buena organización de la semilla y no haber perdido su poder germinativo. Se precisan igualmente las influencias EXTRÍNSECAS, de humedad que reblandece los tejidos y disuelve los materiales, de calor en un grado conveniente para cada planta, y del oxígeno del aire. para las combustiones orgánicas de que será asiento el embrión durante su PERIODO GERMINATIVO. En este periodo sufre cambios químicos la substancia de la semilla, y el embrión va cambiando de forma y desenvuelve sus órganos, para empezar el PERIODO VEGETATIVO del nuevo sér.

LECCIÓN 26

CUADRO SINÓPTICO

Criptógamas.	Tipo I.	Talofitas.	}	Clase Algas.
				» Hongos.
	Tipo II.	Muscíneas.	}	Clase Hepáticas.
				» Musgos.
Tipo III.	Criptógamas fibrovasculares.	}	Clase Filicíneas.	
				» Hidropteríneas.
				» Equisetíneas.
				» Licopodíneas.

ORGANIZACIÓN DE LAS CRIPTÓGAMAS

Aparte de lo consignado aisladamente de estas plantas en las lecciones anteriores, debe dedicarse á estas plantas una lección especial, sin entrar en detalles, que se expondrán en la parte descriptiva.

Y como la organización en conjunto es heterogénea será conveniente tratar de los diferentes grupos, según el cuadro anterior.

Las algas y los hongos componen el tipo de TALOFITAS, plantas celulares, con *talo*.

Clase Algas. Estas plantas habitan casi todas en el agua y su color es verde. Su órgano vegetativo es un *talo* de varias formas, filamentosos, laminar ó sólido. La clorofila tiñe solo ciertas partes del protoplasma, aunque á veces está oculta por otras materias de color azul, amarillo, pardo ó rojo, sirviendo este caracter de base para su clasificación, y determinando la mayor ó menor profundidad á que pueden vivir en las aguas.

La reproducción puede ser asexual por esporas, ó sexual. Las esporas son móviles en muchas familias, merced á varios cilios vibrátiles (Zoosporas), careciendo de membrana celulósica; en otras son inmóviles.

En la sexual cabe que se haga por gametos iguales, dotados de movimiento ó faltos de él: se llama ese fenómeno *isogamia*. Si de los dos gametos uno es masculino (*anteridio*) y otro femenino (*oogonio*), es la reproducción por *heterogamia*: las células masculinas son los *anterozooides* y las femeninas las *oosferas*, y entre ambas originan la gametospora ó verdadero germen.

Antes de germinar la gametospora, cuando lo hace sobre la planta madre, pasa por una fase intermedia llamada *esporogonio*.

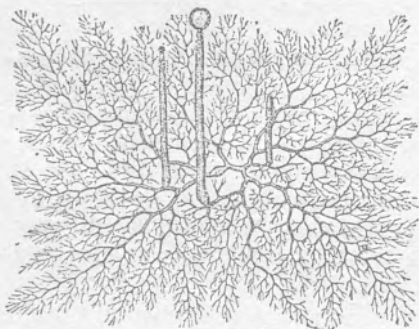


Fig. 122.—Tallo ramoso de *Mucor Mucedo*, nacido de una espora central; *a*, principio del tubo esporífero; *b*, empieza á formarse el esporangio, que está más adelantado en *c*, (Brefeld).

Para la clasificación de estas plantas se atiende: al color que presenten; á que el talo sea sencillo ó ramificado, filamentososo ó macizo; á la formación exógena ó endógena de las esporas; á la isogamia ó heterogamia; á la fijeza ó movilidad de sus células sexuales, y á otros diversos caracteres. Las subclases son: CIANOFICEAS, CLOROFICEAS, FEOFICEAS, RODOFICEAS.

Clase Hongos. Parásitos por no tener clorofila; no elaboran, como ya se ha dicho, principios ternarios, pero sí los albuminoideos. El talo puede ser sencillo, unicelular ó pluricelular. Se llama *micelio* el aparato vegetativo de algunos Hongos (fig. 122), formado por filamentos simples ó ramosos, que ordinariamente se cruzan ó se extienden en una lámina; puede ser también pulposo y tuberculoso. Con el micelio toman, como si fueran pelos radicales, los principios nutritivos sobre los cuales viven. En algunos Hongos se forman *esclerocios* cuando las condiciones del medio no los permite vivir: es tal la vitalidad de estas masas tuberosas que, si después de haber permanecido seco el esclerocio durante mucho tiempo se coloca en un lugar caliente y húmedo, empieza á vegetar, produciendo un nuevo talo, ó directamente el aparato reproductor.

Se producen por esporas inmóviles, aunque en algunos casos se mueven como las zoosporas. Existe polimorfismo en el aparato esporífero, cuando las esporas se forman por distintos procedimientos: en este caso, se llaman propiamente *esporas* las nacidas por la formación que existe como caracter general de todas las especies afines, y las demás formas se llaman *conidios*. La formación de esporas es endógena ó exógena: en el primer caso el utrículo fructífero se llama *asca* ó *teca*, y en el segundo, *basidio*. Las esporas suelen llevar una cubierta celular doble, *exospora* y *endospora*. También ofrecen los hongos casos de reproducción sexual por isogamia ó heterogamia. En algunos hongos se llama *himenio* una membrana formada por la reunión de utrículos fecundos y estériles, llamados estos *parafisos* y *cistidios*. El receptáculo esporífero de los gasteromicetos se llama *peridio*.

La mayoría de los hongos son monocárpicos, aunque

los hay policárpicos ó vivaces. La clasificación se hace: por la complicación del talo; naturaleza y origen de las esporas y de las células fructíferas, y naturaleza y caracteres del himenio en los basidiomicetos y ascomicetos.

Las subclases en que se dividen son: MIXOMICETOS, OOMICETOS, USTILAGINIDOS, UREDINIDOS, BASIDIOMICETOS y ASCOMICETOS.

Las Hepáticas y los Musgos componen el tipo MUSCINEAS, criptógamas celulares y sin raíces, pero con tallos y hojas. Poseen una fase de transición, llamada *protonema*, entre la primera y la adulta.



Fig. 123.—*Polytrichum commune*—*a*, tallo fructífero; *b*, periquecio; *c* esporogonio; *d*, sus piezas; *e*, cofia; *f*, anteridio emitiendo los anterozoides, rodeado de parafisos; *g*, parte de un anteridio; *h*, anterozoide aislado.

Clase Hepáticas. El protonema presenta formas diferentes, apareciendo hojas en algunas especies. Se reproducen asexualmente y también por *anteridios*, que están solitarios ó reunidos varios en un receptáculo de pedicelo corto, y por *oosferas* contenidas en la parte an-

cha del *arquegonio*, el cual presenta un canal para el paso del anterozoide, á manera de un pistilo. La gametospora prolifera dentro del oogonio y origina así la caja de las esporas: esta permanece dentro del arquegonio. Al modo de abrirse la cápsula en la madurez y á otros caracteres se atiende para dividir las Hepáticas en YUNGERMÁNIDAS Y MARCÁNCIDAS.

Clase Musgos. Tallo con hojas, sujeto al suelo por raíces muy delgadas (*rizoides*). Suele dividirse y crecer por el extremo superior, al paso que se destruye por la base, dejando un terreno rico en *humus* donde estas plantas vegeten. Se clasifican en *acrocarpes* si fructifica el eje principal y *pleurocarpos*, si fructifican las ramas laterales (figura 123).

Las hojas son pequeñas, generalmente enteras, sentadas sobre el tallo en disposición alterna ó verticilada, variando de caracteres las que están cerca de los órganos reproductores: las que envuelven á las agrupaciones masculinas forman el *perigonio* y el *periquecio* las que encierran agrupaciones femeninas ó hermafroditas. Se reproducen asexualmente por yemas ó propágulos y además por *anteridios* y *arquegonios*, con los cuales se hallan mezclados *parafisos*, que son pelos estériles.

Fecundada la oosfera se hace prolifera para originar el *esporogonio* ó cápsula de esporas, el cual rompe el arquegonio, llevándose por delante la membrana de éste en forma de capuchón ó *cofia*. El esporogonio ó cápsula suele ir sobre un pedicelo largo, y tiene dentro las esporas y un tejido llamado columnita. La dehiscencia del esporogonio suele hacerse transversalmente, levantándose un *opérculo*, además de la cofia. Algunas veces, después de desprendidas esas dos piezas, queda todavía una membrana (*peristoma*) obturando la caja: del modo de romperse ésta se

deducen caracteres para clasificar determinadas familias. La parte inferior donde quedan las esporas es la *urna*.

Viven los musgos en lugares frescos, húmedos y sombríos, junto á los árboles ó sobre los muros, y se dividen en *Esfágnidos* y *Briinidos*, atendiendo á la longitud del pedicelo y á las superficies que ofrezcan las células madres de las esporas.

Varias familias forman el tipo CRIPTÓGAMAS VASCULARES, cuyos caracteres son análogos á las Fanerógamas, excepto el carecer de flores, pudiéndose reproducir por esporas ó por los dos órganos sexuales ya citados. En efecto, la raíz es vascular, el tallo, subterráneo ó aéreo, lleva hojas (*frondes*) grandes ó rudimentarias. Estas plantas nacen de una espóra, en forma de *protalo*; en éste aparecen los órganos sexuales, de cuya fecundación resulta una gametospóra dispuesta á germinar y engendrar la planta adulta, en la cual no hay órganos sexuales: son dos fases diferentes y complementarias.

Algunas veces ofrece la planta adulta *macrosporangios* y *microsporangios*; los primeros dan macrosporas, de las que nacen protalos femeninos, y los segundos microsporas, de las que nacerán protalos masculinos. Las criptógamas de ese grupo son, según lo dicho, monoicas ó dioicas.

Clase Filicineas. Son de protalos monóicos, y esporangios de una sola clase, agrupados. Talo nulo en las indígenas pero muy aparente en las ecuatoriales y á veces leñoso, con raíces adventicias y hojas. Estas suelen estar en forma de cayado antes de su desarrollo y constan de un peciolo (*raquis*) y de un limbo entero ó diversamente dividido. En ellas nacen los esporangios (en los helechos) agrupados en (*soros*) (fig. 124): algunas hojas son estériles. Los soros están cubiertos con frecuencia por una membrana (*indusio*), fijada por el medio ó por la circunferencia: de la extensión y forma de aquellos se deducen caracteres para los géneros. Los *esporangios* están mezclados con parafisos, y su forma varía mucho: suelen ser pedicelados y con una serie de células mayores que las otras formando el *anillo*: este es propio de algunos géneros de helechos y tiene por objeto provocar la ruptura del esporangio. Esas esporas no están



Fig. 124.—Helecho (*Polypodium vulgare*). 1, planta: *ra*, raíces; *ti* rizoma, *b*, yema terminal; *jf*, hoja arrollada; *f* hoja extendida que lleva en su parte dorsal (*lo*) multitud de esporangios (*s*) —2, un esporangio cerrado.—3 uno abierto proyectando las esporas.—4, protalo.—5, planta joven desarrollándose sobre el protalo.

fecundadas pero germinan, dan un protalo monoico y aparecen los *anteridios* y *arquegonios*.

Una familia interesante es la de los HELECHOS, á los que van aplicadas algunas consideraciones de las anteriores.

Clase Hidropteríneas, llamadas también *rizocarpeas*, por llevar las fructificaciones cerca del rizoma y de las raíces. Dos clases de esporangios y dos de esporas. Poseen hojas que á veces forman un órgano (*esporocárpico*) envolvente de los esporangios: de que aquellos sean de dos clases (según que encierran macros ó microsporangios) ó de una, se deducen caracteres de familias.

Clase Equisetíneas. Ramificación verticilada y las hojas pequeñas, también verticiladas. (figura 125).

La familia más interesante es la de las EUISETÁCEAS y de ellas se dirán algunos caracteres. Tienen rizoma del que nacen tallos tubulosos, con estrias, y tabiques transversales; ofrece nudos y en cada uno aparecen hojas que se sueldan por la base en verticilos simples ó divididos, quedando el tallo envainado. Unos tallos son muy ramosos, pero estériles, y se han comparado á la cola del caballo.

Los órganos de fructificación están en espigas densas y terminales: se componen de cuerpos colocados en verticilos, y de forma de clavos dispuestos normalmente al eje de la espiga. La cabeza de esos clavos (125. b) está rodeada de esporangios que se abren longitudinalmente para la diseminación de las esporas (125. c). Cada espora está provista de cuatro laminitas elásticas (*elaterios*), replegadas en espiral, que se separan entre sí por la desecación, favoreciendo la diseminación del utrículo á que van unidas (*e*). La

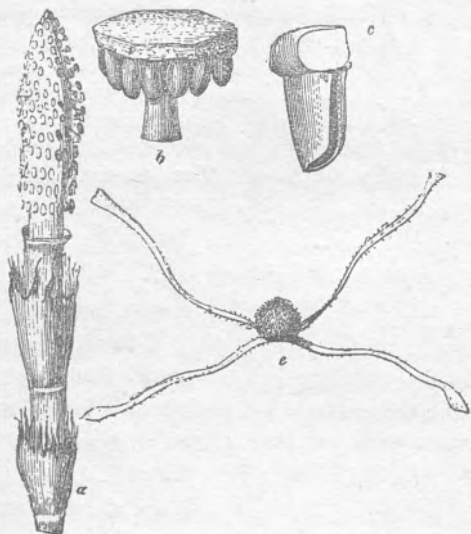


Fig. 125.—*Equisetum Telmateia*: *a*, ramo con frutos; *b*, una esca ma con cápsulas esporíferas en su base interna; *c*, una cápsula: *e*, una espora con los elaterios extendidos.

espora produce por germinación protalos dioicos. Se clasifican atendiendo á la naturaleza y disposición de sus tallos y ramas.

Clase Licopodineas. Tienen de particular la dicotomía de sus tallos y raíces y sus hojas pequeñas. De los dos órdenes que comprende LICOPÓDIDAS (Isospóreas) y SELAGINÉLIDAS (heterospóreas), el segundo comprende la familia Selagineláceas, (fig. 126) de tallo dicótomo, lo mismo que las raíces, sus hojas pequeñas, y opuestas en

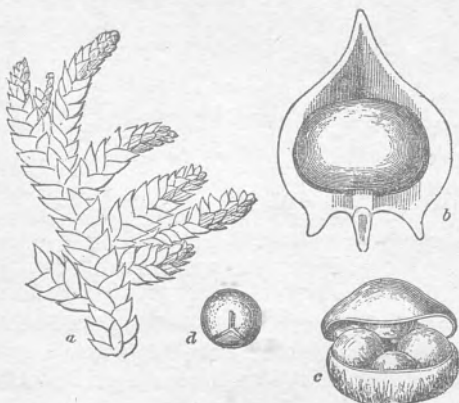


Fig. 126.—*Selaginella imbricata*: a, un ramo con frutos; b, un microsporangio; c, un macrosporangio; d, una espóra.

dos planos perpendiculares que hacen cuatro series. En las frondes bracteiformes van los esporangios colocados en forma de espiga; unos son macrosporangios con cuatro macrosporas y otros microsporangios con muchas microsporas (fig.126 b. y c). Prefieren los sitios húmedos y países tropicales. (1).

(1) Como esta lección está reducida aquí á sus puntos esenciales para ampliarla en la Fitografía, no necesita ser expuesta en forma de resumen.

LECCIÓN 27.

CUADRO SINÓPTICO

- I. Nosología: generalidades.
- II. Enfermedades debidas . . .
- | | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| } | 1. ^o | á la atmósfera. |
| | 2. ^o | al organismo propio. |
| | 3. ^o | á venenos y lesiones. |
| | 4. ^o | á seres vegetales. |
| | 5. ^o | á seres animales. |

NOSOLOGÍA VEGETAL.

I. Tiene por objeto esta parte de la Botánica estudiar las enfermedades de las plantas. Debe aspirarse á conocer, no solo la enfermedad en sí, sino la causa que la produce y los medios que son capaces de combatirla.

La enfermedad es una alteración, pasajera ó continua, de las funciones del vegetal, motivada por causas externas ó interiores.

Las enfermedades pueden ser: *generales ó locales* de ciertos órganos; *esporádicas* si atacan á cualquiera especie; *endémicas*, si son propias de determinadas familias; *contagiosas* si se comunican de unas plantas á otras por contacto ó por gérmenes; *constitucionales*, si arrancan desde el embrión y *accidentales*, si se presentan después de empezada la vegetación.

Son causas externas: una temperatura ó radiación luminosa, que pequen de excesivas ó defectuosas; una alimentación no apropiada por la cantidad ó calidad; las afecciones meteorológicas inconvenientes y el exceso de plantas en un reducido espacio. Muy directamente obran los parásitos, ya sean vegetales (*tizón, carbón, cáries*) ó animales (sobre todo los *Hemipteros*), siendo muy de notar que los parásitos sue-

len preferir unos órganos á otros; por eso son radicivoros, caulivoros, filófagos, florivoros, frugivoros etc.

Tratamiento. Dificil es combatir las enfermedades; unas veces porque su causa es desconocida, y otras por no conocerse medios eficaces para combatir las epidemias que determinan los Hongos parásitos, destruyendo ricas y extensas plantaciones. Temibles son también las plagas de animales, sobre todo de insectos, y más en el estado de *larvas* que asolan los campos. El hombre es impotente para atajarlas, y solo la naturaleza, por la acción de otros seres mamíferos, aves, reptiles, anfibios é insectos, ó por condiciones atmosféricas enérgicas é inesperadas, es capaz de oponerse al desarrollo fabuloso de muchas especies destructoras.

II. Pueden clasificarse las enfermedades por las causas que las originen:

1.º DEBIDAS Á LA INFLUENCIA DE LA ATMÓSFERA. Son causa de enfermedad y muerte para las plantas el aire impuro que lleva gérmenes, ó mucho ácido carbónico, ó con su fuerza causa deformidades y fracturas en la planta; la obscuridad ó una radiación luminosa intensa, el exceso de calor y más aún las bajas temperaturas, sobre todo si los tejidos contienen agua; es peligroso para la vegetación el deshielo rápido que no de lugar á que los jugos de la planta vuelvan por el calor moderado de los tejidos á su estado normal. El agua perjudica si va acompañada de baja temperatura y sobre todo se opone á la fácil fecundación de las flores.

2.º DEBIDAS Á LA FALTA Ó EXCESO DE FUERZA VEGETATIVA. Las malas condiciones de la atmósfera ó del suelo hacen que las plantas languidezcan, tomando color amarillo las hojas, y degenerando en palidez ó *clorosis*; á estos efectos se suman la falta de crecimiento, la esterilidad de las flores (*Aspermia* ó falta de semillas y *Oligospermia* ó pocas semillas) y la caída anticipada de las hojas, flores y frutos. Estos síntomas de falta de fuerza orgánica (*Astenia*) demuestran que las plantas reciben el calor, luz y agua en defecto ó en exceso, originándose á veces la hidropesía de los tejidos (*Anasarca*) y reblaneciéndose por efecto del agua; también son síntomas de estar atacado el organismo por vivientes parásitos.

Son contrarios los accidentes que produce un exceso de desarrollo orgánico (*Estenia*). Y no es que la planta enferme

ó muera por esta causa; el mal está en que proviene en unas plantas la excesiva formación de ramas y hoja (*Filomania*), á costa de las flores y frutos que daría en otro caso; en otras plantas vigorosas es tal la abundancia de flores y frutos, que estos, después de pesar sobre el árbol desgajando á menudo sus ramas, se quedan pequeños y sin alcanzar su completa maduración. Para combatir este vicio de la planta, se le suprime abono, ó se poda y desyema oportunamente.

3.º DEBIDAS Á VENENOS Ó LESIONES QUE SUFRA LA PLANTA. Son venenos para las plantas las substancias ácidas, las alcalinas, ciertas soluciones, como las de arsénico, mercurio, cobre..., los éteres y líquidos alcohólicos, y también los mismos principios venenosos que elaboran otras especies, como los extractos de cicuta, belladona, etc.

Una planta puede ofrecer lesiones ó úlceras, motivadas por las roturas que el viento causa, por los instrumentos cortantes, ó por sufrir el descortezamiento del tallo, que le da muerte si es en una zona circular ancha. En estos casos y en las contusiones que sufran las plantas, los tejidos se reblandecen y se pudren, por cuya razón deben cubrirse las heridas con algún cemento apropiado. Son enfermedades los tumores que se presentan sobre algunas partes de la planta, debidos á heridas, picaduras de insectos ó aborto de ciertos órganos.

4.º DEBIDAS Á VEGETALES PARÁSITOS. No hay que confundir los seres *epífitos* con los parásitos verdaderos; los primeros se apoyan sobre las plantas (Hiedra) sin esquilmarlas, aunque les hacen sombra, facilitan los nidos de insectos nocivos, y además las comprimen y hasta las rompen con el peso de sus ramas y frutos. Los segundos chupan los jugos de la víctima (*Cúscuta*).

Entre las fanerógamas se citan el Muérdago, la *Cúscuta* y el Orobanque, las cuales se fijan sobre diferentes plantas arbóreas y herbáceas.

Las parásitas criptógamas; unas vegetan en plantas muertas (*necrógenas*) y otras en vivas (*biógenas*). Suelen ser hongos, como la *Puccinia* de las gramíneas y el *Oidium* de la Vid, llamado cenizo ó polvillo de la uva. Ataca á las plantaciones de Patata el *Botrytis infestans*. A criptógamas son debidos el *Cornezuelo* del Centeno, la *Roya* de los cereales,

el carbón y el tizón del Trigo y Maiz, sin contar otras muchas enfermedades que padecen en sus hojas los árboles frutales y las plantas forrajeras, como el Trébol y Alfalfa, en sus raíces principalmente. Se debe escoger las semillas y tratarlas por flor de azufre, vitriolo azul, ó lechada de cal.

5.º DEBIDAS Á LOS ANIMALES. Los insectos especialmente producen con sus picaduras en los tejidos de las plantas las excrecencias ó tumores llamados *Agallas*, de que es buen ejemplo el Roble y el *bedegar* del Rosal. Grandes alteraciones causan los pulgones (*Aphis*) con sus picaduras y la trasudación del cuerpo (*melaza*) con que cubren las partes de la planta y dificultan la transpiración; el mismo daño causan las Cochinillas (*Coccus*) y otros diferentes Hemipteros. Numerosas especies de Lepidópteros destruyen las hojas de los vegetales, cuando nacen en el estado de oruga, que minan la madera y los frutos, así como la Langosta entre los Ortópteros es temida por los destrozos que causa cuando se desarrolla en número fabuloso: es nocivo dentro de este orden el Grillo real.

Encierran especies nocivas los Dipteros, en estado larvario, algunos Himenopteros, la Hormiga por el ácido fórmico y sobre todo el numeroso grupo de los Coleopteros: entre estos se cita el *gusano blanco* (*Melolontha*) Ciervo-volante, (*Lucanus*), las Cantáridas, Crisomelas, Háltica, Gorgojos y otros muchos.

Los moluscos terrestres, con su boca y la baba que dejan sobre las plantas; algunos aracnidos (Acaros), así como las aves granívoras y mamíferos fitófagos, son enemigos temibles para la vegetación, por más que los animales insectívoros, lo mismo aves y mamíferos que reptiles é insectos, son defensores indirectamente de las plantas.

Perseguir los animales dañinos, proteger á los útiles, por conocer bien las costumbres y modos de propagarse de unos y otros; variar las siembras de semillas á fin de que muchos insectos perezcan por no tener alimento adecuado, destruir los troncos viejos de los árboles, albergue de muchos insectos perjudiciales, y limpiar constantemente el arbolado y el suelo, son los medios de prevenir enfermedades, más eficaces siempre que los de remediarlas.

Vocabulario de las voces técnicas más usuales.



A.

- Abrazadora*.—Hoja sentada que rodea al tallo.
- Abortado*.—Organo incompletamente desarrollado.
- Acanalado*.—El tallo con surcos profundos, y el peciolo por su cara superior.
- Acaule*.—Planta que parece estar ó está desprovista de tallo.
- Acicular*.—En forma de aguja.
- Aclamidea*.—Flor desprovista de cáliz y corola.
- Acotiledónea*.—Planta de semilla sin cotiledones.
- Acrescente*.—Organo que continúa creciendo después de llenar su función (algunos cálices y estilos).
- Acrocarpio*.—El musgo definido que tiene fructificación terminal.
- Acuminado*.—Organo terminado insensiblemente en punta.
- Adnatas*.—Anteras cuyas cavidades se unen al conectivo en toda su longitud.
- Adventicio*.—Organo que nace en sitio anormal. Raíz que parte del tallo.
- Afilo*.—Tallo sin hojas.
- Agama*.—Sin reproducción sexual.
- Aglomerados*.—Organos dispuestos en grupos.
- Aglutinado*.—Reunidos por una substancia viscosa.
- Agudo*.—Que termina en punta.
- Aguijón*.—Producción dura que nace de la epidermis.
- Alas*.—Bordes membranosos situados sobre ciertos órganos, Los pétalos laterales de algunas papilionáceas.
- Albumen*.—Parte de la almendra en ciertas semillas, que nutre al embrión en el período germinativo.
- Almendra*.—Contenido de la semilla, formado por el embrión y el albumen.
- Alternativa*.—Inserción alternativa de las hojas, flores, ramas etcétera.

- Alveolos.*—Pequeños hoyos de que están provistas algunas partes de la planta.
- Amento.*—Espiga de flores unisexuales, sentadas ó casi sentadas, insertas sobre un eje común en la axila de pequeñas brácteas.
- Amibóideo.*—Protoplasma sin membrana, dotado de movilidad.
- Anastomosis.*—Se aplica el nombre á los vasos, fibras ó nervios que se reunen.
- Androceo.*—Conjunto de órganos masculinos en una flor.
- Andrógino.*—Parte que lleva flores masculinas y femeninas.
- Angiosperma.*—Fanerógama de ovarios cerrados y cuyas semillas están contenidas en un pericarpio.
- Anisogina.*—Flor con un número de estilos diferente del de sépalos y pétalos.
- Anisostémona.*—Flor que no tiene igual número de estambres que de pétalos.
- Anómala.*—Flor de corola dialipétala irregular no amari-posada.
- Antera.*—Parte del estambre donde se produce el polen.
- Anteridio.*—Órgano sexual masculino de las criptógamas.
- Anterozoide.*—Corpúsculo fecundante de la mayoría de las acotiledóneas.
- Antesis.*—Estado de la flor en su completo desarrollo.
- Annual.*—Planta que recorre su vegetación en el transcurso de un año.
- Apétala.*—Planta cuyas flores no tienen corola.
- Apiculado.*—Terminado de pronto en punta blanda.
- Apófisis.*—Abultamiento situado en el ápice de la seda que lleva la urna en algunos musgos.
- Apotecio.*—Parte de los líquenes que encierra los órganos de la reproducción.
- Aquenio.*—Fruto seco, indehiscente, con el pericarpio no adherido á la semilla.
- Árbol.*—Planta de tallo leñoso, grande y sin ramificación en la base.
- Árbolillo.*—Planta leñosa de aspecto de árbol, pero de menor tamaño.
- Árbusto.*—Planta leñosa en la base y herbácea en las ramas jóvenes, cuyo tallo total no pasa de tres ó cuatro metros.

Arilo.—Membrana procedente del cordón umbilical y aplicada sobre la semilla.

Arquegonio.—Aparato femenino de los musgos.

Articulación.—Unión de partes que á cierto tiempo se separan sin romperse sus tejidos.

Aurícula.—Prolongación redondeada ó aguda en la base de las hojas.

B.

Bacciforme.—En forma de baya.

Barba.—Arista de las glumas de las gramíneas.

Basidio.—Célula fructífera en algunos hongos, que lleva en su extremo esporas pediceladas.

Basilar.—Llámase al órgano que nace en la base de otro.

Bracteiforme.—De forma de bráctea.

Bracteilla.—Bráctea pequeña.

Bursicula.—Cavidad de las orquídeas donde está alojada la extremidad del retináculo.

C.

Caduco.—Que cae prematuramente.

Caliciforme.—Brácteas que semejan un cáliz.

Canaliculado.—Organo provisto de un canal.

Carnoso.—Con abundancia de tejido celular blando.

Centrifuga.—Inflorescencia en la cual la flor central se desarrolla la primera.

Centripeta.—Inflorescencia en la que las flores externas se desarrollan primero.

Chalaza.—Punto de la túnica interna de las semillas donde termina el cordón umbilical.

Cilios.—Pelos fuertes colocados en los bordes de los órganos.

Cima.—Inflorescencia definida.

Cocas.—Partes de un fruto compuesto que se separan en la maduración.

Costa.—Membrana que cubre más ó menos por completo la urna de los musgos.

Colectores.—Pelos que existen en algunos pistilos para recibir el polen.

Columnita.—Eje que ocupa el centro de la urna de los mus-

- gos; el que une los dos aquenios del fruto de las umbelíferas.
- Comisura*.—Superficie que une dos órganos.
- Completo*.—Órgano ó aparato que tiene todas sus partes.
- Conceptáculo*.—Órgano que encierra corpúsculos reproductores de las criptógamas.
- Conidio*.—Todo aparato reproductor de los hongos que no sea el normal dentro del orden ó familia.
- Connados*.—Dos órganos nacidos juntos, opuestos y soldados por su base.
- Conniventes*.—Partes que se aproximan por su extremo superior.
- Corónula*.—Reunión de pequeños apéndices colocados en la garganta de algunas corolas.
- Cortina*.—Filamentos que rodean los bordes del sombrero de algunos hongos, restos de un velo delicado.
- Costilla*.—Líneas salientes en los órganos, en especial del fruto.
- Cotiledones*.—Partes de la almendra que representan las hojas primordiales y preparan la nutrición al embrión durante el periodo germinativo.
- Crustáceo*.—Órgano cubierto de una lámina dura, coriácea y frágil.
- Cuello*.—Parte situada entre el tallo y la raíz.

D.

- Decumbente*.—Tallo que se eleva enseguida y cae después.
- Definida*.—La inflorescencia en que el tallo lleva en su extremidad una ó varias flores. Estambres definidos.
- Diafragma*.—Membrana que separa una cavidad en dos partes.
- Diclines*.—Nombre de las plantas de flores unisexuales.
- Didimo*.—Una parte de la planta compuesta de dos lóbulos.
- Dísticos*.—Se llaman los órganos dispuestos en dos series (hojas alternas).
- Divaricados*.—Pedúnculos, por ejemplo, divididos en partes que se separan en todas direcciones.
- Drupa*.—Fruto carnoso que encierra un hueso.

E.

- Ebúrneo.*—Que se parece al marfil.
- Eflorescencia.*—Materia pulverulenta que cubre la superficie de un cuerpo.
- Elaterios.*—Filamentos elásticos y arrollados en espiral, que fijan las esporas de las hepáticas á la planta y las lanzan al desarrollarse.
- Emarginado.*—Un poco escotado.
- Embrión.*—Parte principal de la semilla. Rudimento de una nueva planta que se desenvuelve por germinación.
- Endógeno.*—Que se forma dentro de un órgano.
- Epifragma.*—Nombre de una membrana que cierra la urna en ciertos musgos.
- Epigonio.*—Envoltura propia del órgano femenino en los musgos.
- Esparcidas.*—Colocadas sin orden aparente (hojas).
- Espermacios.*—Corpúsculos reproductores en ciertos líquenes.
- Espina.*—Producción dura y terminada en punta, que se adhiere á los tejidos profundos del órgano que la lleva.
- Espolón.*—Prolongación tubulosa situada en la base de las envolturas florales.
- Esporangio.*—Cavidad donde se desarrollan y se contienen las esporas.
- Estipitado.*—Pedicelado.
- Exerto.*—Órgano que sale de la envoltura que lo contiene.
- Exógenas.*—Nombre dado á las plantas dicotiledóneas.
- Extraxilar.*—Flores que nacen fuera de la axila de las hojas.
- Extrorsas.*—Anteras que se abren del lado de la corola.

F.

- Falciforme.*—Forma de hoz.
- Fastigiado.*—Con ramas ascendentes y aproximadas al eje.
- Filamentoso.*—Vegetal de partes alargadas, filiformes. (Confervas).
- Fistuloso.*—Órgano largo, cilindrico, hueco.
- Foliáceo.*—Órgano que se asemeja á las hojas.
- Foliolas.*—Divisiones articuladas que forman la hoja compuesta.

- Fungoso*.—Formado de substancia blanda, elástica, esponjosa como los hongos.
- Fusiforme*.—Forma de uso.
- Flabeliforme*.—Hoja con nervios como las varillas de un abanico abierto.
- Flósculos*.—Flores de las compuestas, cuyo limbo es regular ó casi regular.
- Fronde*.—Órgano que lleva el aparato reproductor en la mayoría de las plantas acotiledóneas.
- Frutescente*.—Planta parecida por su constitución y porte á un arbusto.

G.

- Garganta*.—Parte estrecha del cáliz y de la corola tubulosos.
- Geminados*.—Órganos que están por pares.
- Gemípara*.—La planta que produce yemas.
- Giboso*.—Órgano que ofrece una elevación en forma de bolsa redondeada.
- Gimnomicetos*.—Hongos de esporas desnudas y solo protegidas por la epidermis de la planta que las lleva.
- Gimnostoma*.—Se aplica á los musgos que tienen desnuda la abertura de la urna.
- Ginostemo*.—Órgano formado por la soldadura de los estambres y pistilos en las orquidáceas.
- Glabro*.—Sin pelos, lampillo.
- Glaucó*.—De color verde pálido.
- Glómérulo*.—Aglomeración irregular de muchas flores.
- Gluma*.—Especie de escama situada en la base de las espigas en las gramíneas.
- Glumillas*.—Escamas que rodean á los órganos sexuales de las gramíneas: representan el cáliz.
- Glumélulas*.—Escamitas más interiores que las glumillas: representan á la corola.
- Graminiforme*.—Aspecto ó semejanza de gramínea.

H.

- Herbácea*.—Planta cuyo tallo es de tejido poco consistente.
- Heterógama*.—Cabezuela formada de flores de diferente sexo. (Compuestas).

- Himenio*.—Membrana fructífera en los hongos.
Hipocrateriforme.—Asalvillada, en forma de copa .(corola)
Hipotecio.—Soporte particular de las tecas de algunos líquenes.
Homógamo.—Cabezuela compuesta de flores del mismo sexo.

I.

- Imbricado*.—Empizarrado.
Indefinido.—Tallo cuya punta no florece. Estambres indefinidos.
Indusio.—Membrana que cubre los soros de ciertos helechos.
Infundibuliforme.—En forma de embudo.
Introrsa.—Antera que se abre por el lado que da al pistilo.
Invólucro.—Reunión de foliolas que acompaña á las flores.

L.

- Labelo*.—División inferior del perigonio de las orquidáceas.
Lanoso.—Cubierto de pelos largos que forman como borra.
Laxo.—Flojo; por ejemplo, un eje de pocas flores.
Lateral.—Órgano inserto á los lados del que lo lleva.
Lóbulos.—Partes de un órgano separadas por divisiones más ó menos profundas.
Locular.—Dividido en cavidades.
Loculicida.—Dehiscencia en que los carpelos se abren por su línea media.
Lomentáceo.—Que se parte en varios artejos superpuestos (frutos).

M.

- Mamelón*.—Parte redondeada saliente.
Marcesciente.—Que se seca sobre la planta sin caerse.
Micelio.—Parte que primero se desarrolla en los hongos, que es el aparato nutritivo y sobre el cual nace el reproductor.
Moniliforme.—Forma de rosario.
Muerón.—Punta corta y recta, frecuente en las hojas por prolongación del nervio medio.
Muricado.—Provisto de puntas cortas, anchas en la base.

N.

Nectarios.—Glándulas que segregan el néctar.

Nuez.—Fruto unilocular, monospermo, de endocarpio leñoso y de pericarpio algo carnoso.

Nuculanio.—Fruto carnoso, con varios hueseccillos. (Níspero).

O.

Oogonio.—Órgano femenino de algunos vegetales celulares en el cual se produce la oospora.

Oospora.—Espora que nace de la fecundación. Lo oosfera fecundada.

Oseo.—Parte compuesta de un tejido seco, y duro como el hueso.

Ostiolo.—Pequeña abertura por la que pasan las esporas de algunas criptógamas.

P.

Panicula.—Inflorescencia en la que las flores inferiores tienen pedúnculos más largos que las superiores.

Parafisos.—Filamentos estériles que rodean á los órganos reproductores en muchas acotiledóneas.

Peltado.—Órgano ensanchado como escudo y unido por su centro: hoja peltada.

Pepónida.—Fruto carnoso, unilocular, con placentas parietales y muchas semillas.

Peridio.—Receptáculo membranoso que encierra los órganos de reproducción en algunos hongos.

Persistente.—Órgano que no cae cuando caen los de su misma naturaleza.

Periquecio.—Especie de invólucro que rodea la base del aparato de la fructificación de los musgos.

Peritecio.—Envoltura que posee la fructificación de los líquenes.

Piriforme.—En forma de pera.

Pleurocarpo.—Musgos cuyo fruto es lateral y cuyo tallo puede crecer indefinidamente.

Polifilo.—Con muchas hojas. Se aplica al involucro ó al verticilo.

Polimorfo.—Planta ú órgano que cambia de forma.

Prolifera.—Flor prolifera, la que produce otra flor.

Pruinoso.—Órgano cubierto de una materia pulverulenta.

Ciruela.

Pubescente.—Órgano cubierto de pelos cortos y suaves como vello.

Q.

Quilla.—Línea saliente, como en la corola de las papilionáceas.

R.

Radiantes.—Órganos que parten de un centro común, como los radios de una rueda.

Radicula.—Parte del embrión que dará lugar á la raíz.

Raquis.—Pedúnculo central ó primario en las espigas y racimos.

Regular.—Órgano cuyas partes son iguales y simétricas con relación al centro.

Reniforme.—Órgano en forma de riñón.

Radiculada.—Superficie cubierta de líneas entrecruzadas formando una red.

Retináculo.—Parte glandulosa en que terminan las caudículas de las polinias en las orquídeas.

S.

Sagitado.—Órgano en forma de flecha.

Sarmentoso.—Vegetal de ramas leñosas pero delgadas y flexibles.

Seminula.—Palabra sinónima de esporas y esporulas en las criptógamas.

Sentado.—Órgano que no tiene un soporte propio: hoja, flor, pétalo.

Setáceo.—En forma de cerda.

Simple.—Órgano que no está dividido ni ramificado.

Soro.—Reunión de esporangios que hacen la fructificación de los helechos.

- Sufrutescente*.—Planta de tallo leñoso y ramas herbáceas
Subulado.—Órgano en forma de lesna.
Sutura.—Linea correspondiente á la soldadura de dos partes.

T.

- Talo*.—Órgano de las acotiledóneas equivalente al tallo de las cotiledóneas.
Teca.—Célula donde se forman las esporas en algunos hongos.
Tépalos.—Nombre con que se significan las piezas de los perigonios simples.
Terminal.—Órgano situado en el vértice de otro.
Ternarias.—Flores cuyos órganos aparecen en número de tres ó múltiplos de tres.
Tetrágonos.—Órgano que tiene cuatro ángulos.
Tomentoso.—Órgano cubierto de pelos cortos, sedosos y abundantes.
Triquetro.—Órgano que es trigono.
Turbinado.—Órgano que tiene la forma de una peonza.
Turión.—Yema que parte de un rizoma (Espárrago).

U.

- Unilateral*.—Órganos insertos á un solo lado del eje.
Uni, bi, tri... locular.—Órgano de una, dos, tres, ... cavidades.
Urceolado.—Órgano en forma de orza.
Utriculos.—Vesículas llenas de aire, que poseen algunas plantas acuáticas.—Células que constituyen el tejido elemental.

V.

- Vaina*.—Base ensanchada del peciolo de algunas hojas (Umbelíferas).
Vaginula.—Membrana que rodea la base del pedicelo de la urna, en los musgos.
Versatil.—Antera que puede girar sobre el filamento.
Velo.—Membrana que en algunos hongos se extiende desde el peciolo al sombrerillo.

Vivaz.—Planta cuya raíz vive varios años, aunque se renuevan los tallos y las hojas.

Volva.—Membrana que envuelve al principio los aparatos esporíferos de algunos hongos, y cuya parte inferior queda como una bolsa en la base del pedicelo.

Z.

Zoosporas.—Esporas con cilios vibrátiles, que ejecutan algunos movimientos antes de la germinación.

ÍNDICE DE PLANTAS CITADAS

	Páginas.		Páginas.
A.			
Abeto..	14	Boca de dragón.	225, 230, 252
<i>Abutilon</i>	225	Borrajá.	224
Acacia.	14, 26, 152, 166	<i>Botrytis</i>	294
Acebo.	193	<i>Bryonia</i>	161, 198
<i>Acer</i>	44, 146, 269	<i>Butomus</i>	234
Acónito.	223, 226	C.	
Adelfa.	89, 98, 156, 232	<i>Cabomba</i>	151
Agracejo (<i>Berberis</i>).. . . .	161, 256, 268	Cacahuete.	214
Alcaparro.	244	Café.	275
Alcornoque.. . . .	51	Calabaza (<i>Cucúrbita</i>).. . . .	53, 106, 126
Algarrobo.	88	<i>Calla</i>	85, 216
Algas.	283	<i>Campánula</i>	151, 224
Algodonero.. . . .	41, 92, 274	Campeche.	52
<i>Alkanna</i>	67	<i>Campelia</i>	234
<i>Allium</i> (Ajo).	43, 80, 154, 232	Caña de azúcar.	61, 91
Almendro.	67	Cáñamo.. . . .	45, 103
<i>Aloe</i>	51, 52, 90	Capuchina.	147, 221, 269
<i>Alsophila</i>	143	Cardo.	212
<i>Althaa</i>	53	<i>Carex</i>	125
Altramuz (<i>Lupinus</i>).. . . .	65, 202	Castaño.	99, 153, 193, 276
Amapola..	225, 243	<i>Caulerpa</i>	84
<i>Amaranthus</i>	268	Cebada.	72
Anís.	100	Cebolla.	40, 164
<i>Anona</i>	269	Centeno.	72
<i>Aquilegia</i>	223, 243, 269	<i>Cereus</i>	125, 126
Arroz.	72	Cerezo.	217, 231
<i>Arum</i>	71, 212	<i>Ceroxylon</i>	91
Avellano.	203, 216	<i>Chelidonium</i>	101
Avena.	72, 134, 217	Ciprés.	271
Azafrán.	164, 246, 255	Clavel.	207, 223, 267
Azucena.	14, 143, 164, 251	<i>Clematis</i> (hierba de pordioseros).	166, 226, 246, 263
B.			
Balsamina.	278	Cohombriilo.	273
Bananero.	105	Col.	90, 151
Begonia.	49, 79, 88, 133	Cólchico.	258
Beleño.	53, 223, 267	Comino.. . . .	100
Belladona.	221	Consuelda.	224
<i>Bignonia</i>	141	Cornezuelo.	294
		<i>Cotyledon</i>	90
		<i>Crescentia</i>	271

	Páginas.		Páginas
Criptógamas.	15	Helecho	49, 50
Cúscuta.	126, 195	<i>Hibiscus</i>	222
D.		Hiedra (<i>Hedera He-</i> <i>lix</i>).	112, 195, 270
Dalia.	48, 50, 63, 113	Hierba pastel.	26
<i>Delphinium</i>	221	Higuera.	49
<i>Dorstenia</i>	272	<i>Himanthophyllum</i>	50
<i>Drosera</i>	94	Hipericón.	100
Dulcamara.	126	I.	
E.		<i>Inula</i>	63
<i>Echinocactus</i>	125	<i>Iris</i> (Lirio).	43, 93, 117, 129
Encina.	64, 213	J.	
<i>Equisetum</i>	290	Jacinto.	164, 214, 249
<i>Erica</i>	221	Jara.	225
<i>Eschscholtzia</i>	222, 249	Judía.	276
Escorzoneza.	101	Junco.	85
Espárrago	65	L.	
Esparto	46, 103	Laurel.	235
Estramonio.	222	<i>Lavatera</i>	236
<i>Eucalyptus</i>	64, 126, 143	<i>Lepidium</i>	281
<i>Euphorbia</i>	102	Licopodio.	14
F.		Lilo.	128
Fanerógamas.	16	Limonero.	100
<i>Ferula</i>	100	<i>Linaria</i>	279
<i>Ficaria</i>	164	Lino.	45, 67
<i>Ficus</i>	52, 68	Lirio (<i>Iris</i>).	14, 90, 242, 246
<i>Fragaria</i>	127	<i>Lobelia</i>	225
<i>Fritillaria</i>	55	Lúpulo.	100, 126
<i>Fuchsia</i>	220	M.	
G.		Maíz.	50, 72, 73, 104
<i>Galium</i>	154	Magnolia.	214, 243
<i>Gelidium</i>	62	Malva.	154, 226
Geranio.	101	Mercurial.	234
Girasol.	63, 199	<i>Mixomicetos</i>	52
<i>Githago</i>	276	Mimosa (Sensitiva).	153, 202
<i>Glaucium</i>	265	Mirto.	100
Granado.	220, 263	Morera de papel.	151
Grosellero.	216	<i>Mucor</i>	284
Guisante.	118, 161	Muérdago.	294
H.		<i>Musa</i>	277
Haya.	98, 150, 218		
<i>Hedysarum</i>	202		

	Páginas.
<i>Myrabilis.</i>	226
<i>Myrica.</i>	91

N.

Naranjo.	271
Nenufar.	232
<i>Nepenthes.</i>	153
Nuez vómica.	191

O.

Omo.	51, 268
<i>Oenothera.</i>	287
Orobánque.	294
Ortiga.	40, 64
<i>Opuntia.</i>	125
<i>Oxalis</i>	153, 202, 229, 279

P.

Palmera.	142, 150, 211
<i>Pandanus heterophyllus.</i>	116
Pasionaria.	198, 287
Patata.	71, 130
<i>Pediastrum.</i>	85
<i>Pelargonium.</i>	252
Pensamiento.	74
Peral.	217, 277
<i>Phormium</i>	103
<i>Phyllanthus.</i>	125
<i>Physalis.</i>	222, 263
<i>Phytelphas.</i>	275
Pino.	14, 103, 150, 274
Piña de América	274
Pita.	103, 126, 166
Plátano.	98
<i>Polypodium.</i>	286
<i>Polytrichum.</i>	286
<i>Populus Pyramidalis.</i>	129
<i>Potamogeton.</i>	210
Primavera.	217, 256
<i>Protococcus.</i>	37
<i>Puccinia.</i>	294

Q.

<i>Quercus</i> (Roble).	64, 98
---------------------------------	--------

R.

Rábano.	115
Ranúnculo.	201
Regaliz.	115
Remolacha.	61, 113
Reseda.	223

Páginas.

Ricino.	67, 78, 116, 134
<i>Robinia.</i>	166
Rosa de Jericó.	278
Rosal.	14, 104, 154, 166
Ruda.	100, 256
Ruibarbo.	142
<i>Rumex acetosa.</i>	88
<i>Ruscus.</i>	125

S.

Salvia.	125, 297, 284
Sauco.	43
<i>Selaginella.</i>	291
<i>Sempervivum.</i>	252
Silene.	221
<i>Sinapis.</i>	280
<i>Solanum.</i>	98
<i>Sparnania africana.</i>	243
<i>Spirogyras.</i>	44
<i>Symphoricarpus racemosus.</i>	151

T.

Tabaco.	193, 224, 242
Talofitas.	15
<i>Thuya occidentalis.</i>	88
Tilo.	103, 128, 137, 193
Tomillo.	100, 195
<i>Tradescantia.</i>	40, 53
Trigo.	72, 114, 184, 214
Tulipán.	164, 215, 235

U.

<i>Ulva imbricata.</i>	84
<i>Utricularia.</i>	153

V.

<i>Vallisneria.</i>	214
<i>Verbascum.</i>	232
Vid.	166, 179, 180
<i>Vinca major.</i>	103
Violeta.	133, 233

Z.

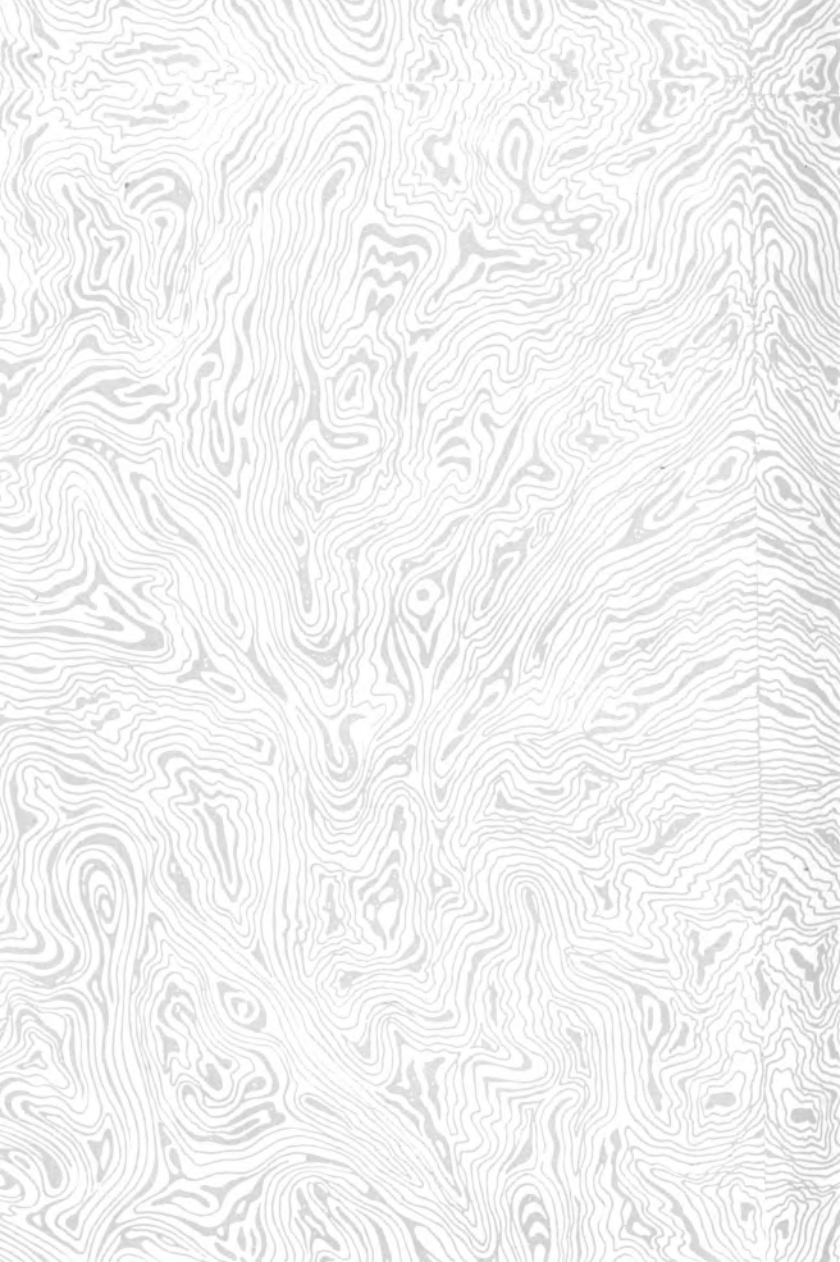
Zanahoria.	131, 212, 217
Zarzaparrilla.	71

FE DE ERRATAS



<u>Pág.</u>	<u>Lin.</u>	<u>DICE</u>	<u>LÉASE</u>
viii	24	D'Albert	Dr. Aubert
14	4	Plantas sin raices ó no vasculares	Plantas con raices ó vasculares
22	33	<i>Inidol</i>	<i>Indol</i>
40	20	é en ella hirviendo	é hirviendo en ella
43	32	<i>Yris</i>	<i>Iris.</i>
56	11	a	c
64	9	Eucaliptus	Eucalipto
72	34	rosa	sosa
75	24	Zignema	<i>Zygnema</i>
94	8	coriaces	Coriáceas
95	22	39. a	40
125	19	Penátgono	Pentágono
143	2	<i>propois</i>	<i>propios</i>
191	19	Secrección	Secreción
232	22	2, 3, 4, 5	5, 4, 3, 2
237	15	<i>Aenothera</i>	<i>Ænothera</i>
245	21	al descubiertamente	al descubierto
295	3	Alfalta	Alfalfa









G 233808



ORGANOGRÁFIA
Y FISIOLÓGIA
VEGETALES

R. RISUEÑO

