

PRONTUARIO
DE
BOTÁNICA

CON ARREGLO

al Programa adoptado en la Facultad de Ciencias

EN EL CURSO DE 1897 Á 98

POR

D. Ramón Ruiz de Beralta y López,

Ayudante de dicha Facultad.

Febrero de 1898.

GRANADA

Imprenta de Lorenzo Puchol,

sucesor de D. Jerónimo Alamo

Colegio Catalino, 1, y placeta de los Pisas, 46.



S.	A
U.	44
L.	86

BIBLIOTECA HOSPITAL REAL GRANADA	
Sala:	B
Estante:	28
Numero:	431

11

3-1-31



PRONTUARIO

DE



CON ARREGLO

al Programa adoptado en la Facultad de Ciencias

EN EL CURSO DE 1897 Á 98

17.408

POR

D. Ramón Ruiz de Beralta y López,

Ayudante de dicha Facultad.

Febrero de 1898.

GRANADA

Imprenta de Lorenzo Puchol,

sucesor de D. Jerónimo Alonso

Colegio Catalino, 1, y placeta de los Pisas, 10.



A la Srta D^a Ana Solo de Zaldívar
Directora de la Escuela Normal de Maestros,
en prueba de consideracion afectuosa
y amistad, su afmo s.s el Autor,

Pramon Ruiz de Peralta

y Lopez

PREMIO.

IMPORTANCIA DEL REINO VEGETAL.

No son los animales, ciertamente, los únicos seres animados que pueblan nuestro Globo, y animan y embellecen el planeta que habitamos, con su múltiple variedad, sus movimientos y sus útiles y benéficos productos; ni fueron tampoco los primeros representantes organizados de la escena terrestre; antes debieron existir, y en efecto, existieron los vegetales que iniciaron la aurora de la vida, en las primeras edades geológicas, reinando por mucho tiempo como únicos soberanos en los continentes, propagándose y extendiéndose por la superficie terrestre, renovándose sin cesar y contribuyendo á preparar y disponer las condiciones biológicas de los seres animales, y aun la misma morada destinada transitoriamente al hombre.

La creación vegetal precedió, sin duda, á toda otra creación orgánica, para formar ese maravilloso anillo de trasunto entre el reino mineral y el animal; magnífico eslabón que une y enlaza la materia inerte con la materia que se agita y siente, ¿Cómo no habían de existir las plantas antes que los animales, si de ellos se habían éstos de alimentar? En efecto, de plantas se alimentan todos los animales, ya directa ó indirectamente; solamente de insectos se cuentan 560.000 especies que de vegetales se alimentan exclusivamente.

Examinados los vegetales en su conjunto, han desempeñado y desempeñan un papel importantísimo en la his-

toria de la Tierra y en las magníficas armonías de la Naturaleza, y considerado el vegetal individualmente, es un ser activo, que trabaja con asiduidad y sin descanso; es á la vez la historia y el poema de la creación terrestre; es su aliento, su perfume y su adorno; vive para ella y mucho más para todos los demás y siempre y en todas partes es un ser indispensable á la vida.

Desde su primera aparición en la escena terrestre, en las primeras edades geológicas, en medio de aquella atmósfera caótica, saturada, según se cree, de óxido y ácido carbónico, ya empiezan de una manera activa á purificar aquella atmósfera apropiándose y fijando el carbono y dejando en libertad el oxígeno; y para formar idea, siquiera sea aproximada, de la extensión y límites grandiosos de la fijación del carbono ejecutada por las plantas, basta fijarse en los millones de hectáreas ocupadas por los terrenos carboníferos de antracita y de hulla, principalmente, cuyo origen no es otro que el depósito y almacén providencial de aquella vegetación exuberante y lozana, que ha guardado para las edades posteriores aquel carbono que arrebató á la atmósfera para purificarla y darla condiciones apropiadas á la vida animal.

Si consideramos, ahora, que para reunirse los vegetales necesarios para formar una capa de hulla de treinta pies de espesor, fué menester, según cálculos de renombrados geólogos, como Bisschoff, Bechem y otros, un periodo de tiempo de más de un millón de años, y añadiendo que para que dicho depósito se fosilizara ó convirtiese en hulla, era preciso transcurriesen nueve millones de años, tendremos que esa capa de carbón de treinta pies de espesor, ha necesitado diez millones de años para su formación. Teniendo en cuenta que hay capas de hulla que alcanzan cuarenta y más metros de espesor, y que además de ese combustible existen otros de épocas más recientes, como son los lignitos y las turbas, los millones de años irán acumulándose de una manera que parecerá fabulosa, y la cantidad de vegetales y la antigüedad de su existen-

cia, alcanzará una cifra fuera de los cálculos de la inteligencia humana.

Si de esta consideración referente á los servicios prestados por las plantas en las edades antiguas, pasamos á examinar su importancia en todos los tiempos de la época actual, nos convenceremos de lo indispensable que es la vida de estos seres para la vida de los demás; porque ellos son los que proveen á todos en sus necesidades ordinarias, les alimenta, les viste, les proporciona vivienda y ocupación; y si tal beneficio prodigan individualmente, los vegetales asociados desempeñan funciones todavía más extensas y elevadas, puesto que toman parte y muy activa en la regularización de los múltiples fenómenos que se verifican en la superficie del globo, é intervienen decididamente en el régimen general de la atmósfera, probando una vez más que en la Naturaleza todo es armonía, todo es compensación.

En efecto; el agua, ese agente tan indispensable á todas las funciones terrestres, huye de los parajes en que las plantas desaparecen, no acude á humedecer la tierra, donde la vegetación falta ó escasea; por el contrario las regiones cubiertas de bosques, atraen y disuelven las nubes; lluvias abundantes, refrescan y fertilizan el suelo; fuentes, arroyos y ríos, reciben su alimento necesario, y éstos á su vez llevan la animación y vida por todas partes.

Es en efecto, un hecho innegable que la acción de los vegetales sobre los hidrometeoros, es más intensa y determinada cuando se hallan en grandes agrupaciones cubriendo los flancos de las montañas y las mesetas elevadas; las magestuosas selvas, dice Rauch, que forman el más bello ornamento de la Naturaleza, ejercen un poderoso imperio sobre los meteoros acuosos, con lo que tienen afinidades tan íntimas, que parece que dependen de su existencia, todas las consonancias que ligan el reino vegetal y el animal.

Los árboles son los sifones intermediarios entre las nubes y la tierra, sus copas elevadas piden de lejos á las nu-

bes vagamundas de la atmósfera que vengan á refrigerar las verdes praderas y á fecundar los gérmenes de vida confiados á la tierra; sus absorbentes raíces atraen por reciprocidad del seno de la tierra, los fluidos superabundantes para devolverlos á las regiones superiores.

Suprimid los bosques y suprimireis las aguas; así en la Armenia como en Caldea y Mesopotamia, en que han desaparecido los bosques, ya no existen ni rios ni ganados, y aquéllos, en otro tiempo riquísimos verjeles, se han convertido en estériles tierras, yermas y despobladas.

Destruir los bosques, dice Bexòn, equivale á arrancar á la Naturaleza su más bello ornamento; es secar el clima, empobrecer los manantiales de la agricultura, enervar el comercio, debilitar la industria, quitar al hombre el medio de satisfacer sus más apremiantes necesidades y convertir un país fértil, dichoso y poblado, en tierra ávida, cuyos jugos agotados no alimentarán sino á hombres debilitados, naciones viejas y desgraciadas sobre un suelo infecundo. En donde los vegetales desaparecen, también desaparece la regularidad de las lluvias, y si alguna vez cae el agua sobre los campos, es de un modo torrencial y anómalo; acompañada de tempestades y terribles inundaciones que todo lo destruyen.

En cambio del aire embalsamado que exhalan los vegetales, una atmósfera pertinencial reina en los países donde la vegetación falta, por eso el Asia Occidental y la Palestina, en otros tiempos tan florecientes, desde que sus montes fueron talados, están invadidos de enfermedades contagiosas que diezman á sus habitantes, y hoy aquéllos antes populosos países, se han convertido en aterra-dores desiertos. El célebre químico Cadet de Vaux, lleno de entusiasmo por los árboles, exclama: Replantad, cuando corteis un árbol, ó malditos seais, vosotros que me quitais el agua; y otro sabio lleno de terror al ver talar los bosques, dijo: que la caída de un árbol hace estremecerse la tierra, y que la caída ó corte de bosque debe considerarse como una calamidad pública.

Nada tiene de extraño esa simpatía especial y esa alegría que nos producen las plantas que beneficios tan grandes nos prestan; así desde la más humilde yerba que crece en las áridas rocas, hasta los árboles corpulentos y gigantes, en todas partes excitan nuestros sentimientos, y hasta de las plantas mismas nos valemos para manifestarlos. La madre cubre de flores regadas con sus lágrimas la tumba de su hijo; con coronas de laurel y mirto ciñen la cabeza de los héroes; el pueblo de Jerusalem entusiasmado, recibe con ramas de oliva y de palma al Redentor del mundo; un ciprés, un sauce ò una acacia, indican á los vivos el fúnebre lugar en que yacen los muertos.

Bien se concibe ese secreto instinto que nos hace mirar con cariño á las plantas, y el porqué de esa impresión agradable é indeleble que deja en nuestra alma el espectáculo de una vegetación lozana y espléndida; por eso los poetas dedican á las plantas sus más bellas y sentidas canciones; el célebre Richad Castel, entre otros dedica á las plantas un precioso poema que empieza de este modo:

Encanto de mis ojos,-sonrisa de natura,
 Desplega ante mi vista-la luz de tu verdor
 Y como en la corriente-de linfa clara y pura
 Refléjense en mis versos-tus gracias y color.

No son solamente los poetas los que aman los vegetales y las flores, los ama y prefiere el niño, la mujer, el anciano; y malos informes dará de sus buenos sentimientos y de los afectos de su corazón y hasta de su moralidad, el que no sepa estimar en lo que valen esos seres tan útiles y de tan reconocida importancia; así decía el poeta don José Zorrilla en una de sus canciones á las flores:

Quien no guste de las flores
 ¿A qué tendrá inclinación?
 Quien no admire sus colores,
 Ni se arrobe en sus olores...
 ¿Qué tendrá en el corazón?

FITOLOGÍA Ó BOTÁNICA.

LECCIÓN 1.^a

Dáse el nombre de Fitología á la parte de la Historia Natural que se ocupa en conocer, distinguir y describir los vegetales.

No teniendo otros medios más adecuados para conocer los seres orgánicos que los caracteres suministrados por su organización y sus funciones, la primera parte de la Fitología general es la Organografía, que es la que estudia la estructura y conexión de los órganos, y comprende la Histología vegetal, ó sea el estudio microscópico de los tejidos: la Morfología, que explica las transformaciones normales á que deben los vegetales su forma: la Anatomía vegetal comparada, que indagando la estructura orgánica compara, no solo este órgano en cada planta, sino también en toda la serie vegetal; y por último, la Teratología, que examina las alteraciones anormales, que causas á veces desconocidas, imprimen á los vegetales modificaciones tales, que constituyen las llamadas monstruosidades.

La segunda parte es la Fisiología, que se ocupa del modo de funcionar los órganos, estudiando además las funciones metódicamente, según su diversa categoría: la Nosología estudia las alteraciones que los agentes externos producen, así en los órganos como en sus funciones, realizándose éstas de un modo anormal, ó en desorden.

Todas estas partes de la Botánica general, lo son á su vez de otra ciencia más extensa, la Biología ó ciencia de la vida.

La Fitología especial es la que examina y descubre las relaciones que existen entre las diversas plantas, las clasifica y describe; es decir, hace su historia, y es la Botánica propiamente dicha; llámase también Metodología y Fitología sistemática; sus partes ó tratados son: la Taxonomía, Glosología y Fitografía. La Taxonomía (de *taxos* orden y *nomos* ley), es la que dá metódicamente reglas en que se han de fundar las clasificaciones, aplicadas al reino vegetal, sin cuya ordenación y agrupamiento sería imposible su estudio: la Glosología comprende lo relativo al lenguaje botánico, dá reglas para su nomenclatura racional y científica extendiéndose en su sinonimia, haciendo más concreto y más universal su estudio; y la Fitografía es, por último, la que hace la descripción de los vegetales, expone sus caracteres orgánicos y fisiológicos, señala el lugar que ocupa cada uno en su grupo respectivo, y completa su historia dando á conocer sus aplicaciones más importantes.

Mas para satisfacer las aspiraciones y altos fines de la ciencia no basta el estudio de los vegetales como seres organizados y vivos, ya de un modo aislado, ya asociados en sus mútuas relaciones, es preciso además examinar sus áreas de dispersión consecuentes con sus diversas condiciones biológicas, y á esta parte interesante de la ciencia se la denomina Fitología topográfica ó Geografía botánica.

El estudio de los vegetales que existieron en las diferentes épocas geológicas, y que á consecuencia de los trastornos y cambios que ha experimentado nuestro planeta en su larga historia física, han desaparecido de su superficie como tales seres vivos, y por evoluciones epigénicas, han pasado á la categoría de fósiles, constituye otra rama de la Botánica llamada Paleofitología, Botánica origtológica, Botánica fósil.

Todas estas divisiones y partes enunciadas correspon-

den al conocimiento completo de los vegetales, bajo el punto de vista de la ciencia pura; y estos conocimientos en su relación y aplicaciones á los distintos fines sociales y que proporcionan el bienestar del hombre, constituyen la Fitología tecnológica, que se denomina Médica, industrial, agrícola, forestal, etc., según la ciencia, arte ó industria á que se aplique.

Vegetal. Sólo podemos definirle valiéndonos de sus caracteres negativos; así decimos: que es un ser organizado que carece de sensibilidad y de movimiento voluntario.

Sus diferencias con el animal se pueden marcar de un modo general si se observa y atiende á su forma, estructura, composición y modo de verificar sus funciones; pero particularizando y comparando animales de organización muy sencilla con vegetales que la tienen algo complicada, se observan tales analogías, que han hecho declarar á algunos naturalistas que no hay un límite, una verdadera barrera de separación entre los animales y vegetales. Sin embargo, tales analogías, y para algunos identidades son más aparentes que reales, porque son debidas á la comunidad de su origen orgánico; ambos seres participan de ciertas propiedades, que siendo comunes también han de serlo en sus efectos, es decir, en su desarrollo y evolución: si bien se examinan, aunque se extremen y exageren las tales analogías, todavía tendremos á nuestra mano caracteres bastantes á diferenciarlos. En efecto, lo mismo el vegetal que el animal tienen como principio histológico y primordial la célula, unidad orgánica en que resplandece el plan de la creación, y esa unidad presidiendo á una gran variedad constituye los elementos de belleza de esa misma creación.

La célula vegetal es distinta de la célula animal en su protoplasma, su núcleo, en sus cambios y evoluciones; el trabajo de diferenciación no solo es distinto de un animal á un vegetal sino entre animales y vegetales consigo mismos; los elementos químicos de la célula en ambos son los mismos, pero es distinta su proporción atómica, como lo

es también la manera de funcionar la fuerza organogénica, y por consiguiente los productos de sus reacciones tienen que ser diversos, como lo son los principios inmediatos á que dan lugar, ternarios en los vegetales, cuaternarios en los animales. Estas consideraciones son suficientes á comprender las diferencias que existen entre los diversos tejidos animales y vegetales, y como producto de su distinta evolución y desarrollo, la diferente forma, estructura, composición y demás caracteres de los órganos respectivos. Por ello, no se encuentra en el vegetal ni vestigios de tejido nervioso, ni sistema que pueda llevar ese nombre; y careciendo de sistema nervioso, carácter primero de la animalidad y fundamento así anatómico como orgánico de la sensibilidad, carecen de la facultad de sentir y de moverse, puesto que los movimientos que se observan en ellos y más marcados en algunos, son siempre automáticos, pero nunca resultado reflejo del sentir.

Bien marcó el sabio Linneo las diferencias entre ambos seres con el aforismo, que nadie ha podido modificar: *vegetabilia corpora organisata et viva; animalia autem, corpora organisata et viva sponteque se moventia.*

Resumen del proceso vegetativo. Si examinamos debidamente la semilla de un vegetal cualquiera, tendremos en ella un ser organizado, cuya vida en estado latente, necesita para su vida activa y libre, condiciones apropiadas de temperatura, humedad, etc. Colocada en tierra con las circunstancias dichas, primero aumenta de volumen, después rómpese su cubierta exterior, y pronto aparecen en su interior dos porciones distintas y con direcciones opuestas, que juntas constituyen el llamado embrión, que no es sino el nuevo vegetal en miniatura; una de sus partes es el rejo, radícula ó bosquejo de raíz, que partiendo del punto medio del eje de dicho embrión, llamado punto vegetativo y también nudo vital, se dirige verticalmente á la tierra, con dirección descendente, y otra porción ascendente ó aérea llamada plumula, representa al tallo y sus órganos apendiculares: en las porciones laterales del nudo vi-

tal, aparecen expansiones coloreadas de verde llamadas *cotiledones*, destinadas á suministrar á la nueva planta los elementos nutritivos, hasta que adquiriera condiciones de desarrollo, aptas para recibir su nutrición completa de la tierra y de la atmósfera.

El crecimiento de la radícula le convierte en verdadera raíz, que no solo sirve de sostén al vegetal, sino que es el órgano más apropiado á la absorción de la materia nutritiva suministrada por el suelo activo: la plumula en su desarrollo constituye la porción ascendente del eje ó sea el tallo, en el que, de trecho en trecho, aparecen unas manchas á manera de ojos llamadas yemas, que encierran el rudimento de las expansiones ó prolongaciones del parenquima del mismo tallo, que se denominan hojas. Estas dos porciones descendente una y ascendente otra, es decir, raíz y tallo y sus apéndices, son los órganos destinados á la vida individual del vegetal. En la mayoría de ellos, el eje ascendente se ramifica dando lugar á otras porciones del mismo, que desempeñan el mismo papel que el tallo principal, del que no son sino prolongaciones, llamadas ramos y ramas, y las hojas de unos y otros se transforman de tal manera, que en la extremidad del tallo ó de sus divisiones, que se denomina pedúnculo, forman círculos ó verticilos muy aproximados y constituyen unos órganos nuevos, al parecer, que son las flores: estos verticilos formados por la transformación de las hojas son generalmente cuatro, alguna vez seis, y se denominan: cáliz al verticilo más exterior y todavía verde, como menos modificado; corola al inmediato, más modificado en su tejido que es más fino y en su coloración, y ambos forman el perianthio ó perigorio, ó sean las cubiertas protectoras ó florales; la ulterior y más acabada modificación de las hojas da lugar al androceo primero, y al ginneceo después, masculino el uno y femenino el otro, que juntos constituyen la verdadera flor ú órganos reproductores. El órgano masculino llamado Estambre consta de un filamento que le sirve de pie ó de sostén, una parte terminal llamada ante-

ra, que á manera de cápsula ó bolsita encierra un polvito apto para la fecundación, llamado pólen.

Por su parte el órgano femenino, ó sea el pistilo, hoja de mayor modificación y que se llama carpelo, presenta un ensanchamiento que es la placenta y un ovario que contiene los óvulos ó huevecillos que por efecto de su fecundación por el pólen, el ovario se convierte después de su madurez en fruto, y los óvulos en semillas, punto de partida del proceso vegetativo que hemos reseñado aunque ligeramente. Las plantas que tienen sus órganos sexuales visibles se denominan Farenógamas, y si son invisibles ú ocultas, Criptógamas.

Las plantas Fanerógamas, que son las más numerosas y más semejantes entre sí por su aparato vegetativo, difieren sin embargo unas de otras; pues unas, provistas de uno ó varios ovarios, sus semillas se hallan protegidas por un fruto dehiscente y éstas se llaman *Angiospermas*; otras Farenógamas carecen de estilo y stigma, sus semillas son desnudas y se denominan Gimnospermas.

Las primeras ó Angiospermas, pueden presentar su embrión desprovisto de cotiledones ò tener solamente uno ó varios alternos, ó últimamente dos ó más formando verticilos, y reciben los nombres de acotiledóneas en el primer caso, monocotiledóneas en el segundo, y dicotiledóneas en el tercero.

Las plantas criptógamas ofrecen diferencias notables no sólo en su tejido esencialmente vascular, sino también en su aparato nutritivo y en el reproductor: fórmanse con ellas tres grupos principales, atendiendo á estos caracteres: criptógamas vasculares, de cuerpo con raíces, tallo y hojas; pero sin apariencia de flor: *Muscíneas* de cuerpo con tallo y hojas; pero sin raíces ni flor, y *Talófitas* de cuerpo formado de un tallo sin flor.

LECCIÓN 2.ª

La *Célula* es el elemento anatómico primitivo y el punto de partida de toda organización: su aspecto, vista al microscopio, es el de una vejiguilla ú odrecillo de dos centésimas de milímetro á venticinco centésimas y de forma primitivamente esférica, siendo después diversiforme á consecuencia de la retracción y cambios que experimenta.

Toda célula está formada de una masa más ó menos fluida de materia viva con individualidad propia, capaz de nutrirse, reproducirse y dotada de movimiento; y así como la célula animal se presenta casi siempre desnuda, la célula vegetal al contrario, está por lo regular protegida por una capa formada por el espesamiento de una parte de su masa. Consta, pues, de tres partes principales, á saber: el protoplasma, la membrana celular y el núcleo.

El *Protoplasma* se presenta en los vegetales bajo la forma de una materia blanda, semilíquida, gelatinosa, transparente é incolora, y que en los diversos puntos de su masa presenta granulaciones de color gris; y tanto las granulaciones como el resto de la masa que lo forma es sumamente elástica y endosmótica: su composición química no está perfectamente definida; pero está compuesta de agua y diferentes principios albuminoides, y tanto por esto cuanto porque dotada de gran movilidad tiende constantemente á transformarse, no puede formularse de un modo exacto su composición, y de aquí que todas las fórmulas dadas para representarlo químicamente son todas hipotéticas.

Para reconocerle y distinguirle de las demás partes de la célula se emplean varios medios, como son: tratado el protoplasma por una disolución de nitrato mercúrico, dá un color rojo intenso; una disolución concentrada de potasa la convierte en una materia fácilmente soluble en el

agua; el sulfato cúprico con la potasa le dá color violado; los ácidos minerales le coagulan y endurecen; la tintura alcohólica de yodo, á más de coagularse, le dá coloración amarilla. Es el protoplasma la sustancia fundamental y por eso se le ha llamado también parte viva de la célula.

Membrana celular. Es la envuelta exterior de la célula, formada por el espesamiento de la porción perisférica del protoplasma, y en su principio está constituida por una sustancia hidrocarbonada llamada celulosa, cuya fórmula es $C^{12} H^{10} O^{10}$; cuando es pura es insoluble en el agua, en el alcohol y en los ácidos diluidos; pero se disuelve completamente en el óxido cupreámónico: forma una capa sólida, diáfana y muy elástica, que aumenta de consistencia con la edad, y cuando adquiere determinada densidad se opone á que en ella penetren otras sustancias que el agua; por la absorción y exhalación de ésta se provoca ya la contracción, ya la dilatación del protoplasma. Dicha membrana puede ir aumentando de volumen mientras quede protoplasma; cuando éste desaparece queda ésta constituyendo una cubierta resistente.

Núcleo. Procede de la sustancia viscosa del protoplasma, de cuya composición química participa, y se presenta formando un pequeño cuerpo constituido por un filamento arrollado sobre sí mismo y de forma globular, que bajo la influencia de los reactivos se colorea fuertemente, y la sustancia albuminoide que le forma se llama *nucleína*. El núcleo, en estado de reposo, suele rodearse de una cubierta más ó menos resistente, y en su interior suele además contener otros semejantes á él más pequeños y á manera de granulaciones, que se llaman *nucleolos*.

La célula, desde su génesis, ofrece cambios ó modificaciones que difieren con la edad: la membrana celulsica, á expensas del protoplasma, toma mayor espesor, dejando en el líquido protoplasmático huecos ó cavidades llamadas *vacuolas*, que son ocupadas por un líquido llamado celular, y éste sirve de lazo de unión del núcleo con el protoplasma por medio de fibras ó pequeños cordones que separan

entre sí las vacuolas: éstas se reúnen en una sola en el centro de las células de mayor edad, y el protoplasma unido con el núcleo se adhiere á las paredes de la membrana celulósica, hasta que por último en las células viejas, como se observa en los tallos y raíces, el núcleo y el protoplasma desaparecen, no quedando más que la membrana, y si quedan restos del protoplasma éste solo desempeña una función pasiva.

En las plantas tiernas ó en los órganos en vía de crecimiento se observa que el núcleo se secciona ó divide en varios fragmentos, y su protoplasma intersticial se mezcla con el general, y cada fragmento del núcleo son otras tantas células nuevas procedentes de la célula madre, las cuales desde este momento se individualizan, tienen existencia propia. Este procedimiento de segmentación dá lugar á la multiplicación de las células, las que pueden á su vez dividirse por igual procedimiento, contribuyendo á la formación y crecimiento de los elementos orgánicos vegetales.

La forma que toma la célula en estos cambios depende de la membrana, así como el espesor y consistencia de ésta depende á su vez del aumento y cambios del protoplasma. Cuando la célula se desenvuelve libremente toma la forma esférica ó elipsoidal; pero al comprimirse unas con otras ó en su multiplicación por segmentación, su contorno aparece poliédrico; la forma total se aproxima á un dodecaedro pentagonal, otras veces es un prisma tabular alargado y otras un paralelepípedo. A veces también aparece con una forma ramosa y otras estrellada; lo primero sucede cuando el protoplasma se distiende desigualmente ó en un sentido más que en otro, y la membrana al consolidarse queda con dicha forma; y lo segundo cuando la distensión es sensiblemente igual en todos sentidos. Múltiples y muy variadas son las formas de la superficie celular, contribuyendo para ello el que sea más ó menos uniforme el crecimiento en espesor de la membrana.

LECCIÓN 3.^a

La membrana celular sufre modificaciones que en todo ó en parte alteran sus propiedades físicas y químicas y llega á veces á sustituir á la celulosa en otro principio químico. Entre estas transformaciones merece especial mención la *cutinización*, que es la transformación de la celulosa en un producto ternario llamado *cutina* y cuya fórmula es $C^6 H^{10} O^2$ y cuya sustancia toma una coloración amarillenta ó parda con el yodo y con el cloroyoduro de zinc; es insoluble en el óxido cupreoamónico y en el ácido sulfúrico concentrado, disolviéndose en la potasa concentrada y en el ácido nítrico hirviente; resiste la acción destructora del *Bacillus amylobacter*, y la anilina y la fuxina la colorean fuertemente. Esta modificación la experimentan, por lo regular, las células que forman la capa exterior de la epidermis y la de algunos granos de pólen y los esporos de algunas criptógamas.

La *suberificación* es una transformación muy parecida á la anterior y consiste en la conversión de la celulosa en otro principio ó producto llamado *suberina*, que es análoga á la *cutina* y que viene á formar en muchas células, principalmente debajo de la capa periférica de los tallos y aun de las raíces una cubierta protectora, de gran espesor, impermeable, muy elástica, que forma el súber, ó llamado vulgarmente el corcho.

Lignificación. Consiste en la transformación que experimentan determinadas capas de la membrana celular, impregnándose, como por incrustación, de una sustancia llamada *lignina* y por otros vasculosa, sustancia más rica en carbono que la celulosa pura y cuya fórmula puede representarse por $C^{19} H^{12} O^{10}$. Esta transformación no es propiamente química sino de depósito, puesto que la celulosa lo que hace es incrustarse de lignina. La membrana lignificada toma color amarillo por el yodo y el cloruro de zinc

yodado, y la fuxina le colorea de rosa: tratada por la floroglucina con ácido clorhídrico toma tinte rojo; es insoluble en el líquido cuproamoniacal, y resiste también la acción del *Bacillus amylobacter*. Las células y fibras que se lignifican adquieren grande consistencia, forman el corazón de la madera de los árboles corpulentos y viejos. Esta sustancia parece destinada á sostener el peso del vegetal. La membrana no se lignifica en todo su espesor; en muchas fibras leñosas se pueden separar varias capas ó cubiertas concéntricas, procedentes de reacciones diversas. Las fibras del pino silvestre ofrecen tres capas: una externa, que envuelve muchas fibras; otra media, por lo general, de mayor espesor, y otra interna, de constitución más delicada; se pueden separar unas de otras fácilmente, puesto que el óxido cupro-amónico disuelve por completo á la exterior y á las demás no. Nótase además en las células periféricas de algunos vegetales y en las fibras leñosas que aumentan de dureza con la edad; pero esto no es debido á la lignificación por sí sola, sino más bien á las incrustaciones de sustancias minerales, de las que son las principales la sílice, el carbonato y oxalato de cal. La sílice, sobre todo, entra en gran cantidad en las membranas celulares epidérmicas de las gramíneas y en los tallos de los *Equisetum*, alguno de los cuales llega á contener hasta un 97 por 100 de sílice, y de aquí su empleo para limpiar metales.

El carbonato de cal, ya amorfo, ya cristalizado, puede hallarse distribuido por toda la membrana celular, ó fijarse de preferencia en determinados puntos de la misma. La porción leñosa del nogal, cedro, abeto, etc., contienen la sílice al estado amorfo; en las algas coralinas y algunas otras se distribuye y esparce de tal manera que las plantas presentan el aspecto de un polípero. Estas incrustaciones de la membrana celular no deben confundirse con los depósitos calizos que tienen lugar en las plantas acuáticas, en virtud de la descomposición del bicarbonato de cal disuelto en las aguas. También se suele encontrar el

oxalato cálcico en las células de la cutícula epidérmica, en las láminas del liber y aun en el parenquima de las hojas, como sucede en muchos esporangios, en las cortezas del sauce, álamo, plátano, etc. También la membrana celular puede dar paso á su interior á materias colorantes, hasta el punto que gran número de cortezas y de leños las contienen en tal cantidad, que por ellas son objeto de explotación: las membranas más apropiadas para esto son las cutinizadas y lignificadas.

Gelificación. Es la transformación que experimentan ciertas membranas ya cutinizadas, en otra sustancia que es isomera de la celulosa, seca, de aspecto córneo, pero muy blanda cuando se halla impregnada de agua, en cuyo caso aumenta mucho de volúmen y toma los caracteres de los mucilagos. Muchas algas, efecto de este fenómeno, se ven envueltas de una capa mucilaginosa; muchas veces la porción externa de la membrana celular solamente se cutiniza, y las capas medias son las que se gelifican: tal sucede en las semillas del *Plantago Psillium* (zaragatona), en las del lino y otras plantas; otras veces el fenómeno tiene lugar solo en las capas internas, como sucede en los sauces y malvas, y á lo que deben en parte sus propiedades emolientes. La gelificación tiene también lugar en toda la membrana celular de la médula y radios medulares de algunos frutales, como el cerezo, albaricoque, melocotonero, etc., de los que se recoge la goma, producto de la gelificación, como lo es también la llamada goma tragacantos.

La membrana celular es además susceptible de otras modificaciones y cambios en su estructura; á veces en su engruesamiento se desdobra y la célula queda recubierta de dos membranas de propiedades diversas: la exterior, llamada *exina*, es resistente, espesa y poco elástica; la interna, denominada *intina*, es blanda, pero muy elástica; esto se observa en los granos de pólen y en los órganos reproductores de algunas criptógamas; tratados por el ácido sulfúrico concentrado, la exina toma color rojo, y la

intina se disuelve; otras veces no son atacadas por igual y las membranas dichas se separan á manera de bandas que se pueden arrollar.

Diferenciación. Llámase así á las modificaciones que experimentan las células, en cuya virtud se adaptan á la función que le es propia y distinta del trabajo confiado á las inmediatas. Este fenómeno de la diferenciación se verifica á la vez en las células, en el protoplasma y en la membrana, y también en sus relaciones de unas con otras. Puede compararse este fenómeno al trabajo respectivo de varios obreros, cada uno de los cuales desempeña el oficio que le es propio, según sus aptitudes. El protoplasma, parte viva, fundamental y más activa de la célula, no cesa en dicho trabajo, en la formación de la celulosa, en su multiplicación, segmentación y demás modificaciones y transformaciones que ya hemos referido; pero además todas las partes de la célula desempeñan otro trabajo de diferenciación relativo á su colocación.

Formación de los espacios intercelulares. Hemos dicho que la membrana cuando cesa en su crecimiento se desdobra y deja espacios pequeños, en los cuales penetra el aire y otros gases: estos huecos ó espacios, de forma generalmente poliédrica, se llaman *espacios intercelulares*. Cuando la separación entre célula y célula es mucho mayor, los espacios son mayores también y reciben el nombre de *lagunas*, las cuales pueden resultar también por la destrucción de una ó varias células, y entonces no pasan por el estado ó fase de meatus: los meatus y lagunas se observan en todas las plantas, y en todas sus partes, y principalmente en las hojas. En los vegetales acuáticos, las lagunas son originadas por la disociación de las células; pero en las herváceas, y sobre todo en las gramíneas, tienen por causa el requebrajamiento á que dá lugar el desigual crecimiento de la porción externa y la porción central.

Tubos y vasos. En la primera época del desarrollo vegetativo, fácilmente se verifica el transporte de la materia



nutritiva de célula á célula, por filtración á través de sus paredes; pero realizado algún tanto el crecimiento, las células se sobrepone por sus extremidades, creciendo en longitud, viniendo á constituir verdaderos tubos que abiertos por sus extremidades y en contacto unos con otros por tabiques transversales ú oblicuos forman los vasos á través de los cuales tiene lugar la difusión de las sustancias por las paredes de la membrana celular. En este caso desaparece el protoplasma, resultando los vasos constituidos por asociación de células muertas. Los vasos pueden tener diversas formas, y se les denomina por su aspecto, punteados, rayados, anillados, espirales, etc. Los vasos ó tubos acribillados están formados por células que se comunican con los tabiques transversales, ofreciendo el aspecto de una criba, y contienen materias nitrogenadas, y durante el invierno se obturan ó cierran las cribas y la vida vegetal se adormece. Los tubos leñosos están formados por células cuyas paredes permanecen leñosas y son el medio de transporte del agua y de sustancias minerales; estos vasos permanecen abiertos, mientras las células se comunican entre sí por medio de granulaciones ó puntuaciones que forman vejiguillas ó ampollas de paredes gruesas, en cuyo medio hay una membrana muy fina destinada á filtrar las sustancias líquidas.

Los conductos secretores son también vasos ó canales por los que circulan las sustancias insolubles ó no difusibles de los productos de la destrucción de los tejidos. Estos conductos á veces ocupan el lugar de los meatos intercelulares, y las células secretoras vierten en ellos su contenido, y cuando aumenta la secreción aumentan también de diámetro; distingúense estos vasos de otros secretores por las diferentes células á que deben su origen: otras veces los productos de la secreción no salen al exterior, sino que permanecen encerrados en las cavidades de las células; tal sucede con los tubos vasos laticíferos, así llamados por contener un jugo propio de las plantas, llamado *latex*.

LECCIÓN 4.^a

La célula, además del protoplasma, el núcleo, la membrana celulosa y el jugo celular, contiene en su interior otras diferentes substancias, unas orgánicas y otras inorgánicas: las orgánicas pueden ser azoadas y no azoadas, y las inorgánicas pueden ser salinas ó no salinas, ó ácidas. Entre las no azoadas se encuentran: la fécula, la inulina, gomas, azúcares, etc., que son neutras; la pectina, pectosa y otros ácidos vegetales, que son oxigenadas; aceites crasos, resinas y ceras, hidrogenadas; esencias de trementina, de limón, naranja, etc., que son hidrocarbonadas.

Entre las azoadas se encuentran: la aleurona, albumina, fibrina, legumina, glutina, etc., todas ellas neutras; y no neutras, la clorofila, alcaloides y materias colorantes.

Las substancias inorgánicas salinas que se encuentran en las células, ya disueltas ó ya cristalizadas, son: carbonatos, oxalatos, malatos, cloruros, tartratos de cal, de potasa, etc., y de las no salinas, ácido silícico, oxálico y otros varios. Reseñaremos algunos de los más importantes.

La fécula ó almidón es muy abundante en los tubérculos subterráneos, en los frutos y semillas: se presenta bajo la forma de granitos blancos y brillantes, formados por capas concéntricas alrededor de un núcleo de color agrisado: su composición corresponde á la fórmula de la celulosa $C^{12} H^{10} O^{10}$, y se reconoce por el color azul que dá con la tintura de yodo; sus gránulos son insolubles en el agua fría y solubles en ella á la temperatura de 150° , y porque influenciados por la luz polarizada, presenta la forma de anillos atravesados por dos bandas que se cortan formando cruz. Según Nægelli, los gránulos de fécula están formados por dos substancias diferentes: una que llama granulosa y otra que denomina celulosa amilácea; la primera, soluble en la saliva á la temperatura de 40 á 45 grados, y la segunda no, por lo que conserva su forma granular. Por

último, los granos de fécula se presentan aislados en algunas semillas, como en el arroz, maiz, etc., y otras veces aparecen estratificados, como en el trigo, cebada, etc.

Inulina. Esta substancia se halló por primera vez en las raíces del *Inula elenium*, y de aquí vino su nombre; después se ha encontrado en muchas especies de las familias campanuláceas, compuestas y otras. Es una substancia que sirve de reserva nutritiva al vegetal, notándose que las plantas que la contienen no se encuentra en ellas el almidón; en efecto, es idéntica en composición y fórmula, y solo difiere en sus propiedades físicas; tratada por la tintura de yodo presenta color amarillento, insoluble en agua fría y muy soluble en la caliente.

Aleurona. Es una substancia sólida, de forma granular y de composición muy compleja: se compone de un cuerpo cristalóide, una membrana albuminoidea que le envuelve, unos corpúsculos llamados *globoides* ó *albins*, y una membrana exterior nitrogenada. Se encuentra en la mayor parte de las semillas, pudiendo estudiarse en el ricino, donde es muy abundante; sus gránulos son ordinariamente incoloros, pero también presentan en algunas semillas coloración rosada, azul, amarilla y verde. Como el agua altera sus granos, para obtenerla con facilidad se amasan con aceite ó glicerina semillas oleaginosas (almendras, nueces); haciéndolas pasar por un tamiz muy fino, y el aceite deposita la aleurona, que después se lava con éter; también puede observarse en una disolución de bicloruro mercúrico, el cual permite examinar los elementos accesorios, como son: cristaloides, proteicos, etc.

Clorofila. Es una substancia que se encuentra en el interior de la célula acompañada de una parte del protoplasma y en muchas partes de los vegetales, en forma de granos ó de una materia gelatinosa informe. Fué aislada, primero por Gauthier, en 1877, y después por Hoppe-Seyler, en estado cristalino. En muchas plantas se presenta en agujas aplastadas, que corresponden al prisma oblicuoromboidal: insoluble en el agua y soluble en el éter, en el

alcohol y en la bencina: su composición química corresponde á la fórmula $C^{56} H^{50} NO^6$. Es la sustancia que comunica á las plantas el color verde. Verdeil considera á la clorofila, ó mejor al pigmentum clorofilico, como una verdadera especie química que contiene nitrógeno y hierro; pero Fremy y otros químicos niegan que contenga hierro, y la suponen formada por dos substancias colorantes diversas, una amarilla, *filoxantina*, y otra azul, *filocianina*, y algunos suponen que su composición es análoga á la de la substancia colorante de la bilis, ó sea la *bilirrubina*: atendiendo á la distinta coloración que ofrecen los diversos órganos vegetales, se han formado dos series, la serie *wán-tica* y la serie *ciánica*: La primera comprende el rojo, rojo anaranjado, anaranjado, anaranjado-amarillo y amarillo verdoso. La segunda comprende el verde azulado, azul, azul violado, violado, violado rojizo y rojo. Se puede obtener la clorofila tratando las hojas ya desecadas por alcohol concentrado, y con el aceite de petróleo se separa la clorofila en una solución alcohólica verde; diluyendo después el alcohol y agregándole sosa disuelta se forma un precipitado verde muy intenso de clorofilato de sosa, que es soluble en el agua.

El espectro formado por la clorofila disuelta en la bencina, ofrece siete fajas oscuras, cuatro estrechas en la porción menos refrangible del espectro, y tres anchas en la más refrangible; pero la más importante y característica de la clorofila es la faja negra situada en el rojo, entre las rayas B y C de Fraunhofer. La luz es agente indispensable para la producción de la clorofila; por esto las plantas que nacen y se desarrollan en la oscuridad son amarillas, tomando el color verde si sobre ellas actúan los rayos luminosos: los del espectro obran de modo distinto; los amarillos son más activos, decreciendo la actividad hacia el violado y hacia el rojo.

Las substancias minerales contenidas en el organismo vegetal, son carbonatos, y oxalatos de cal y otros minerales silíceos: atendiendo á su aspecto, forma y composición,

se dividen en dos grupos: 1.º Cistólidos, y 2.º Rafides. Los cistólidos están compuestos de carbonato de cal, y son finas incrustaciones solubles en los ácidos débiles con desprendimiento de ácido carbónico; forman cristales apenas visibles con el microscopio. Los rafides son también pequeños cristales de oxalato de cal solo solubles en los ácidos enérgicos; se observan fácilmente en los líquenes crustáceos, en los hongos y algunas plantas farenógamas: los cistólidos á su vez se encuentran en las urticáceas, acantáceas y otras.

Tejidos. Son un conjunto de células de forma igual, de análoga diferenciación y que desempeñan una misma función.

Los tejidos pueden formarse de tres maneras distintas, según Van Tieghen; por asociación de células libres; por la división continuada de una célula madre; y por la combinación de los procedimientos anteriores. El primer procedimiento es menos frecuente, y cuando tiene lugar, la colonia celular formada por la agrupación de células libres y ovaladas, forma un disco, y las células en su crecimiento toman formas polihédricas, dejando entre ellas algunos espacios vacíos, que son ocupados por el líquido ó jugo celular. El procedimiento más común para la formación de los tejidos, es de la división celular, en la que las células derivadas de la primordial ó célula madre, van disponiéndose del modo más apropiado.

La diferenciación que primero aparece en toda masa celular, es la que da origen á una parte interior que ejecuta sus funciones protegida por una zona externa de células; este es el punto de partida del tejido protector llamado tejido tegumentario: éste presenta muchos accidentes y formas diversas: en el caso más sencillo se halla formado por una sola capa de células que forman después la epidermis, alcanzando mayor complicación en los vegetales superiores. El tejido tegumentario de varias plantas, cuyo crecimiento en diámetro es muy considerable, produce con la edad del vegetal una substancia especial, llamada sustan-

cia suberosa, y en ocasiones, á más de la epidermis y endodermis, contribuye á formar con el tejido subyacente, los estomas, pelos y glándulas vegetales ú órganos de secreción.

Los tejidos se han clasificado también en jóvenes y adultos, vivos y muertos. Los *tejidos jóvenes*, son asociaciones de células homogéneas llenas de actividad, que se dividen y subdividen sin interrupción y que se observan en todos los órganos vegetales en vías de crecimiento, y se recubren de una membrana muy ténue, sin que en ellas existan espacios ó meatos. Este tejido es llamado *meristema* por la propiedad que tienen sus células de fraccionarse constantemente, durante cierto tiempo; y como no se nota en su desarrollo diferenciación alguna, no se puede preveer el grado de complicación que alcanzara más tarde en las diversas partes del vegetal: cuando el fraccionamiento de las células cesa, continúa el crecimiento en superficie, aumenta en todos sentidos el volumen, sin formarse células nuevas. El meristema, bajo el punto de vista organogénico está caracterizado por células íntimamente unidas, y con un fraccionamiento muy activo, y bajo el punto de vista fisiológico, caracteriza á todas las partes en vías de crecimiento.

Tejidos adultos. Se llaman así, aquellos en que las células que los han formado, han realizado y terminado el trabajo de diferenciación: en estos tejidos si las células conservan el protoplasma, se denominan vivos; pero si durante su trabajo evolutivo se ha extinguido el protoplasma, y por consiguiente la substancia viviente, haciéndose incapaces de ulterior funcionamiento, se denominan muertos.

Tejidos vivos. Ya hemos dicho que son aquellos cuyas células conservan el protoplasma después del trabajo de diferenciación; pudiendo por consiguiente volver al estado de meristema, y repetir su evolución. Los más importantes de éstos, son: el parenquima, la epidermis y el tejido secretor.

El parenquima es el tejido que constituye las partes

blandas del vegetal y se halla y toma parte en los órganos de todas las plantas; las células que lo forman son de paredes muy delgadas y adheridas entre sí: la diferenciación de dichas células es de tal naturaleza, que se acomoda en cada órgano y en cada parte del vegetal á su trabajo de evolución respectivo: así es que cuando la celulosa se convierte en suberina, el parenquima se convierte en suberoso; el desarrollo de la clorofila en el tallo y en las hojas, le hace al parenquima tomar el color verde, y por último, cuando la separación de las células da lugar á los meatos y lagunas, el parenquima se hace lagunoso, permitiendo la circulación y renovación del aire y de los gases, sirviendo de flotador en las plantas acuáticas: cuando en su desarrollo forma fibras y vasos, se denomina prosenquima; y si sus elementos histológicos son gruesos y resistentes, el tejido se llama esclerenquima.

La epidermis es el representante del tejido tegumentario en general; y le forman células muy apretadas formando hiladas en unión de la membrana celulósica, que parte de ésta se convierte en cutina: la retracción de la epidermis dá lugar á unos orificios denominados estomas, destinados á dar paso á los gases atmosféricos en el interior de las plantas, siendo apéndices suyos los pelos y su tejido protector.

Tejido secretor. Las células que forman este tejido son de paredes delgadas y sin modificaciones, y que alineadas llegan á veces á constituir vasos: en éstos se acumulan los productos de la secreción y otras veces se forman en ellos. Por la forma que toman los órganos constituidos por este tejido se dividen en cuatro grupos: glándulas, nodulos, vasos y canales. Las *glándulas*, en su origen, son una célula única, en cuyo interior se acumula la substancia segregada; tienen pared propia, y por segmentación pueden ser pluricelulares; se dividen en internas y externas: las internas son células situadas en el espesor del parenquima y que encierran materias diversas: entre las externas, que son diversiformes, pueden citarse: las glándulas

llamadas digestivas, que son prominencias más ó menos alargadas, que contienen manojos de tráqueas y terminan en mazas: las papilas glandulosas situadas en los stigmas, destinadas á retener el pólen: los pelos epidérmicos que en forma de discos son también elementos secretores; y por último, también son glándulas externas las que segregan esencias como en el romero, tomillo, menta y demás labiadas.

Los *nódulos secretores* se distinguen de las glándulas en que están constituidos por espacios intercelulares y sin pared propia, viniendo á ser verdaderos depósitos, como sucede en el naranjo, mirto y eucaliptus.

Los *vasos secretores* son una serie de células cuyos tabiques transversales desaparecen; otras veces están constituidos por una sola célula excesivamente alargada y aun ramificada, y la comunicación de unos vasos con otros tiene lugar por otras células laterales. Los vasos secretores más notables son los que contienen el líquido lechoso denominado *latex*.

Los *canales secretores* están formados por una fila vertical de células que se fraccionan en cuatro partes, dejando entre sí un espacio que en el crecimiento de estas divisiones toma la forma de canal; otras veces afecta la forma de bolsa, y se denominan así, bolsas secretoras.

Tejidos muertos. Son aquellos cuyas células generadoras han perdido el protoplasma, y ellos por lo tanto han fijado definitivamente su forma, su estructura y destino, y no son susceptibles de ulterior evolución, por lo que se llaman también permanentes. Cuéntase entre otros el tejido conductor, en el que los vasos que lo constituyen son los destinados á distribuir el agua, las materias sólidas y todos los elementos nutritivos. Este tejido está representado por dos clases de vasos: los tubos liberianos y los tubos leñosos; los primeros conservan su membrana celulósica y forman la región llamada *liber*; los segundos, lignificándose su membrana, constituyen la madera. La última forma de los tejidos muertos es el esclerenquima ya descrito.

Aparatos. Los tejidos en el vegetal se asocian para desempeñar cada uno el trabajo y función que le es propio, y esta asociación dá lugar á los aparatos. Se entiende, pues, por aparato la asociación de tejidos diversos que realizan una labor común, mecánica, física ó química.

Órgano es todo tejido ó conjunto de ellos que desempeñan la misma misión fisiológica, y miembros son las partes del individuo que difieren morfológicamente.

LECCIÓN 5.^a

Nutrición vegetal. Consiste en la série de fenómenos que se verifican en el interior de la planta, en cuya virtud, las substancias que la penetran, reparando sus pérdidas, contribuyen á la conservación de sus órganos y á su vida individual. Todo el aparato nutritivo, con mayor ó menor complicación, está representado por el tallo, la raíz y las hojas.

El tallo, parte axil del embrión, existe en todas las plantas farenógamas ó cotiledóneas, aunque su estructura y dimensiones sean distintas, y según el medio en que se desarrollan se dividen en aéreos, subterráneos y acuáticos.

Los tallos aéreos reciben denominaciones apropiadas á consideraciones de su aspecto, duración, consistencia, dirección y dimensiones.

Por su aspecto y organización, se llama tronco al tallo de los árboles ó arbustos, de algunas plantas dicotiledones que á cierta altura ó punto de su longitud se ramifica formando una cima ó copa diversiforme: Tallo, simplemente ó caule, el tallo de algunas también dicotiledones, de menor consistencia y dimensiones: Caña, al tallo hueco y fistuloso, que presenta de trecho en trecho, nudos de donde salen las hojas, como se observa en las gramíneas: Canutillo ó calamo, al tallo que es blando, cilindrico ó trigono; pero sin nudos, como las juncias: Astil ó estípite, al tallo

propio de las plantas monocotiledóneas, que es leñoso y cilíndrico y termina en un ramillete de hojas, como sucede á la palmera y el drago.

Por su duración se denominan anuales, bienales y perennes, según el tiempo en que realizan y terminan sus manifestaciones vitales.

Por su consistencia pueden ser herváceos, semileñosos y sufruticosos, denominaciones análogas á las que el vulgo emplea llamándoles yerbas, matas, arbustitos, arbustos y árboles, y que tienen igual significación.

Por su forma la afectan muy variada, y se les llama cónicos, cilíndricos, comprimidos, triangulares ó trigonos, cuadrangulares, etc.

Atendiendo á su dirección, erguidos, perpendiculares, oblicuos, rastreros, sarmentosos, trepadores, volubles, etc.

Y por sus dimensiones no reciben denominaciones especiales, por la diversidad que ofrecen en este sentido; pues los hay desde muy pocos milímetros hasta 200 ó 300 metros de altura, y desde el grueso casi capilar hasta 40 ó más metros de circunsferencia; sin embargo, los tallos de las plantas crasas suelen referirse á tres formas: 1.º Tallos columnares, con surcos longitudinales, como en los cirios del Perú. 2.º Tallos mamelonares, que ofrecen abultamientos que terminan en un hacecillo espinoso, como en el género *Mammillaria*, y 3.º Los tallos compuestos, de forma oval y divisiones aplastadas y articuladas entre sí, como en la *Opuntia vulgaris* (higuera chumba).

Por el aspecto de su superficie, los tallos y sus ramificaciones se denominan lisos, ásperos, pubescentes, peliceados, lanosos, borrosos, espinosos, glandulosos y escamosos.

Tallos subterráneos. Pueden reducirse á tres grupos principales, rizomas, bulbos y tubérculos:

El *risoma* es un tallo subterráneo ó ligeramente superficial y rastrero, que ya horizontal ya oblicuo en su parte posterior dá origen á raicillas propias, y por la anterior otras raicillas fibrosas, yemas y hojas: los rizomas se lla-

man definidos cuando después de varios brotes salen al exterior, terminando en un brote florífero; tal sucede en el lirio, é indefinidos si se prolonga, su crecimiento es indeterminado, mediante una yema terminal, produciendo además otras yemas laterales que saliendo al exterior dan origen á las flores.

Bulbos. El bulbo, llamado también cepa, es una masa más ó menos redondeada, que encierra un vegetal completo; está formado: 1.º Del lescus ó platillo, que es un tallo carnoso y de forma convexa, de cuya parte inferior nacen las raíces. 2.º Varias tónicas ó escamas carnosas más ó menos compactas, que abrazan al tallo. 3.º La yema central, formada por escamas, de las que se originan las hojas y las flores, y 4.º Los bulbillos, que no son más que yemas laterales destinadas á la multiplicación de la planta. A semejanza de los rizomas, pueden los bulbos ser definidos é indefinidos, y por su forma se denominan globulosos, aovados, apeonzados, etc.: á veces las hojas externas forman vainas completas en la base del tallo, encajadas unas en otras, como en la cebolla común, y estos bulbos se llaman tunicados: cuando las tónicas son estrechas, planas y empizarradas, como en la azucena, se llaman escamosos; sólidos ó macisos, si las láminas son compactas y apretadas desde su base, confundiéndose con el disco, como en el azafrán; y cuando los bulbillos están colocados en la parte superior, unos sobre otros, se dicen sobrepuestos: los bulbos foliáceos son muy comunes en las plantas monocotiledóneas y especialmente en las liliáceas.

Tubérculos. Son bulbos carnosos y feculentos, que se hallan en el extremo de los ramos subterráneos: sus hojas que son rudimentarias, llevan en sus axilas, yemas á manera de ojos, que dispuestas en condiciones apropiadas, dan lugar á la multiplicación de la planta, como en el solanum tuberosum (patata). No deben confundirse estos tubérculos con las raíces tuberosas de la dalia y otras plantas, pues éstas carecen de yemas.

Estructura del tallo. Es bien diferente, según la distribución de sus tejidos en las tres clases de vegetales. En los dicotiledóneos, si se observa al microscopio un tallo herbáceo, se encuentra en la parte central del corte horizontal un disco formado por células casi transparentes, unidas entre sí de forma esferoidal ó poliédrica, y en el radio un círculo formado de células más yuxtapuestas y de color verde oscuro; el disco y círculo se comunican por medio de láminas celulares que partiendo del centro converjen hacia la circunferencia: entre la porción central y la externa existen haces de fibras y vasos separados por fajas y circularmente colocados; todas estas partes están formadas por el parenquima: el disco es denominado médula central; el círculo médula externa; las láminas radios medulares, y las fibras y vasos que los atraviesan hacecillos fibrovasculares. Examinado uno de estos hacecillos en un tallo herbáceo bien desarrollado, se observa además de las partes mencionadas y á partir de la médula central, tráqueas y fibras blancas, de paredes gruesas: otras fibras de menor espesor colocadas en series, y entre ellas vasos anulares, rayados y punteados: después tejido celular verde; otras fibras más gruesas y semejantes á las próximas de la médula interna, aunque en menor número; vasos ramificados y laticíferos; y por último, la médula cortical, recubierta por una tenue membrana, que no es otra cosa que la epidermis provista de cutícula. Observando el corte horizontal en su conjunto, se ve que las tráqueas, las fibras y los hacecillos próximos á la médula interna forman un círculo, sólo interrumpido por los radios medulares, cuyo círculo constituye el conducto medular; las fibras, que aunque próximas á éste, no forman parte de él, se llaman fibras leñosas; las fibras más exteriores y que se hallan separadas del conducto medular por otra zona ó serie de células análogas, son las fibras corticales, cuyo conjunto se llama *liber*, á causa de su disposición; la capa de células, que formando zona existen entre las fibras leñosas y las corticales, recibe el nombre

de zona *generatrix* ó *cambium*. Esta zona desaparece cada año en los tallos anuales; pero en los vivaces se forma una nueva capa anualmente, que aumentando su espesor, aumenta por consiguiente el diámetro de los tallos.

El tallo en las plantas dicotiledóneas anuales ofrece la misma organización que hemos examinado en las herbáceas de la misma clase; se distinguen, sin embargo, en que la parte exterior de los hacecillos, hay una série de células más yuxtapuestas ó apretadas de forma tabular, de color moreno ó blanquecino, como desprovistas de clorofila, mientras que en las herbáceas, dichas células, menos apretadas ofrecen meatos, su forma es globular y su color verde, debido á los granos de clorofila que contienen.

En los dicotiledóneos, el tejido gelatinoso del cambium forma en el primer año una zona circular entre el leño y la corteza, en el siguiente forma otra capa, en la porción exterior de las fibras leñosas y de los vasos que están en su contacto; y entre tanto en la porción interna de las fibras liberianas y de la médula externa, se forman otras dos capas respectivamente análogas á las formadas primitivamente, adquiriendo las propiedades del tejido leñoso; á su vez, la zona del cambium que se ha transformado en todas las partes que están en su contacto, y son de igual naturaleza, conserva, no obstante, su estructura celular en los puntos correspondientes á los radios medulares, los cuales continúan sin interrupción desde la médula interna á la externa. De este modo los hacecillos primitivos se dividen en dos hacecillos parciales que mediante la modificación del cambium uno producirá en el tercer año tejido leñoso, y el otro tejido cortical, y así sucesivamente en los años siguientes. Este modo de formación de las capas leñosas, dá la razón ó porqué del crecimiento antagonista de la madera y de la corteza; pudiendo averiguarse de un modo más ó menos aproximado la edad del vegetal, por el número de capas ó líneas concéntricas que se manifieste en el corte transversal del tronco. En general, esta observación es más acertada en los árboles que viven en los cli-

mas fríos, pues los de los climas templados ò cálidos las capas leñosas de los diferentes años se confunden unas con otras á causa de que la vegetación apenas se interrumpe.

De lo expuesto se deduce: que el tallo decotiledón está constituido por dos sistemas, uno interno, el leñoso ó madera, y otro externo, cortical ó corteza.

El sistema leñoso comprende en su porción central la médula y los haces fibro-vasculares; la zona de éstos más próxima á la médula forma el conducto ò estuche medular y cuya capa se halla formada interiormente por tráqueas y fibras análogas á las del liber, y por la parte exterior fibras leñosas y vasos diversiformes.

El sistema cortical se observa en él á partir de fuera á dentro: la epidermis, la envuelta suberosa, que en algunos vegetales adquiere un gran desarrollo, constituyendo el corcho; la envoltura herbácea ó médula externa, formada por tres membranas llamadas, la más externa, epifleo, la intermedia mesofleo, y endofleo la más interna; y por último, las capas corticales ó liber en cuya zona exterior existen los vasos propios y los laticíferos.

La estructura que acabamos de reseñar, es la general en los vegetales dicotiledóneos; pero se observan diferencias muy marcadas en determinadas familias, tanto en el sistema cortical como en el leñoso.

Las coníferas carecen de vasos en las zonas leñosas, no existiendo más que el conducto medular: así también los troncos de las malpigiáceas carecen de médula, en otras se hallan como confundidos ambos sistemas cortical y leñoso, y por último, otras ofrecen tallos especiales y muy distintos de los estudiados.

Estructura del tallo en los monocotiledóneos. En los vegetales en que el embrión está constituido por un solo cotiledón, no ofrece en un principio más que el tejido celular; al poco tiempo dicho tejido se prolonga en el tallo dando lugar á los haces fibro-vasculares; éstos en su formación se disponen circularmente como en los dicotile-

dóneos, pero coincidiendo su crecimiento con el desarrollo de las hojas, se multiplican y distribuyen desordenadamente al parecer, siendo tanto más numerosos, cuanto más exteriores son: el tejido celular contenido entre los hacecillos, no forma radios medulares, y aunque solo en el centro forma la médula, ésta carece de conducto ó estuche; tal sucede á las gramíneas, cuya médula va desapareciendo, y solo en las paredes interiores de los tallos quedan vástigios de ella, principalmente cuando el desarrollo y crecimiento de éstos es muy rápido y existen células en número bastante para que se solidifiquen.

De lo expuesto se deduce: que el hacecillo fibro-vascular de la planta monocotiledónea, consta, según se observa al microscopio y á partir de dentro á fuera: 1.º De fibras gruesas que cuando constituyen capas representan al liber; 2.º Traqueas; 3.º Vasos rayados ó punteados con células de igual clase; y 4.º Vasos laticíferos y fibras gruesas que vienen á constituir membranas superpuestas.

Comparando ahora en su conjunto los tallos de ambas clases de vegetales, monocotiledóneos y dicotiledóneos, por el estudio hecho en un hacecillo aislado, notaremos diferencia notable entre ambos. En los monocotiledóneos no se agrupan los hacecillos formando capas concéntricas; no se hallan tampoco separados sino por el tejido celular; ni estos hacecillos se disgregan en dos grupos distintos para formar los sistemas cortical y leñoso. Los dicotiledóneos por el contrario, conservan su estructura en toda su extensión; sus hacecillos se disponen circularmente formando en su crecimiento zonas concéntricas; y en su procedimiento evolutivo se separan para dar lugar á nuevos y distintos elementos, cortical el uno y leñoso el otro.

Como resultado de estas diferencias, los dicotiledones son más duros y resistentes en su porción interior; los monocotiledones lo son en la exterior; la forma de éstos es cilíndrica é igual en toda su longitud. Todo lo cual ha hecho suponer á los botánicos que la solidez de los unos, es á expensas de la lignificación rápida en su interior, y la

de los otros es exterior, y de aquí las denominaciones de endógenos y exógenos con que respectivamente se les designa.

LECCIÓN 6.^a

Crecimiento del tallo. Para medir el crecimiento del tallo en longitud, suele emplearse un aparato llamado Eje-nómetro. Está reducido á un cilindro de madera ó de latón, colocado por una de sus bases sobre un soporte y cuyo cilindro puede girar sobre su eje: la superficie del cilindro se cubre con papel ahumado: en dirección de las generatrices del cilindro y próximo á él pasa un hilo, que lleva una corredera provista de una punta ó punzoncito tangente á la superficie ahumada; el extremo inferior del hilo se ata al tallo, objeto del ensayo, y el extremo superior se hace pasar por la garganta de una polea sostenida por un vástago ó apéndice del soporte, convenientemente colocado, y un pesito mantiene el hilo en tensión: dando un movimiento de rotación uniforme al cilindro, al crecer el tallo, el punzón de la corredera describirá en el papel ahumado una curva, cuyas coordenadas se anotan sobre la abscisa que pase por la extremidad de dicha curva; la medida de estas coordenadas nos darán el crecimiento del tallo desde el principio de la operación.

Las observaciones y medidas hechas sobre diferentes trozos de tallo, dan á conocer que el crecimiento tiene lugar, á partir del vértice, á lo largo de los meritallos ó entrenudos. En el vértice mismo el crecimiento es poco sensible ó casi nulo; pero á corta distancia vá paulatinamente aumentando hasta llegar á un máximun; después se hace más lento, hasta que cesa por completo á pocos centímetros de la parte terminal ó superior. Para darnos cuenta como esto se verifica, damos en el tallo del lirio un corte longitudinal que pase por el vértice, y por el centro de la yema terminal, y veremos con la ayuda del microscopio,

un tejido compacto y homogéneo cuyas células se hallan en un estado de multiplicación muy activo, que son las que constituyen el meristema primitivo. El continuo é incesante fraccionamiento que tiene lugar en el meristema dá lugar á nuevas células que se superponen á las anteriores formando series á manera de columna, dando así lugar al aumento del tallo en sentido longitudinal; pero como las células de la porción periférica, se multiplican también, aunque con más lentitud, contribuyen á aumentar el diámetro del tallo.

En la base de las hojas y cerca del vértice, el trabajo de las células y su división ó partición en otras, se verifica con más lentitud; pero el tallo sigue creciendo en virtud á la acumulación de células que se superponen á las ya existentes, aumentando de volúmen dichas células y completando poco á poco sus dimensiones definitivas; este crecimiento que es el resultado de la acumulación de nuevos elementos á los ya formados, se llama crecimiento de *intercalación*, y se observa que en la zona en que este tiene lugar, es la que determina el máximun del crecimiento longitudinal del tallo. El aumento y desarrollo que adquieren los tejidos, se efectúa en las plantas del meristema primitivo, por más que su origen sea muy diferente en los distintos vegetales.

En las Criptógamas el vértice del tallo está ocupado casi en totalidad por una sola célula de mayores dimensiones que todas las demás, de forma de pirámide triangular y enclavada por su cúspide; esta célula por su posición se llama terminal y es el comienzo del meristema primitivo: dicha célula se segmenta de cuando en cuando por tabiques paralelos á sus tres caras, dando lugar á células tubulares, que á su vez se fraccionan por tabiques perpendiculares á las caras de la célula terminal, formándose pequeñas celdillas: al poco tiempo la epidermis se individualiza, verificándose después la distinción entre el cilindro central y la corteza.

En las Farenógamas el cono terminal del tallo no lo

constituye una sola célula sino varias é iguales á las demás, y que se denominan células iniciales, no pudiendo determinarse su número; de éstas unas están destinadas á la formación de la epidermis, que se individualiza más pronto en esta clase de plantas, y otras de las células iniciales comunes á la corteza y al cuerpo central, se individualizan más ó menos tarde.

Ramificación. En los diversos periodos del crecimiento, éste se realiza en una misma y constante dirección, pudiendo decir que se localiza, resultando el tallo simple ó sencillo, como sucede, entre otros, en los Helechos arborescentes; pero en el mayor número de los vegetales, el crecimiento á cierta distancia del eje, toma rumbos distintos, no se localiza sino que tiene lugar á la vez en regiones diversas, una central y otras laterales; el tallo, pues, se ramifica, y á las porciones laterales se llaman ramos y ramas, y si estos se subdividen por iguales causas en otras porciones ó vástagos menores, se denominan ramillos.

La ramificación puede ser terminal y lateral: en la terminal, que es menos frecuente, el meristema primitivo permanece indiviso por algún tiempo; después se fracciona en dos ó en varios, que cambiando la dirección del crecimiento, cada uno dá lugar á un nuevo ramo: en este caso, cesa el crecimiento en el eje principal, localizándose en el ápice de las ramas de primer orden, en éstas se fracciona de nuevo el meristema dando origen á otros secundarios y así sucesivamente. Por consiguiente, en estos casos el crecimiento solo se verifica por yemas terminales. En las plantas fanerógamas y aún en algunas criptógamas, tiene lugar la ramificación lateral; ésta se verifica acumulándose otros centros de crecimiento por debajo del vértice y á los lados del tallo, sin que el eje principal pierda su individualidad, apareciendo á su lado ramos ó ramillos que serán más antiguas cuanto más distantes se hallen del vértice: cuando el crecimiento del tallo central es mayor que el de sus divisiones ramosas, la forma que toma el vegetal es el de una pirámide y la ramificación se denomina en

racimo: otras veces se atenúa ó suspende el crecimiento del tallo central con la aparición de las yemas axilares, creciendo más proporcionalmente los ramos y sus divisiones, y entónces la ramificación es en *cima* ó *copa*. La copa ó cima se denomina unípara, cuando el tallo principal lleva un solo ramo, que en su desarrollo da lugar á una rama de segundo orden, ésta á otro de tercer orden, etc. Cuando el desarrollo de la rama tiene lugar por un solo lado, se dice que el tallo es *escorpioide*; si alterna á uno y otro lado, *helicoide*; en la ramificación de cima puede el tallo originar las ramas de dos en dos, y se dice *dicótomo*; cuando son tres, *tricótomo*, etc.

Crecimiento en diámetro ó en grosor. Al exponer la estructura de los tallos, hemos visto que el corte transversal de un tallo dicotiledón, presenta dos regiones ó sistemas distintos: una interior constituida por el leño ó madera, y otra externa más delgada que es la corteza; el límite de separación entre una y otra, está representado por la llamada zona generatrix. La madera ó leño está constituida por dos porciones ó capas, una interna y otra externa; la interna llamada vulgarmente corazón, constituida por tejidos muertos, es más oscura; la externa, llamada albura ó falsa madera, es de color más claro y formada por láminas de tejido joven; la primera no desempeña en el tallo, así desarrollado, otro oficio que el de sostén; mientras que la segunda, ó sea la albura, es la destinada á la circulación de los líquidos necesarios á la conservación y crecimiento en grosor del tallo; así vemos con frecuencia árboles viejos que han perdido el corazón y siguen viviendo sin obstáculo alguno.

El aumento en grosor del tallo tiene lugar por la acción y trabajo combinado de dos zonas generatrices. En las plantas dicotiledóneas y en las gimnospermas aumenta el diámetro del tallo, por la intervención de la zona del cambium, que aumenta la madera por la cara interna, y el liber por la externa, y por lo regular es la primera que aparece, exceptuando los tallos subterráneos: la zona ge-

neratriz del corcho, es más tardía en su formación y evolución, está destinada á constituir una cubierta protectora, favoreciendo al mismo tiempo el aumento de volumen del tallo: así en la encina, el haya y otros árboles, el tronco puede llegar á gran diámetro, mediante la acción simultánea de las dos capas ó zonas dichas.

En algunas Monocotiledóneas, como las Yucas, el aumento de volumen de su tallo en sentido transversal, es debido á un meristema secundario: este meristema toma su origen en la porción perisférica del cuerpo central; sus células exteriores principian su trabajo de diferenciación para formar una corteza secundaria; y las internas dan lugar á un nuevo parenquima, en cuyo interior se organizan los hacecillos libero-leñosos secundarios: como se ve, dicho meristema secundario es completamente distinto del cambium, no solo por su origen sino también por la manera distinta que tiene de funcionar.

LECCIÓN 7.^a

Ingerto. Es la comunicación que se establece entre la rama ó parte de un vegetal con una ó varias yemas sobre otro que se llama patrón, de análoga naturaleza y que tiene vida propia: al crecer y confundirse el ingerto con el patrón resulta otro nuevo vegetal.

El ingerto es un medio de multiplicación vegetal; puede decirse que es una propagación por estaca, que se introduce en otro vegetal, en lugar de introducirla en tierra; pero el objeto verdadero del ingerto es la mejora de los frutos, el acelerar la fructificación del patrón, ó cambiar de un modo conveniente las propiedades de las especies y variedades. Cuando por la reproducción por semilla van degenerando las buenas castas, por el ingerto se perpetúan, obteniéndose á veces especies más robustas: los árboles viejos se rejuvenecen y se aumenta el tamaño de sus frutos.

Las formas en que pueden hacerse los injertos son en extremo variadas; pero todas ellas pueden reducirse á estas: por aproximación (de pua), de yema ó vástago, ó de escudete, y de canutillo.

El sistema de *aproximación* es el más sencillo, y con frecuencia lo emplea la naturaleza, de donde lo ha aprendido el hombre; consiste en descortezar un trozo de cada una de las dos ramas, hasta descubrir la albura, y apretarlas con una fuerte ligadura. Por este procedimiento podemos entrecruzar varias ramas para formar setos naturales ó vallados. Una variedad del de aproximación es el llamado *injerto inglés*; solo se diferencia en el corte especial que se dá al patrón y al injerto, hincando una de las ramas en la entalladura de la otra, para que más íntimamente se compenetren: es propio de los árboles de madera dura.

El injerto de pua. Se hace tomando ramas que tengan una ó dos yemas y cuyo desarrollo sea menos avanzado que el del patrón, no cortándolas hasta el momento preciso: después se dá un corte horizontal al patrón y dos ó tres inclinados, colocando las puas entre ellos y cuidando que no quede hueco entre ambos: hechas las ligaduras convenientes, se cubre con el unguento de injertadores, para evitar la acción del aire. Otra forma suele darse á este procedimiento, que se llama de *corona*; para ello se levanta la corteza alrededor del patrón, sin interesar el cuerpo leñoso, y en las incisiones hechas implantar las puas: solo puede practicarse este método en árboles de corteza gruesa y elástica, como el olivo, manzano, etc.

Injerto de escudete. Debe practicarse en árboles de uno á cinco años, porque la corteza debe ser tierna, delgada y lisa: las yemas deben estar en buen estado de desarrollo, y si no lo están se despuntan las extremidades herbáceas de los vástagos para hacer refluir los jugos nutritivos á las yemas. Se practica dando un corte horizontal sobre la yema y dos laterales y oblicuos formando un triángulo isósceles, y en el patrón una incisión en forma de T en el

lado más liso de la corteza: la época más apropiada para este injerto en los árboles es Junio ó Julio, según los climas.

Injerto en canutillo. Se practica cortando una sección anular de corteza que tenga una ó varias yemas, y adaptándola sobre la cubierta del patrón: estos injertos son muy seguros por la mayor extensión superficial puesta en contacto, y se suele aplicar á los árboles corpulentos, como moreras, nogales y castaños: la adaptación del anillo del injerto debe hacerse, para mayor seguridad en el resultado, inmediatamente que se haya hecho otro igual en la corteza del patrón y sustituirlo de este modo; después se liga ó ata con estambres, cubriendo las uniones con el unguento ya dicho.

Con el único fin de propagación no deben prodigarse los injertos, pues la mayoría de las especies no lo necesitan; y además, por regla general, los árboles injertados suelen vivir menos tiempo que los de pie, á causa de las dificultades que se ofrecen para la circulación normal de la savia; pues se forman con frecuencia unos abultamientos en la base del injerto que indican claramente la detención que experimentan en su marcha los líquidos nutritivos.

Respecto á las condiciones apropiadas que deben reunir los dos elementos que han de formar el injerto para que la operación tenga buen éxito, no se han podido fijar de un modo absoluto y exacto, y por lo mismo no pueden darse reglas con carácter de invariables: pero sí es indispensable tener en cuenta que la afinidad será mayor entre variedades de la misma especie y entre especies del mismo género, y menor entre géneros de la misma familia; y además deben existir verdaderas analogías de corpulencia ó tamaño, de jugos nutritivos y circulantes, en los periodos de vegetación y en la rapidez del desarrollo respectivo.

Geotropismo. Es la acción directrix que la atracción terrestre ejerce sobre las plantas: en efecto, repetidas observaciones y experiencias han demostrado que cuando un

tallo ó alguna de sus ramas se dispone accidentalmente oblicua ú horizontal, las partes nuevas toman en su desarrollo y crecimiento la posición vertical, debida, sin duda, á la influencia ejercida por la pesantez: la acción de la atracción terrestre, siempre vertical, es solamente directrix; por eso lo mismo se ejerce hacia el interior de la tierra que en sentido opuesto, hacia la atmósfera: en el primer caso el *geotropismo* se llama positivo, en el segundo negativo: de esta última clase es el geotropismo del tallo y de sus órganos apendiculares. Cuando un tallo ha tomado la posición horizontal, las partes ya diferenciadas y crecidas conservan su posición; solo las extremidades ó partes nuevas son las que tienden decididamente á la vertical; por eso las curvas geotrópicas no se marcan sino en las regiones que se encuentran en vías de crecimiento, y son engendradas dichas curvas por las desigualdades en el desarrollo, medido de la parte inferior á la superior.

El *geotropismo* es útil y hasta necesario, porque permite la expansión de las hojas en el vegetal, y muy activo, por lo regular en el tallo central, va siéndolo menos en las ramas primarias, mucho menor en las secundarias y así sucesivamente.

Para demostrar los fenómenos debidos al geotropismo, se han hecho varios experimentos por Knight, primero, y después por Dutrochet: emplearon para ello dos ruedas de madera, una en posición horizontal y otra vertical, sometiéndolas á continuo movimiento por medio de chorros de agua, que á la vez humedecían varias semillas colocadas entre musgo en las circunferencias de las ruedas respectivas, para su germinación y notaron que en la horizontal las plúmulas se dirigían hacia arriba, y las radículas hacia abajo, mediante una inclinación de 10 grados y la velocidad del movimiento impreso á la rueda, de 150 vueltas por minuto, y con la inclinación de 45 grados y la velocidad de 80 vueltas en el mismo tiempo; pero en la rueda vertical, todas las raicillas se dirigían hacia la circunferencia, y los tallitos hacia el centro, sin desvío alguno.

Las semillas estaban subtraídas á la acción de la gravedad en la rueda vertical en su rápido movimiento, y en la horizontal obedecían á esta fuerza y á la centrífuga, creciendo la intensidad de ésta con la rapidez del movimiento impreso: por consiguiente, las raíces que siguen la dirección de la gravedad naturalmente, tuvieron que tomar la de la fuerza centrífuga en la rueda vertical, y los tallitos ó plúmulas la contraria; así como en la rueda horizontal debieron tomar una dirección media, entre la de la gravedad y la de la fuerza centrífuga, puesto que ambas obraban á la vez.

De lo cual resulta, que la gravedad es la causa determinante de la dirección que toman las dos partes del vegetal, raíz y tallo. Hay sin embargo algunas excepciones originadas por la debilidad de los tallos, el diferente peso de las ramas, y otras varias causas particulares, que se presentan en algunos árboles.

Heliotropismo. Es la influencia directrix y de atracción que ejerce la luz sobre las plantas. En efecto, la inclinación del tallo y de las ramas hacia la luz es un fenómeno tan frecuente que podemos observar hasta en nuestras mismas habitaciones: colocando en éstas varias semillas en condiciones de germinar, no dejando entrar la luz más que por un solo punto ó ventana, pronto se vé que la dirección de la planta es hacia el punto de iluminación, lo cual se ha atribuido por algunos á la necesidad de buscar el aire libre; pero si tal fuera la causa, las plantas no se inclinarian hacia las vidrieras que interceptan el paso del aire, y sí lo dan á la luz; sino que por el contrario se dirigirían hacia donde hubiese aire libre, por más oscuro que fuese el paraje, lo cual nunca tiene lugar, según los repetidos experimentos de Tessier. Por mucho tiempo se vaciló en la explicación del fenómeno, hasta que Decandolle ha demostrado que es un mero resultado de las leyes de la vegetación. En efecto, teniendo en cuenta la acción química ejercida por la luz sobre los vegetales, fácil es comprender que en las partes más iluminadas de la planta, se

fije mayor cantidad de carbono, en términos de ser la solidificación más rápida que por la parte opuesta, cuyas fibras ahilándose, deben alargarse y encorvarse fácilmente, viniendo así á inclinarse hacia la luz los ramos y tallos en tanto que conserven su primitivo color verde. La desigualdad del crecimiento en las dos mitades opuestas, una iluminada y otra no, es sin duda la causa general de la inclinación dicha. Hay plantas llamadas heliotrópicas ó heliófilas, porque giran en busca del Sol, á cuyo fenómeno se ha llamado nutación ó movimiento solsequial, como se observa en los Mirasoles, en los Helianthus, en la Enforbia helioscopia y otras muchas.

La acción de los rayos solares produce la desecación y dureza de las partes influenciadas por dichos rayos, mientras que las opuestas se mantienen jugosas y blandas, resultando de aquí la encorvadura consiguiente á la desigual fuerza y longitud de unas y otras. Por otra parte, el peso de las flores contribuye también á la nutación, mayormente si son grandes, como la del girasol; y de todos modos, siempre se inclinan hacia el Sol, obedeciendo á la acción simultanea del calor y de la luz.

Funciones desempeñadas por el tallo. Varias y de diferente importancia son las funciones encomendadas á los tallos. En primer lugar el tallo es un órgano de sostén, y con relación á esto hemos de distinguir aquellos tallos que carecen de formaciones secundarias, de los que si las tienen en virtud á su desarrollo regular. En los primeros el aparato de sostén está formado por cordones del esclerenquima, adheridos á los hacecillos libero-leñosos, cuya porción externa ocupan: en los segundos representan el aparato de sostén las cédulas de paredes gruesas que se desarrollan en la madera, las fibras y vasos de las mismas. Asi es que á medida que el tallo crece en grosor, los tejidos de la madera vieja mueren, las células se incrustan de la materia pardo-oscura que constituyendo el corazón de la madera, solo desempeña el oficio de sostenedor ó apoyo de la planta. Es verdaderamente notable que en los tallos

subterráneos y en los acuáticos no exista este aparato, puesto que por si están sostenidos en las condiciones propias en que vegetan; así como en los tallos rastreros y trepadores, dicho aparato esté solo indicado ó reducido á poca cosa.

El tallo, en segundo lugar, es el conductor de las materias nutritivas del vegetal; realizándose este transporte por vasos y tejidos leñosos, que son los destinados á conducir las materias minerales del suelo á las porciones ó partes más elevadas del vegetal, y los vasos y tejidos del líber al transporte de las materias plásticas.

El tallo es además, un órgano en que se depositan las materias nutritivas. En efecto, en su porción central y en el parenquima de la corteza, existen constantemente en sus células materias alimenticias, como fécula, almidón, azúcar, etc., es por lo tanto un receptáculo en el que la planta encuentra y toma los materiales nutritivos en proporción y medida á sus necesidades; también se encuentran dichas reservas en la médula, en los radios medulares y en el parenquima cortical.

Por último, el tallo es un órgano de fijación del carbono. Las células corticales de los tallos que se hallan expuestas directamente á la acción de la luz, contienen en abundancia granos de clorófila, y esto se verifica en mayor escala cuando las hojas abortan ó son tardías en su aparición, y en todos estos casos, la abundancia de clorófila, convierte al tallo en aparato de fijación del carbono.

El tallo, además de las funciones que acabamos de indicar como consecuencia necesaria á su desarrollo y crecimiento, es un órgano de absorción del oxígeno ambiente, así como de emisión correlativa de ácido carbónico, constituyendo este cambio de gases los fenómenos de respiración de que hablaremos más adelante.

LECCIÓN 8.^a

Hojas. La hoja es un órgano apendicular del tallo, de cuya región superficial se desarrolla: su origen es por lo tanto exógeno. Dicho órgano apendicular es originado por los nudos vitales del tallo, en los que de trecho en trecho del mismo, se acumulan células susceptibles de diferenciación y con las materias nutritivas del mismo: las distancias ó espacios comprendidos entre los nudos, las hemos denominado meritallos ó entrenudos: éstos son los generadores, no solo de las yemas que producen las hojas, sino de otras yemas productoras de ramas y ramos.

La estructura anatómica de la hoja, es idéntica á la del tallo, del que no es más que una derivación: y se halla constituida, por tanto, de los hacecillos fibro-vasculares y del parenquima: cuando los hacecillos continúan indivisos, cierto trecho, en su separación del tallo, forman una prolongación del mismo que se denomina peciolo; después se separan ó esparcen los hacecillos fibrosos unidos con el parenquima ó tejido celular, tomando en su prolongación una forma más ó menos laminar, á cuya expansión se llama limbo ó lámina de la hoja.

El peciolo, es generalmente acanalado, pudiendo ser también cilíndrico, prismático y estriado: cuando su superficie más ancha, es perpendicular á la de la lámina, se llama comprimido: si presenta expansiones laterales cortas que no pasan de la base, se dice orejudo; cuando dichas expansiones se extienden hasta el limbo, alado; y envainador cuando su ensanchamiento desde la base al limbo forma una especie de vaina al entrenudo. También sucede que no exista el peciolo, constituyéndose la hoja solo por la lámina ó limbo, en cuyo caso la hoja se dice sentada, ó por el contrario que falte el limbo y la hoja quede constituida solo por el peciolo ó cabo ensanchado desde la base, y estas hojas toman el nombre especial de *filodios*.

Limbo. En el limbo ó lámina hay que considerar su base que es el punto en contacto con el peciolo ó con el tallo: el vértice, punta diametralmente opuesta; dos caras ó páginas, una superior llamada haz, y otra inferior envés; ambas se distinguen, no solo por su color más fuerte y vivo en el haz, sino también por que en la inferior ó envés existen mayor número de estomas; y por último, el borde ó margen de la lámina límite de ambas superficies, susceptible de varias modificaciones. La masa del parenquima de la lámina, se halla surcada por ramificaciones ó expansiones de los hacesillos fibro-vasculares, que han recibido el impropio nombre de nervios, y á la disposición que presentan nerviaduras: estos hacesillos ó nervios son de dos suertes: unos formados de células leñosas, dan lugar á los vasos anulares y espirales, y su conjunto representa la madera; los otros de paredes celulares, originan los vasos cribosos ó el liber; todo como en el tallo de donde proceden: estos vasos suelen ir acompañados de cordones de esclerenquima que comunican rigidez al limbo; notándose en estas nerviaciones, que los vasos de madera se orientan hacia la cara superior ó haz, y los liberianos hacia el envés. Por lo general, existe uno más desarrollado en la parte media principal, continuación del peciolo, y otros laterales ó secundarios, los cuales á su vez se subdividen y originan otros terciarios llamados venas, y las últimas subdivisiones de éstas, venillas. La distribución de los nervios en el limbo, puede servir de carácter para distinguir las plantas monocotiledóneas de las dicotiledóneas: en las primeras no se ramifican son simples, y sean rectos ó curvos, van juntos y paralelos desde la base del limbo al vértice.

En las dicotiledóneas los nervios se ramifican y sus venas y venillas se anastomasan entre sí. Atendiendo á esta distribución de los nervios, han dividido las hojas en seis grupos, cuyas denominaciones dan á conocer su diferente posición. Tales son rectinervias, curvinervias, dijitinervias, peninervias, peltinervias, y pedatinervias,

que es cuando el nervio medio emite otros dos principales más largos que él.

Las hojas se dividen en sencillas ó aisladas y compuestas. Sencillas son aquellas en que el limbo es indiviso, ó mejor dicho único, ya sea peciolado ó sentado; y compuestas las que ofrecen varios limbos separados y articulados sobre un peciolo común, estos limbos parciales se denominan foliolos.

Las hojas aisladas ó sencillas, reciben nombres especiales por las modificaciones que experimentan en su forma, su base, su vértice, su borde ó márgen y el conjunto de su lámina. Por su forma, se las denomina, planas, cilíndricas, triangular deltoidea, trapeciforme etc. y si son más largas que anchas, lineal aleznada, acicular; y entre las que son más anchas que largas, se denominan oval ú ovalada, lanceolada, falciforme, elíptica, etc.

Por las modificaciones de su vértice, se llaman agudas, puntiagudas, obtusas, escotadas, remelladas y ganchosas.

Por las de su base, acorazonadas ó cordiformes, arriñonada ó reniforme, semilunada, aflechada y alabardada, etcétera.

Por las divisiones de su margen, se dicen: entera, dentada, festonada, aserrada, sinuosa, partida, hendida, y según el número de sus divisiones, se dicen: bífidas, trifidas, cuadrifidas: estas divisiones cuando interesan hasta el nervio medio ó á la base del limbo, se llaman partiolo-nes, y las hojas se llaman bipartidas, tripartidas, etc. Si las divisiones son lobadas, las hojas se dicen, bilobadas, trilobadas, cuadrilobadas.

Hojas compuestas. Ya hemos dicho que se llaman así cuando del peciolo común salen varios foliolos peciolados ó sentados; pero si el peciolo común se divide en otros parciales ó secundarios que llevan á su vez también foliolos, se dice que la hoja es recompuesta; y sobre recompuesta, si de los secundarios salen otros terciarios sostenidos por el principal, llevando todos ellos hojuelas. Aten-

diendo á la disposición que toman las fibras de que procede el peciolo principal, las hojas compuestas reciben el nombre de pinadas; si las hojuelas se van distribuyendo de tres en tres, ternadas ó trifoliadas se llaman; si son más de tres, digitadas; y á mayor número, se las designa con las palabras quinqué, septem y multifoliadas: imparipinada, cuando habiendo en la hoja varios pares de folíolos, termina en uno solitario ó aislado.

Relación de la hoja con el tallo. La hoja está unida al tallo, del que no es sino su prolongación ó expansión, ya con el peciolo, ya directamente; pero su distribución es tan regular, uniforme y simétrica, que está sujeta á reglas fijas y constantes, que sirven para caracterizar determinadas familias. Las posiciones principales de la hoja son dos: la aislada ó solitaria, y la verticilada; la aislada es la que se presenta sola en cada nudo, y cuando en ellos se reúnen varias forman el verticilo.

Para observar la regularidad de la hoja aislada se traza un plano que pase por el eje del tallo y la base ó nudo en que se inserta la hoja, y veremos que para cada tallo es constante la separación que media entre los planos que pasan por dos hojas sucesivas: esta separación ó distancia se llama divergencia, y se mide por la porción de arco comprendido entre dichos dos planos. El estudio y medida geométrica de estas divergencias llamadas también ciclos, constituye la Filotaxia ó Botanometría.

La divergencia mayor entre dos hojas sucesivas es aquella en que las hojas adheridas según dos generatrices opuestas del tallo, dejan entre sí 180° ó sea media circunferencia, y se la designa por la fracción $\frac{1}{2}$; en este caso todas las hojas se disponen en dos hiladas: una comprende las pares y otra las impares: ésta distribución se llama *distica*; ejemplo de esta disposición lo ofrecen las Amariídeas entre otras: cuando la disposición que toman en el tallo es tal que los planos de dos hojas sucesivas dejan entre sí un tercio de circunferencia, las hojas forman tres filas longitudinales. la primera comprende las hojas 1, 4,

7, 10, 13, &^a; la segunda las que son 2, 5, 8, 11, 14, 17, &^a, y la tercera las 3, 6, 9, 12, 15, esta disposición se llama *trística*, y se designa con la fracción $\frac{1}{3}$, ejemplo el Aliso. Otra distribución muy común es la quincuncial, designada con la fracción $\frac{2}{5}$, y tiene lugar cuando los planos de inserción de dos hojas sucesivas dan un ángulo de divergencia de 144° , ó sea $\frac{2}{5}$ de circunferencia, como sucede en el Espino, y las hojas forman cinco filas longitudinales. Aun existen divergencias de mayor complicación representadas por $\frac{3}{8}$; $\frac{6}{13}$; $\frac{8}{21}$, &^a, y cuyas consideraciones de distribución de las hojas son como las anteriormente explicadas.

La formación en serie de las divergencias ó ciclos se representan por sus respectivas fracciones y á partir de las dos primeras, para formar las siguientes se suman los numeradores y denominadores de las dos precedentes: la serie más común es: $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3}$; $\frac{2}{5}$; $\frac{3}{8}$; $\frac{6}{13}$, &^a.

Para representar la distribución de las hojas se traza en el tallo una línea que siga la dirección de los nudos y vemos que dicha línea forma una curva espiral que se denomina *espira generatrix*, la cual en igual número de vueltas contiene igual número de hojas, resultando también iguales en longitud los meritallos respectivos.

En las hojas que forman verticilo, cuando solo hay dos en cada nudo, se llaman *opuestas*, como en el Sauce; si el verticilo consta de tres hojas, éstas se dicen *ternadas*, como en el Laurel.

El estudio de la disposición de las hojas es importante, porque por lo regular es constante y sirve de carácter diferencial, y además porque permite preveer la disposición de los ramos y ramas secundarias. Sin embargo, hay casos en que esta disposición suele variar, sin que conozcamos la causa, hasta en un mismo vegetal al pasar de una á otra rama, como sucede en el Castaño; y otras veces cambia en un mismo tallo, ejemplo la Fritilaria.

Además de la disposición que las hojas toman en su salida del tallo, todavía tenemos que observar la que toman

encerradas en las yemas; á esta disposici6n se llama *pre-foliaci6n*, 6 por otros *vernaci6n*. En efecto; las hojas se hallan en algunas yemas sin doblarse, y en otras se disponen plegadas.

El crecimiento de las yemas se verifica con desigualdad; en la cara inferior es m1s activo en un principio, despu6s cambia y la superior toma m1s desarrollo, convirti6ndose de plana que era en c6ncava, y coloc1ndose verticalmente en el tallo gira sobre el punto de adhesi6n, y ent6nces la hoja se abre: en este instante el crecimiento de intercalaci6n se activa y la hoja toma su dimensi6n definitiva, hasta que terminando el trabajo de diferenciaci6n en el tallo la hoja toma su estado adulto.

En los vegetales cuyas hojas duran poco, el desarrollo de 6stas no es continuo; dentro de las yemas y protegidas por escamas que las cubren, pasan un periodo invernal en el que su vida se amortigua, hasta que activ1ndose de nuevo á la llegada de la primavera completa su desarrollo.

Duraci6n y muerte de la hoja. Terminado el trabajo de diferenciaci6n, cesa tambi6n el crecimiento, y la hoja se constituye como 6rgano encargado de funciones propias, que describiremos m1s adelante.

La hoja, lo mismo en las plantas anuales que en las vivaces, tiene una duraci6n m1s limitada que su tallo respectivo. La v6jez y muerte de la hoja se va preparando por el crecimiento y desarrollo de una 6 varias capas del tejido suberiano, que á trav6s de la base del peciolo ocupa toda la extensi6n del parenquima, y mientras sus vasos queden todav1a abiertos hay comunicaci6n entre la hoja y el tallo; pero tan pronto como las capas suberinas invaden tambi6n dichos vasos, quedan interrumpidos los medios de comunicaci6n de estos 6rganos y la hoja muere; en este caso su comunicaci6n con el tallo es por simple adherencia, y el m1s ligero choque 6 el soplo del viento determina su ca6da; si 6sta tiene lugar en cada vegetaci6n, en cada a6o, la hoja se llama caduca; pero si como en los 1rboles de follaje verde duran unas m1s que otras, apare-

ciendo otras nuevas antes de la caída de todas, el árbol aparece siempre vestido, y la hoja se llama persistente.

En algunas plantas, como las palmeras, cuando las hojas se desorganizan no caen por completo, sino que dejan en el tallo restos del peciolo, los cuales llegan á formar un revestimiento protector del tallo.

LECCIÓN 9.ª

Movimientos de las hojas y sus clases. El movimiento, signo característico de la vida, no falta en los vegetales y en sus órganos, por más que todas las manifestaciones del movimiento no sean sino automáticas. La sustancia viva de la célula, el protoplasma, goza de movimiento, y de la misma manera también lo tienen todos los órganos derivados de la masa protoplástica.

Ya hemos dicho que la hoja encerrada en la yema, efecto de su desigual crecimiento ofrece en su desarrollo la cara superior cóncava y la inferior convexa, y de aquí que al abrirse la yema la hoja gira sobre su punto de inserción, tomando una posición vertical respecto del tallo; este movimiento que, según se ha dicho, se llama de nutación, es el que determina la orientación definitiva de la hoja, en cuyo fenómeno interviene de un modo muy acentuado la acción directrix de la tierra y la luz.

En efecto; la mayoría de las hojas colocan su limbo horizontal con el haz hacia la parte superior y el envés hacia la inferior, cualquiera que sea la posición que se de al tallo; esta orientación es debida á la pesantez; si examinamos una rama horizontal tomada de la parte inferior del Haya veremos el limbo de sus hojas horizontal y en el mismo plano de la rama; pero colocada ésta verticalmente en una vasija con agua, las hojas doblan su peciolo hasta colocar el limbo horizontal: lo cual tiene lugar lo mismo durante el día que en la noche; la acción pues, es de la pesantez.

No menos decisiva es la acción de la luz en determinados movimientos. Así las plantas que reciben la luz por un solo lado, los limbos de sus hojas se orientan en dirección perpendicular á los rayos solares; y si se cambian la posición de las ramas, las hojas se van doblando lentamente hasta que su limbo quede normal á la luz; la cara superior ha de recibir la luz incidente, parte más rica en materia clorofilica; y en virtud de estas influencias el vegetal en estado adulto se encuentra en condiciones aptas para utilizar mayor suma de luz.

Otra clase de movimientos se ha observado desde muy antiguo en algunas plantas, como las leguminosas, que por la regularidad que ofrecen han recibido el nombre de periódicos: tal es, entre otros, el llamado sueño de las plantas; en efecto, durante la noche las hojas se doblan ó inclinan unas con otras, siendo constante esta posición nocturna; mientras que durante el día se abren y toman su posición erguida normal, es decir, en vigilia; por consiguiente, la influencia de la luz es bien manifiesta: y en verdad que esta distinta posición que toman las hojas durante la noche puede serle muy beneficiosa, pues exponiendo menos superficie les protege del frío y de una evaporación más enérgica.

También existen plantas cuyas hojas cierran sus folíolos cuando la luz les hiere vivamente, abriéndolos tan luego como cede la intensidad luminosa, movimientos al parecer destinados á la protección de las hojas, cuya clorofila se destruiría ó descompondría por excesiva actividad de la luz, ocasionando además la muerte del protoplasma.

Otros movimientos no periódicos, sino intermitentes, se producen en algunas plantas, de un modo notable, que el contacto, la vibración, el paso de un insecto ó cualquiera otra causa mecánica los hace ostensibles y que han recibido el nombre de movimientos provocados. Son ejemplos muy salientes la Mimosa púdica y la Oxalis sensitiva, que plegan sus hojas al más pequeño contacto; la Dionæa muscipula es llamada vulgarmente atrapamoscas, porque

sus hojas se plegan tan rápidamente que aprisionan los insectos que se posan en ellas.

Otros movimientos más notables se han observado en algunas plantas, y cuyas causas, por ser desconocidas ó mal observadas, han dado lugar á que los llamen espontáneos. Citanse, entre otras menos notables, el *Hedysarum girans*, planta propia de Bengala, cuya hoja compuesta es pinada con impar, y de sus tres foliolos, el terminar ó impar está erguido durante el día y caído y mustio por de noche; los dos laterales, tanto de día como de noche, giran ú oscilan alternativamente, es decir, que cuando uno cae el otro se levanta, y de un modo acompasado ó isocrono como un péndulo de segundos. Desfontaines asegura haber contado en la referida planta cincuenta oscilaciones por minuto.

Todos estos movimientos, que hemos aunque ligeramente reseñado, han sido objeto de hipótesis y explicaciones más ó menos satisfactorias, pero nunca podrán considerarse como productos de la sensibilidad, según el sentido y significación verdadera de la palabra, filosóficamente considerada. El asiento de estos movimientos, siempre automáticos, es la base del peciolo, en las hojas sencillas, ó si son compuestas en la base de los peciolos secundarios; dicha región, por hallarse en dichas plantas extraordinariamente dilatada, ha recibido el nombre de dilatación motora; las células de dicha región ó zona es susceptible de absorber gran cantidad de agua, á beneficio de la que se dilatan ó ensanchan y las hojas y foliolos permanecen tersos y abiertos; cuando pierden el agua por evaporación ó por la absorción de los tejidos, las células disminuyen de volumen, se hacen flaxidas, y los peciolos y foliolos decaen. La entrada y salida del agua en la dilatación motrix es debida á corrientes osmóticas, provocadas á su vez por la presencia ó ausencia del azúcar en las células que la forman; aunque no se conoce ciertamente la relación exacta en la distribución del azúcar de dicha región, y las influencias exteriores, calor, luz, choques, contacto, etc.,

que provocan los movimientos de las hojas. De todos modos, es indudable que la actividad del protoplasma juega un papel muy importante en estos fenómenos, puesto que éstos cesan por la acción de los anastésicos; sometiendo á la Sensitiva en una campana de cristal, á la acción del éter ò del cloroformo la planta permanece inactiva á los choques y sacudidas.

Funciones que desempeñan las hojas. Las funciones de las hojas se dividen en esenciales y accesorias: las esenciales pueden reducirse á verdaderos fenómenos de sustitución ò cambios gaseosos; en las accesorias la hoja se comporta como órgano de reserva nutritiva y como órgano de protección.

La primera y más esencial función de la hoja es la absorción incesante del oxígeno atmosférico, y el desprendimiento de ácido carbónico, tanto en presencia de la luz como en la obscuridad, fenómenos á que está tan ligada la vida de la hoja, que solo cesa con la muerte y ésta sobreviene con la falta de oxígeno. Dicha función se llama respiración: para demostrar la exhalación de ácido carbónico se coloca una rama con hojas sobre una lámina de vidrio, y á su lado una vasija con agua de barita, y todo se cubre con una campana de vidrio; al poco tiempo el agua de barita se cubre de una costra sólida, que no es otra cosa que carbonato bórico; y si se prolonga por mucho tiempo este experimento, toda la barita se convierte en carbonato: analizada la atmósfera que queda en la campana se ve que la proporción de oxígeno es menor que al principio de la operación. La cantidad de ácido carbónico producida es muy variable; es mayor en el verano que en el invierno, llegando á su máximo en el momento de abrirse las yemas, lo cual coincide con la fase en que las hojas desarrollan el crecimiento de intercalación.

Otra función interesante, inversa de la anterior, desempeñan las hojas en presencia de la luz, absorbiendo ácido carbónico y desprendiendo oxígeno: para demostrar esta función llamada *clorifílica*, se coloca una rama con hojas

dentro de una proveta con agua á la que se adiciona agua de Seltz, y colocada verticalmente se expone á la acción de la luz; al poco tiempo se notará el desprendimiento de burbujas gaseosas que van ocupando la parte superior de la proveta, y que analizadas se ve son de oxígeno casi puro; y de los gases que rodean la rama ha desaparecido un volumen de ácido carbónico igual al oxígeno desprendido; este ácido carbónico absorbido se descompone en el interior de las hojas, y el carbono en libertad, unido al hidrógeno y oxígeno da lugar á la formación de un hidrato de carbono, el almidón, que se mezcla con los granos de clorofila, mientras el oxígeno es expelido; para la descomposición del ácido carbónico es necesaria una cantidad de calor igual al desprendido al formarse, y no teniendo la planta un foco de donde proveerse, lo toma en virtud á la clorofila que absorve los rayos solares, bajo cuya influencia tiene lugar la descomposición.

Esta función es de una importancia vital, pues es la verdadera fuente de fijación del carbono y el origen de formación de los compuestos ternarios que contienen las plantas.

Transpiración. Esta función consiste en el desprendimiento del vapor de agua excedente, del agua absorbida por el vegetal; para comprobarla se pone una planta de hojas anchas en el platillo de una balanza, equilibrándola con pesos en el otro: pasadas algunas horas el platillo en que está la planta se aligera de peso, teniendo que restablecer el equilibrio con pesas que representarán en gramos el vapor de agua desprendido por la planta: si el experimento se repite cubriendo la planta con una campana de vidrio, la balanza no pierde el equilibrio, y la campana se recubre de gotas de agua producidas por la condensación del vapor exhalado: varias causas influyen en este fenómeno, á más de la naturaleza del vegetal, la temperatura del aire, su estado higrométrico, la acción más ó menos directa de la luz, la extensión superficial de las hojas, y otras muchas fáciles de determinar en cada caso.

Funciones accesorias. Las hojas presentan en mayor ó menor extensión un parenquima destinado á servir de almacén ó depósito de substancias nutritivas, como la fécula, azúcar, etc., para suministrarlas en ocasión oportuna; nótese esto en máxima escala en las que pudieran llamarse hojas fundamentales, los cotiledones; después este carácter va disminuyendo en general en las hojas caulinas y ramales, pero siempre existe. La hoja además sirve de protección á los demás órganos, y aun á veces se convierte y transforma en agujones, puas, etc., órganos de defensa; otras en zarcillos, para que el tallo se adhiera á los sitios próximos ó á otros vegetales y realicen su acción trepadora.

LECCIÓN 10.

Raíz. Es un órgano apendicular derivado del tallo, y cuyo desarrollo tiene lugar en la base del retoño foliar; carece de yemas, de estomas y de hojas y no toma el color verde, aunque esté expuesta á la luz. Hay vegetales, como los Musgos y los llamados vasculares, que al parecer carecen de raíz; pero está emplazada por finos filamentos llamados *rizoides*, que desempeñan el papel de aquélla.

Estructura de la raíz. La raíz está formada de dos regiones, la corteza y el cilindro central: la corteza en su parte exterior se halla constituida por una fila de células que en su desarrollo forman una capa llamada pilifera, por hallarse compuesta por los pelos absorbentes: en su porción interna comunica con el cilindro central por medio de la endodermis, quedando un espacio entre ambas ocupado por el parenquima cortical; debajo de la capa pilifera se encuentra la capa suberosa, cuerpo protector de la raíz; la endodermis, formada por células muy compactas, se lignifica en sus paredes tomando la forma de pliegues; y el parenquima cortical se halla constituido por un número variable de capas de células sobrepuestas, las cuales dejan entre sí *meatus* de forma rectangular.

El cilindro central es el aparato conductor, dándole un corte transversal se ven alternativamente dos clases de hacecillos, los leñosos y los liberianos: los hacecillos leñosos, unos que son más estrechos, están formados por vasos anulares y ocupan la zona externa; los otros más anchos, lo están por vasos rayados ó punteados, y ocupan la zona interna; por el modo como están constituidos se les ha llamado también láminas vasculares: en el espacio entre cada dos de éstas se encuentran los liberianos, formados por tubos cribosos y células alargadas: encuéntrase además la *capa rizógena*, formada también por varias filas de células, y situada entre dichos hacecillos alternantes y la endodermis; y por último, la médula, espacio central desprovisto de vasos, formada por el parenquima muy desarrollado del cilindro central. Esta estructura es casi general en todas las raíces, y solo se diferencian en el número de láminas vasculares, que es variable en cada una de ellas.

Crecimiento y desarrollo. Observando la raíz de una planta fanerógama, se descubren tres regiones distintas: la caperuza, el cilindro central y la corteza: la caperuza es una capa ó delgada membrana que protege el cuerpo de la raíz, formado como se ha dicho, por la corteza y el cilindro central, sirviéndole de límite la capa pilifera: el punto en que estas partes se contactan está formado por un tejido cuya parenquima se encuentra constantemente en vías de dividirse, y la región en que se encuentra forma el meristema primitivo, lo mismo que en el tallo; solo se diferencia en que en el tallo esta desnudo, y en la raíz se encuentra oculto por la caperuza: pues bien, las células del meristema se dividen y subdividen por la interposición de tabiques, renovándose las células en la parte exterior y aumentando por la interior el cuerpo de la raíz, hasta que tomando su volumen definitivo cesa la intercalación de los tabiques y por consiguiente el crecimiento.

Este crecimiento en longitud de las raíces, aunque producido por el meristema tiene un origen distinto en las

Fanerógamas y en las Cristógamas. En las primeras el meristema se forma por un grupo de células, que como en el tallo se llaman *iniciales*; mientras que en las segundas está constituido por una sola célula inicial, en forma de pirámide y situada debajo de la cobertera, por regla general el crecimiento se localiza en la zona, muy próxima al vértice; es nula en el ápice; para medir el crecimiento de la raíz se toman varias raíces de una leguminosa cualquiera, que se halla desarrollado en una atmósfera húmeda, y se señalan varios trazos de milímetro en milímetro, con un barniz que no ataque á las células, y en una extensión de algunos centímetros, y á las 24 horas se nota que el trazo correspondiente al primer centímetro creció el doble mientras que en la sección de la caperuza del ápice no varió y que el mayor crecimiento tuvo lugar en la zona correspondiente á la tercera sección.

El crecimiento de la raíz en volumen ó grosor tiene lugar en la raíz principal de las plantas perennes, por la formación y aumento de las dos zonas generatrices, como en el tallo; la libero-leñosa ó cambium, situada en el cilindro central, y la suberosa ò de corcho, situada en la corteza. Todo lo cual se refiere á las raíces de los Dicotiledoneos, cuya estructura hemos descrito.

Las de los Monocotiledoneos se distinguen en que son compuestas ò de base múltipla, subdividiéndose en raicillas simples, siendo su organización anatómica idéntica al tallo á que pertenecen.

Las raíces reciben también denominaciones especiales, atendiendo á su forma, duración, consistencia, dirección y dimensiones. Así se llaman cónicas, cilíndricas, nabiformes, alusadas, fibrosas, ramosas, nudosas y tuberosas, según su forma; por su duración, anuales, bienales y perennes: por su consistencia, herbáceas, fruticasas, carnosas, leñosas, sólidas y huecas: por su dirección, perpendiculares, horizontales, rastreras y trepadoras; y en cuanto á sus dimensiones, las denominaciones resultan poco acertadas, por no poder concretarse á tipos tomados de ante-

mano; porque si bien es verdad que las plantas de tallos de gran altura y muy ramificados ofrecen raíces muy extensas y profundas, también las hay que no guardan relación con el tamaño y porte de la planta á que pertenecen.

Aunque el punto de origen de las raíces es el llamado nudo vital ó cuello, sin embargo, de cualquier punto del tallo ó de sus modificaciones pueden originarse raíces que se llaman *aéreas* ó *adventicias*, y no solamente naturales, sino que también se producen artificialmente por medio de los acodos y esquejes: como ejemplo de raíces adventicias es notable la higuera de las pagodas en la India; la yedra cuyo tallo es débil produce raíces accesorias, verdaderos garfios ó asideros, mediante los cuales se apoya y trepa por los cuerpos próximos; también llaman la atención algunas plantas monocotiledóneas, propias de la América, cuyos tallos presentan por su parte superior raíces laterales que inclinándose poco á poco se dirigen verticalmente al suelo, hasta introducirse en tierra; también se consideran como raíces aéreas especiales las que en las plantas parásitas están destinadas á absorber los jugos interiores de otras plantas, y de los que se nutren y viven, así sucede á la cuscuta cuya raíz subterránea es de muy corta duración, y una vez extinguida ésta, aparecen en su tallo unas protuberancias con las que absorben los jugos de otros vegetales, y cuyos órganos no son otra cosa que raíces chupadoras; otros ejemplos notables pueden citarse en algunas de las Orobánqueas, que de sus tallos subterráneos y de las axilas de sus escamas, nacen dicha clase de raíces que terminan en un tubérculo, el cual rompiendo la corteza, penetra hasta el tejido leñoso de las vegetales de que son parásitas.

LECCIÓN 11.

Geotropismo y heliotropismo de la raíz. La pesantez ó acción de la gravedad obra de un modo decisivo sobre las raíces, en virtud de la cual se dirigen verticalmente á la tierra constituyendo esta acción un geotropismo positivo, en vez del negativo del tallo; puede demostrarse la acción directrix de la tierra sobre las raíces, por análogo procedimiento descrito al hablar del tallo y colocando en el disco ó rueda varias plantitas en germinación y observar en los movimientos impresos á éste, y con iguales precauciones los resultados del experimento; por este y análogos procedimientos se ha venido á comprobar que el geotropismo de la raíz, está casi localizado en la zona del crecimiento, ó lo que es lo mismo, á pocos milímetros del ápice. Para demostrar ahora la intensidad del fenómeno y su importancia en el arraigo de la raíz, se toma este órgano de una planta en germinación, por ejemplo, del haba, y se coloca en un tubo ó vasija apropósito, el cual esté sostenido por un hilo que pasando por la garganta de una polea, sostenga en el otro extremo un platillo, de igual peso; colocando pesas en el platillo, se vé que la presión que hace la raíz en su crecimiento, es capaz de equilibrar, en poco tiempo, algunos gramos; esto explica como algunas raíces atraviesan fácilmente terrenos endurecidos y compactos; el geotropismo, sin embargo, no se ejerce en todas las raíces con la misma intensidad; pero en todas ellas se encuentra el máximum en la raíz principal, disminuyendo en las ramificaciones de primer orden, y sucesivamente más débil en las demás.

En cuanto á los fenómenos del heliotropismo, estando estos órganos por lo general sustraídos á la acción de la luz, su influencia es bien escasa, y hasta puede afirmarse que en algunos casos es nula; solo puede tener lugar en las raíces aéreas ó adventicias, en las raíces chupadoras de las parásitas y en éstas se verifica el heliotropismo con poca diferencia como en los tallos.



Funciones de la raíz. La función más importante y esencial que tiene lugar en las raíces, es la absorción; operación por medio de la cual penetran en el interior del vegetal las substancias que han de servir para su nutrición; aunque las raíces son los órganos propiamente absorbentes; no todas sus partes tienen igual aptitud para desempeñar la función.

Para averiguar la región ó parte de la raíz, asiento de la absorción, se toman cuatro plantas iguales que estén en germinación, colocándolas cada una en una vasija en las condiciones siguientes: la primera sumergida en agua toda la raíz; la segunda quedando solo sumergidos los pelos absorbentes; la tercera sumergida la pilorviza en agua é impidiendo el contacto y vapor de ésta al cuerpo de la raíz por medio de una porción de aceite que le recubra; y finalmente, la cuarta, en que los pelos absorbentes se recubran del aceite. Los resultados del experimento confirman que en las plantitas en que los pelos absorbentes han estado en el agua, han prosperado y vivido, pereciendo al poco tiempo en los casos contrarios; luego la verdadera zona de absorción de las raíces, son los pelos absorbentes, y en las que carecen de ellos, en la región que los sustituye como sucede á las adventicias. Las materias ó substancias aptas para la absorción, deben encontrarse disueltas, pues las insolubles y en suspensión en el agua, no penetran en el vegetal, según experimentos repetidos: además las materias absorbidas son siempre minerales, salvo las plantas ó raíces parásitas que absorben substancias orgánicas, jugos elaborados por los vegetales, sus víctimas: también es cierto que en casos determinados penetran también por las raíces substancias en estado sólido, como son carbonatos y fosfatos de cal y carbonatos de magnesia; pero lo que sucede en estos casos, es que el ácido carbónico, acumulado en la zona de absorción, disuelve dichas substancias y las dispone al estado de bicarbonatos y fosfatos ácidos, haciéndolas aptas para penetrar por las raíces; tampoco absorben las raíces las subs-

tancias disueltas, y digámoslo así, digeridas si no en proporción muy variable; así muchas sales como los fosfatos y nitratos de potasa, son absorvidos en mayor cantidad, mientras que las de sosa y otros lo son menos, y á veces en cantidad insignificante; de todos modos, como las disoluciones toman por lo general alto grado de concentración, resulta absorvida mayor cantidad de agua que de otras materias.

El mecanismo de la absorción hecha por las raíces es un fenómeno de difusión y de osmosis; por estos fenómenos físicos penetran las materias salinas por la zona ya dicha de absorción por las células pilíferas, estableciendo un cambio con las substancias ya contenidas, y continuando de este modo hasta que llega á verificarse el equilibrio osmótico.

También es indispensable á la vida de la planta la respiración de la raíz, función que se verifica absorbiendo sin cesar oxígeno y desprendiendo ácido carbónico, para lo cual es indispensable la penetración del aire á través de las capas de tierra que ocultan las raíces, sin cuyo requisito el vegetal pronto perece: esto explica la necesidad de las labores que tienen por objeto el mullir la tierra, dando fácil acceso al aire; y el por qué la vegetación es muy escasa ó nula en los terrenos apelmazados ó exclusivamente arcillosos.

La raíz es un órgano de fijación; función que aunque mecánica no es menos importante; por ella se sostienen y fijan los demás órganos aéreos que en ella tienen su apoyo: en algunas plantas, como sucede en las coníferas, la raíz principal, cuerpo ó cepa, es relativamente muy grande y penetra en el suelo á grande profundidad, y el vegetal está sostenido fuertemente: en otras, tanto la raíz principal como las secundarias y raicillas, solo penetran superficialmente, aunque ocupen mucho terreno y sea más extensa su área, como sucede al Haya y otras, y en estos casos el sostén es menos firme, y el viento ú otras causas los derriban con facilidad; á veces, las raíces adventicias

se transforman de órganos de absorción en órganos de fijación, constituyendo como en la Hiedra los sostenedores llamados garfios.

Las raíces adultas, es decir, que han llegado á terminar su desarrollo, acumulan ó almacenan en el interior del parenquima gran cantidad de substancias nutritivas, para suministrarlas oportunamente á los demás órganos, desempeñando también de este modo el papel de órgano de reserva; esta acumulación tiene lugar en la raíz principal que á veces toma un volumen y crecimiento exagerados, por las reservas que contiene, entre otras, fécula, azúcar, gomas, etc., y de este crecimiento ó plétora participa también la base del tallo, repartiéndose de este modo las reservas; así sucede en los tubérculos de la Ficaria y en las raíces adventicias de la Dalia y en las carnosas de la Remolacha, Zanahoria, etc.

Comparando ahora la raíz con los demás órganos de nutrición en general, pueden notarse las diferencias siguientes: las raíces son de origen endógeno, es decir, que su desarrollo tiene lugar á expensas de un meristema situado en la profundidad de la planta; por eso en su evolución exterior tienen que desgarrar los tejidos, y de aquí el que carezcan de epidermis: por el contrario, el tallo y las hojas son de origen exógeno, y durante su desarrollo no tienen que romper tejido alguno, permaneciendo siempre cubiertos por la epidermis; el geotropismo de la raíz es positivo, el del tallo negativo; en la raíz el heliotropismo es casi nulo, en el tallo y las hojas muy visible y determinado en sus múltiples manifestaciones.

La raíz carece de nudos vitales, de hojas, yemas, estomas y aguijones, y nunca ofrecen el color verde, partes ó miembros muy comunes en los tallos; sin embargo, las raíces consideradas bajo el punto de vista histológico, morfológico y aun fisiológico, no son sino producciones del tallo, tanto las primordiales ó verdaderas raíces como las secundarias ó adventicias.

LECCIÓN 12.

Entiéndese por alimento del vegetal toda substancia que es indispensable para su vida y que se encuentre en condiciones aptas para ser absorbida primero y asimilada después. Los principios inmediatos que se encuentran en los vegetales, como en otro lugar se ha indicado, son: materias albuminoides, hidratos de carbono, grasas, ácidos, etcétera; carburos de hidrógeno, aceites esenciales, resinas y últimamente sales. Todos ellos son resultado de las combinaciones de un corto número de cuerpos simples, como son: oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, carbono, fósforo y azufre, que son los estrictamente necesarios á la formación del protoplasma, no siendo los compuestos ternarios citados sino productos ó combinaciones de su actividad; pero como también existen otros cuerpos simples como son el potasio, calcio, cloro, silicio, hierro y manganeso, los cuales aunque no sean indispensables en absoluto para la formación de parte orgánica y viva, toman una intervención muy activa en la vida del vegetal, pues la falta de ellos acusa languidez y escasa actividad vital; podemos decir que con los doce cuerpos simples citados se completa el alimento y nutrición de la planta: los seis primeros para formar la materia orgánica; los seis restantes para coadyuvar á su elaboración, con sus combinaciones respectivas: también nos manifiestan las plantas en sus cenizas la existencia del bario, estroncio, sodio, bromo, yodo, aluminio y algún otro; pero no se conoce todavía de un modo evidente la manera de obrar de estos cuerpos ni el papel que desempeñan en la organización. Todos estos alimentos son suministrados por la atmósfera y por el suelo, y su modo de absorción y sucesivas transformaciones difieren de unos vegetales á otros, según que estén provistos de clorofila ó que carezcan de ella.

El oxígeno es suministrado por el aire atmosférico ó

del aire disuelto en el agua, en las acuáticas; de la descomposición del agua y del ácido carbónico; de otras combinaciones oxigenadas débiles y de algunas sales inorgánicas del suelo: el que penetra en la planta y circula por ella, al estado gaseoso, su acción es simplemente oxidante; pero el que se encuentra en combinación con otros elementos, es el que ejerce funciones nutritivas: varias son las causas que influyen en la absorción del oxígeno; en primer lugar la presión, y la más acomodada es la de $\frac{1}{5}$ de atmósfera que es la del aire ambiente; el aumento ó disminución de esta cifra es siempre desfavorable; en segundo lugar la temperatura que á cero se inicia y continúa, aumentando con ella, hasta un máximum variable, próximo á los 40°; por último, influyen también la naturaleza y edad del vegetal, el órgano que se observe y el medio en que vegete; cuando se encuentra en vías de desarrollo y la planta es joven, tiene entonces el fenómeno su plenitud de acción, en las hojas es menor que en las flores, en los sépalos menor que en los pétalos, y en los estambres llega á su máximum; las hojas persistentes toman menos oxígeno que las caedizas, algunas de las cuales, cual entre otras sucede al albaricoquero, consumen una cantidad de oxígeno en cada veinte y cuatro horas, igual á ocho veces su volumen, y las del Alelí, en el mismo tiempo, once veces, y los estambres y pistilos aislados hasta diez y ocho veces su volumen: las hojas crasas y las acuáticas ó de lugares pantanosos son las que menos cantidad absorben de este gas.

El hidrógeno que circula en los vegetales proviene de la descomposición del agua absorbida por las raíces, y además de las sales amoniacales y otras nitrogenadas.

El nitrógeno es originado por el amoniaco existente en la atmósfera, proveniente, según Liebig, de las orinas y de la putrefacción de las substancias animales; este amoniaco combinándose con el ácido carbónico forma compuestos solubles, que en unión de los nitratos de potasa y sosa del suelo y de las materias que forman los abonos su-

ministran el nitrógeno á las plantas, que lo absorven mezclado con el oxígeno del aire, apropiándose ó fijando una pequeñísima parte, puesto que lo exhalan ó desprenden casi en su totalidad.

El carbono, que existe en las plantas, es adquirido por ellas de modo distinto: las que carecen de clorofila toman este elemento de las materias orgánicas que se encuentran en su contacto en un estado suceptible de difusión; las clorofilicas, del que resulta de la descomposición de dichas substancias; pero el mayor y más abundante depósito que las surte, es el ácido carbónico de la atmósfera y del humus ó mantillo de la tierra labrantía, cuyo carbono se combina con el oxígeno del aire disuelto en el agua.

El ácido carbónico, fuente del elemento tan indispensable á la planta (el carbono), penetra en el interior de los vegetales en virtud de las leyes de la osmosis, ora se encuentre en el aire, ora disuelto en el agua, si la planta es acuática; se acumula en las lagunas de sus tejidos, se disuelve en el jugo celular, y permanece inactivo, hasta que algunos de los actos nutritivos rompe el equilibrio osmótico, que consumiendo una parte de él, es forzosa la difusión del resto, y entonces se hace necesaria una nueva absorción; siendo evidente que la luz provoca la descomposición del ácido carbónico para dar lugar á la fijación del carbono; por eso en las plantas desprovistas de clorofila, así como en las que no son influenciadas por el agente luminoso, el ácido carbónico absorbido permanece inerte. En la absorción del ácido carbónico influyen, la proporción y la presión en que se halle en la atmósfera; siendo condición indispensable el que se halle diluído ó mezclado con otro gas pasivo; la dosis más apropiada es un 8 %, aunque varía también según las plantas; por eso las plantas sumergidas en una atmósfera de ácido carbónico, ó en una que lo contenga en exceso, ni ella ni sus partes verdes lo absorven aunque se hallen influenciados por la luz; las raíces tampoco absorven el ácido carbónico del suelo; el verdadero asiento de absorción del carbono, son las hojas y

los tallos verdes, que suplen de este modo la escasez de hojas, ó cuando son carnosos y de aspecto foliáceo.

El azufre que forma parte de las materias albuminoides y de otros principios inmediatos de los vegetales, procede de la descomposición de los sulfatos solubles, que haya en el suelo, entre otros, los de potasa, sosa y magnesia.

El fósforo procede de la descomposición de los fosfatos muy principalmente, el fosfato cálcico, que aunque insoluble en el agua, si ésta contiene ácido carbónico ó sales amoniacales, es entonces soluble.

Todos estos materiales que las plantas toman del exterior, son elaborados y transformados en su interior, no consumiéndolos inmediatamente, sino que se acumulan en el órgano mismo en que se forman, ó en otros puntos del cuerpo constituyendo *la reserva nutritiva*, para utilizarla en la estación más apropiada á su vida, según las plantas sean anuales ó perennes; esa transformación que dichos materiales de reserva experimentan en los diversos periodos de su vida, es una verdadera digestión, indispensable al complemento de todas las funciones nutritivas que es la asimilación: Esta función en virtud de la cual el vegetal se apropia las substancias previamente elaboradas en su interior para formar una parte orgánica viva y en estado de su funcionamiento normal, nos es, en su esencia, completamente desconocida; lo único que se sabe es que mediante la serie, bien compleja, de las acciones químicas que tienen lugar en el interior de estos seres, se verifica el crecimiento y aumento de masa de la materia viva, así como también dejan un buen número de productos representantes de los residuos de esa misma nutrición, figurando entre otros el tanino, cristales de oxalato de cal y carbonato de la misma base, resinas, gomas, etc., sin embargo, muchos de estos residuos nutritivos pueden circular por el cuerpo de la planta, á través de vasos y canales particulares, como sucede con algunas resinas y gomas, y sobre todo el latex.

LECCIÓN 13.

Respiración. Al examinar las funciones propias de cada uno de los órganos vegetales que hemos estudiado, se ha podido observar que todos sus tejidos absorben oxígeno y exhalan ácido carbónico. En este doble cambio gaseoso, consiste la respiración; función importantísima é indispensable á la vida vegetal, pero también muy compleja y que ofrece muchos variantes, no solo de una á otra planta, sino en una misma en los diversos periodos de su desarrollo y evolución.

La relación entre el oxígeno absorbido, y el ácido carbónico cambiado, no está sujeta á una regla fija, ni en su naturaleza, ni en su extensión.

Dicha relación, es en las plantas anuales $\frac{CO_2}{O}$ que como vemos se aproxima á la unidad, en el periodo en que empieza la germinación; pasado su primer periodo, va lentamente disminuyendo hasta 0.40, y cuando han tomado mayor desarrollo los órganos nutritivos, dicha relación $\frac{CO_2}{O}$ aumenta, en el periodo de la floración llega á su máximo descendiendo después hasta la muerte de la planta.

En las plantas vivaces ó perennes, dicha relación ofrece más variantes; pues presenta ya máximas ya mínimas en cada estación y en cada uno de sus periodos evolutivos; una mínima en su vida oxilante, y dos máximas cuando menos en su vida activa ó libre; en general nada de esta relación puede coneretarse, porque en unas plantas, es siempre menor que la unidad, en otras al llegar al máximo, pasa mucho más de la unidad; este hecho de que la relación entre los gases cambiados sea siempre distinto de la unidad, y en la mayoría de los casos inferior, nos hace deducir, que no todo el oxígeno se emplea en la formación del ácido carbónico, sino que una parte de él, y no pequeña, se destina á nuevas combinaciones, á oxidaciones diversas, á la formación de agua, y á la producción de otras

substancias, que unas asimila la planta, otras las elimina y otras las conserva é inmoviliza al estado de insolubles. La respiración no es por lo tanto, una función tan sencilla como en sus fenómenos externos aparece, ni es una combustión, como por mucho tiempo se había creído, entre el carbono de la planta y el oxígeno del aire, sino que esa absorción del oxígeno y desprendimiento de ácido carbónico, está ligado á una serie no interrumpida de reacciones químicas, cuyo proceso y mecanismo nos es desconocido en su esencia, pero que las observaciones hechas nos revelan, no solo lo complicado de su funcionamiento, sino que también nos hacen ver que el fenómeno es constante, inmutable en su naturaleza, cualquiera que sea el medio en que se realice, y variable hasta en una misma planta en las diferentes fases de su desarrollo; pero cualquiera que sea la complicación de estos cambios y fenómenos químicos, el resultado concreto se reduce á una oxidación de los tejidos, y por lo tanto constituyen un manantial de calor; este calor desarrollado en la función respiratoria, es suficiente en las plantas desprovistas de clorófila, para sostener la actividad del protoplasma y provocar las reacciones químicas que se verifican en su interior; pero en las plantas que tienen clorófila, el acto de la respiración no puede suministrarles más calor que el consumido en la formación de los hidratos de carbono, y la clorófila es la que absorbiendo los rayos solares, ya directos ó difusos, suministra á la planta el calor necesario: de este calor, solo utiliza la planta el calor conveniente, y desprende lo restante; pruébase esto colocándo ciertos órganos, como yemas, flores ó semillas en germinación, en lugar reservado del enfriamiento exterior, se observa que la temperatura del recinto en que se han colocado, aumenta de un modo bien perceptible.

El calor desprendido por las semillas mediante el acto de la respiración, se hace perceptible por medio del termómetro diferencial de Leslie, en cuyas esferas se colocan cartuchos de cartón con semillas germinadas ó con hume-

dad para que germinen en una, y semillas secas en la otra, y el índice del aparato marcará la diferencia del calor desarrollado en ambas; siendo más intenso el calor en el momento en que la respiración es más activa; y este calor, desprendido, solo representa el que la planta no utiliza.

Resistencia á la asfixia. Según hemos visto la función de la respiración es tan indispensable á la vida de las plantas, que la supresión de este cambio gaseoso trae como consecuencia necesaria la muerte; en efecto, colocando un vegetal en un medio, en que no tenga acceso al aire, ò privándolo de la renovación de éste, aunque no le falten las demás condiciones, pronto el vegetal perece; en cuyo caso se dice que se ha asfixiado; sin embargo, ocurre con frecuencia que entre la supresión del aire ò más bien del oxígeno, y la muerte del vegetal media un tiempo más ó menos largo, según su naturaleza y las condiciones en que se encuentra; en este espacio de tiempo continua desprendiendo ácido carbónico, y á este fenómeno se le ha dado el nombre de resistencia á la asfixia.

Las plantas que tienen almacenadas materias nutritivas son las que resisten más los efectos de la asfixia; mientras que las que carecen de dichas reservas, sucumben en menos tiempo; para explicar este hecho han supuesto que, cuando la planta se encuentra privada del oxígeno del ambiente, descompone en su interior las sustancias nutritivas que contiene, y toma de sus componentes el oxígeno necesario al referido cambio gaseoso; todo esto se confirma colocando tubérculos ò raíces carnosas en sitios privados de aire en circulación, y al poco tiempo la sacarosa, la fécula y otras sustancias que contienen se desdoblan, absorben oxígeno que es en seguida reemplazado por ácido carbónico, dejando un residuo de dichas reservas que por su olor acusan la presencia del alcohol; el mismo resultado se observa, haciendo el experimento con tallos, ramas ú otros órganos herbáceos; y nótese que cuando la planta muere en estas circunstancias, más bien

que á la asfixia, debe atribuirse su muerte á la acumulaci3n del alcohol en sus tejidos.

Como vemos, el cambio gaseoso se establece cuando est3n privadas del aire y resisten á la asfixia, á espensas de los gases producidos en su interior, al cual cambio se ha denominado fermentaci3n propia.

En los hongos, algunas algas y otros vegetales de organizaci3n poco complicada, puede prolongarse la resistencia á la asfixia, coloc3ndolas en agua que contenga glucosa, sacarosa y las sustancias minerales necesarias á su nutrici3n; pues ellas por si no resistirian por la escasez de materiales de reserva, pero suministrados artificialmente, pueden seguir viviendo, y al mismo tiempo la descomposici3n del azúcar disuelta en el líquido, y los seres que dicha descomposici3n ocasionan, reciben el nombre de fermentos; citase como ejemplo, la levadura de cerveza, en que la descomposici3n de la glucosa en ácido carb3nico y alcohol, determina la fermentaci3n llamada alcoh3lica.

Dicha fermentaci3n es una verdadera funci3n fisiol3gica comú n de muchas plantas, y entre ellas, de muchos hongos, así como también de todas aquellas que colocadas en circunstancias especiales en que se imposibilite el acceso al aire, tienen que absorber el oxígeno de los compuestos ternarios que contienen y que provocan el desdoblamiento de los hidratos de carbono en varios productos y el más comú n y frecuente el alcohol.

LECCI3N 14.

Organos de reproducci3n. Son los destinados á perpetuar la especie en el tiempo, y á propagar su extensi3n en el espacio.

No son ciertamente 3rganos nuevos; sino el resultado de las modificaciones y transformaciones de los 3rganos de nutrici3n, y muy principalmente de las hojas; así es que no aparecen en el vegetal, sino cuando ha llenado su com-

pleto desarrollo y llegado al estado adulto. En las plantas de sencilla organización, en las que el trabajo de diferenciación es muy reducido, los actos de nutrición y reproducción son simultáneos, y para que unos se realicen con mayor actividad, los otros disminuyen en su energía ó cesan casi por completo: esto solo explica la comunidad de origen en órganos y funciones al parecer distintos; cada célula ó reunión de ellas, alterna en el funcionamiento ya nutritivo, ya reproductor; tal sucede á las bacterias y las espirogyras.

En los vegetales de organización complicada, cuya diferenciación es determinada, fija y constante, encuéntrase aparatos y miembros reproductores temporales formados también á espensas y por evolución de los nutritivos. En las farenógamas están los órganos reproductores representados por la flor y el fruto, aunque no por igual en todas sus partes. La flor aparece en la extremidad del tallo ó de sus divisiones, que en este caso se llama pedúnculo, y la porción terminal de éste, generalmente ensanchada, se denomina receptáculo ó *torus*.

Las hojas que han de formar la flor, al tiempo de modificarse, se disponen unas, formando círculos ó verticilos aproximados y concéntricos; en otras, las hojas se colocan en el receptáculo, formando una espiral muy rebajada y continua; también las hay de disposición, que pudieramos llamar mixta, puesto que unas hojas se disponen en verticilo, las más externas, y las otras más interiores en espira.

A fin de representar las diversas partes de la flor en su conjunto, se suponen las hojas que se han de modificar, proyectadas de un modo horizontal y perpendicular al pedúnculo, sobre un plano que se denomina diagrama, y examinadas de la periferia al centro, se ven generalmente cuatro círculos ó verticilos, alguna vez cinco, que se denominan, al más exterior *caliz*, á su inmediato *corola*; las hojas que han formado el primero, se llaman sépalos, los que constituyen la segunda, pétalos, formando ambos las

cubiertas protectoras de la flor, á cuyas cubiertas unidas se denominan *perianthio* ó *perigonio*. Los verticilos centrales, formados también por hojas cuya modificación es mayor en su tejido y en su forma, al más inmediato á la corola se le ha dado el nombre de *estambres* y es el órgano generador masculino, y por eso se llama al conjunto de ellos *androceo*; y el verticilo central, resultado de una modificación mayor de las hojas que lo forman, es el *pistilo*, órgano generador femenino, llamado por esto *gineceo*. El androceo y gineceo, ó sea estambres y pistilos, son los generadores, y por lo tanto, la verdadera flor.

Metamorfosis progresiva. Es la modificación que experimentan las hojas en virtud de su mayor ó menor diferenciación, para transformarse en otros órganos semejantes ó para constituir verticilo. La primera modificación que experimentan las hojas próximas al pedúnculo y más inmediatas á la flor, es su transformación en bracteas, las cuales por lo regular conservan en parte la forma, la estructura y hasta el color verde; otras veces varían, si no la estructura por completo, si en cuanto á la forma y divisiones, y alguna vez hasta el color: por este mismo procedimiento, fórmanse con las bracteas los sépalos, éstos modificados dan lugar á los pétalos, y las piezas de éstos pueden constituir los estambres y pistilos; experimentando por consiguiente una modificación parcial ó total; tomando cada uno de los verticilos diferente complicación, tanto en su forma, como en su tejido y hasta en el desempeño de su función; la función en estos casos es gradual y completa.

Metamorfosis regresiva. Denominase así el retorno ó transformación de las piezas florales á hojas vegetativas; este cambio inverso es frecuentemente provocado por el cultivo. El fenómeno regresivo más común, es el paso de estambre á pistilo; así se vé en algunas flores cultivadas en los jardines, en las que los estambres, y á veces también los pistilos, se convierten en pistilos, aumentando el número de éstos de un modo anormal, y cuya corola reci-

be el nombre de doble, plena ó llena, según que el número de sus piezas se duplique ó sea un múltiplo casi exajerado, como en la rosa llamada de cien hojas, y otro tanto se vé en la violeta, geranio, aleli y otras flores de adorno; también se verifica este regreso con los demás verticilos; en las flores dobles, los pistilos formados por los carpel o regresan á estambres, y lo mismo los pétalos, sépalos y bracteas á hojas normales.

Las hojas que forman los verticilos florales no están dispuestas al acaso, ni en su número, ni en su colocación; en cuanto al número pueden alternar de dos en dos, de tres en tres ó de cinco en cinco, y los verticilos centrales guardan, por lo general, un orden igual, si bien existen excepciones; por lo regular las plantas dicotiledoneas presentan en la flor el tipo dos, ó cuatro, las monocotiledoneas prefieren el ritmo tres.

La flor que presenta todos los verticilos mencionados, tanto los protectores como los reproductores, se llama completa; si falta alguno de ellos, incompleta; cuando las cubiertas protectoras se reducen á una sola, es decir, que únicamente existe ó el cáliz ó la corola, la flor se llama *monoclamídea* ó *monoperianthia*; cuando carece de cubiertas florales, se llama desnuda; si consta de estambres y pistilos, hermafrodita; si solo existe uno de ellos, *unisexual*, y á veces la constitución de las flores se simplifica, no ofreciendo más que los verticilos estrictamente indispensables. En las Monocotiledoneas, como las gramíneas, la flor se halla protegida solo por dos pequeñas bracteas en forma de escamas que se denominan glumas; y los órganos reproductores son tres estambres y un solo pistilo, y dos estigmas que forman un ovario globular. Las Dicotiledoneas ofrecen también casos de sencillez y falta de verticilos, unas veces, y otras los presentan alternados.

El grupo de las Gimnospermas es el que presenta más reducción ó sencillez, pues su flor consta en muchos casos de una escama en cuya parenquima tiene lugar el fenómeno reproductor.

Las flores pueden á su vez ser regulares ó simétricas, é irregulares ó disimétricas: en las primeras ó regulares suelen contarse tantos planos de simetría cuantos seán las piezas que forman los verticilos; sin embargo, es frecuente que la simetría se altere, por varios conceptos; unas veces por las variaciones que toman sus formas, otras por alteración de su tamaño, y finalmente por el aborto de alguna de sus piezas. En las llamadas irregulares existe un solo plano de simetría, el cual rara vez falta, y que coincide con el plano medio de la flor y en este caso se llaman zigomorfas.

LECCIÓN 15.

Inflorescencia. Es la disposición que presentan las flores en el cuerpo del vegetal. Eje primario de la flor es el pedúnculo comun que lleva las divisiones de los demás ejes llamados secundarios, terciarios, etc. Las flores nacen en la axila de las hojas ó en el ápice de los ramos foliáceos; cuando aparece una sola en cada axila, se dice solitaria, si existen varias se llaman agrupadas.

Las flores solitarias se hallan separadas por verdaderas hojas y ofrecen dos tipos de inflorescencia, la indefinida y la definida; en la indefinida ó indeterminada, el eje principal no termina en una sola; en la definida no solo el eje principal, sino también los ejes ramificados terminan en una flor, y se le llama terminal cuando las flores se hallan en el extremo de los ejes secundarios y terciarios, y si aparecen en la axila de las hojas, *axilar*.

Las definidas ó determinadas constantemente, ofrecen la disposición siguiente: el eje primario termina en una flor, y de la axila de su última hoja, toma origen un segundo eje, en el que se repite la misma circunstancia, es decir, que de su última hoja nace un tercer eje, y así sucesivamente en los demás, no habiendo en cada producción más que una flor, llamada *opositifolia*.

Las flores agrupadas también pueden ser terminales ó axilares; su número es muy variable y se encuentran separadas ó mezcladas por bracteas en vez de hojas, y comprenden también dos tipos de inflorescencia, lo mismo que las solitarias: indefinidas cuando el eje primario se prolonga y origina un número indeterminado de ejes laterales de idéntica generación, y definidas, si todos los ejes terminan por una flor.

Las principales especies de inflorescencias comprendidas en el tipo de las indefinidas con flores agrupadas son:

Racimo. Constituido por un conjunto de flores á lo largo de un eje principal, con pedúnculos próximamente iguales, tomando origen cada uno de ellos, ó en el eje mismo, ó en la axila de una bractea: el racimo es simple, cuando los pedúnculos ó ejes secundarios no se ramifican, y cada uno termina en una flor; y será compuesto, llamado también panoja, si los pedúnculos secundarios se dividen en otros terciarios, que á su vez, suelen ramificarse algunos antes de emitir flores: el racimo compuesto se suele denominar *tirso* si presenta una forma aovada por causa de ser más largos los pedicelos centrales que los de los extremos.

Corimbo. Es una inflorescencia en la que los pedicelos ó ejes secundarios nacen de diversos puntos del eje principal, siendo los inferiores más largos que los superiores y terminando todos á igual altura, pudiendo ser también como el racimo, sencillo ó compuesto.

Umbela. Está constituida esta inflorescencia por pedúnculos que toman su origen del mismo punto, se elevan á igual altura y sostienen flores, cuyo conjunto ofrece comunmente una superficie convexa; es sencilla la umbela, cuando los ejes secundarios son indivisos y sostienen las flores, compuesta, si los ejes secundarios se subdividen en otros terciarios, que forman á su vez umbelas parciales llamadas umbelillas; las bracteas que en el racimo están colocadas á diversas alturas, en la umbela se hallan situadas en un mismo plano, constituyendo verticilos al-

rededor de los ejes secundarios ó terciarios; estos verticilos denominados también *involucros*, se llaman totales ó parciales, según que se encuentren en la base de la umbela ó de las umbelillas, y cuando faltan, reciben una y otra el nombre de desnuda.

Espiga. Es la reunión de flores con bracteas ó sin ellas que nacen á lo largo de un eje común. Difiere del racimo en que los pedúnculos secundarios, son ó muy cortos ó rudimentarios, de modo que las flores están como sentadas á lo largo del raquis; la espiga se llama compuesta, si cada uno de los ejes secundarios produce una pequeña espiga distica, que recibe el nombre de espiguilla, como se ve en el trigo, cebada y demás gramíneas, existiendo en esta misma familia, plantas como la avena, en la que las espiguillas están sostenidas por pedicelos alargados y ramificados de tal modo, que vienen á formar por su unión una verdadera panoja.

La inflorescencia calificada de *amento* que se observa en el avellano, sauco, nogal, etc., lo mismo que la piña ó estrobilo del pino, y el espadice del yaro y otras plantas, no son otra cosa que verdaderas espigas de flores incompletas.

Cabezuela. Es una inflorescencia compuesta de flores sentadas ó casi sentadas, sobre un receptáculo ancho, plano, convexo ó cóncavo, formando un conjunto globoso ó medio esférico, como se ve en la alcachofa, manzanilla, caléndula, etc.; la cabezuela viene á ser una espiga deprimida en la que el eje primario se ha acortado considerablemente, aumentando en espesor y disminuyendo en longitud; las cabezuelas pueden ser también desnudas ó bracteadas, según que carezcan ó presenten dichos órganos en su base; el receptáculo común sobre el cual se hallan situadas las florecillas de las compuestas, se denomina por algunos *forantio* ó *clinantio*, el cual puede ser cilíndrico, oblongo, cónico, hemisférico, plano, convexo, etc., ó bien cerdoso, peloso, pajoso, alveolar, punteado, etc.

En las inflorescencias definidas, conocidas también con

el nombre genérico de *cima*, comprenden todas aquellas cuyo eje primario aborta ó termina por una flor. La inflorescencia es mixta, cuando el eje primario es de inflorescencia definida ó indefinida en los ejes secundarios; tal sucede á muchas espigas, racimos y corimbos.

Cubiertas protectoras. Están constituidas por los dos verticilos florales que se han denominado perianthio ó perigonio, originados por la modificación ó transformación de un retoño foliar.

Cáliz. Es la cubierta ó envoltura primera y más exterior de la flor, y las hojas que lo forman son las menos transformadas, puesto que al pasar á ser sépalos conservan la estructura y hasta el aspecto y color de las hojas que le dieron origen; los sépalos pueden estar unidos entre sí ó libres en toda su extensión; en el primer caso se llama el cáliz gamosépalo ó monosépalo y polisépalo en el segundo; cuando el gamosépalo, están sus piezas unidas solamente por la base, recibe el nombre de partido y según el número de divisiones se dice bipartido, tripartido, etcétera, si los sépalos se hallan soldados desde la base hasta la mitad de su longitud, se denomina bifido, trifido, cuadrifido; cuando la soldadura ó unión de sus piezas se efectúa hasta cerca de su extremo, se llama dentado, y según el número será bidentado, tridentado, cuatridentado: en el cáliz gamosépalo se distinguen tres partes; la inferior en que tienen lugar las soldaduras es el tubo, la porción que queda libre limbo, y el espacio comprendido entre las dos anteriores garganta.

El cáliz polisépalo á su vez recibe los nombres de disépalo, trisépalo, tetra, y quinesépalo, según el número de sépalos ó piezas libres de que consta. La estructura anatómica del cáliz es idéntica á la de las hojas; así como su consistencia y color que por lo general conserva el verde; hay sin embargo cálices también coloreados, teniendo á veces la coloración misma de la corola, en cuyo caso se dice petaloideo. Por la forma recibe los nombres de cilíndrico, globoso, tubuloso, embudado, campanudo y veji-

goso; algunos cálices ofrecen abultamientos ó protuberancias, en virtud de las que recibe los nombres de espoleñado, jorobado, inflado, etc. Por su duración se llama fugaz ó caduco si cae al poco tiempo de abrirse la flor; caedizo, cuando su caída coincide con la de la corola; permanente si subsiste después de la fecundación protegiendo al fruto; marcescente cuando aunque desecado y marchito permanece sin caer, y acrescente si no deja de crecer y aumentando de volúmen hasta la madurez del fruto, á quien acompaña.

Corola es el segundo verticilo floral y el más inmediato á los órganos sexuales; sus pétalos son como hemos dicho hojas que se han modificado más que para la formación del cáliz; en efecto, el peciolo de la hoja se ha modificado y se llama uña, el limbo ha cambiado su tejido por otro de más finura, y el color por otro más vivo y agradable y se ha despojado de las estomas; hay sin embargo algunas, como la vid, que sus corolas conservan el color verde; por el número de sus piezas se dividen en monopétalas, cuando está la corola constituida por una sola ó varias soldadas entre sí, en toda ó casi toda su extensión, y polipétala cuando son varios los pétalos que la forman, recibiendo los nombres de dipétala, tripétala, tetrapétala, etcétera, según su número.

Las corolas polipétalas, atendiendo á la igualdad y simetría de sus partes, se llama regular, é irregular si carece de dicha simetría, las regulares pueden referirse á tres tipos principales: 1.º Cruciforme si consta de cuatro pétalos dispuestos en cruz, como el aleli. 2.º Rosácea si sus pétalos son cinco con uñas cortas ó nulas, como el peral. 3.º Cariofilea, si siendo también cinco sus pétalos, estos tienen uñas largas, como el clavel; la combinación de estos tres tipos originan otros dos que puede decirse son sus derivados; la liliácea cuando son seis los pétalos, tres exteriores y otros tres interiores, como en la azucena; y la papaverácea en que los pétalos son cuatro y dispuestos como en la anterior, ejemplo la amapola; las polipétalas

irregulares se refieren á dos tipos, la papilionácea y la anómala; la primera llamada amariposada, consta de cinco pétalos; uno superior que se dice estandarte; dos laterales, alas; dos inferiores soldados, quilla; esta forma de corola es propia de las leguminosas; la anómala se llama así por no tener una forma determinada y se ve en muchas plantas, y entre otras en las orquídeas.

Corola monopétala. Esta consta, como el cáliz del mismo nombre, de el tubo, limbo y garganta, y cuya significación es la misma que en aquél; también y por razones idénticas, las denominamos, bipartida, tripartida, etc., bifida, trifida, bidentada, tridentada, cuyas denominaciones tienen la misma significación que la dada para el cáliz; las corolas gamopétalas, pueden ser regulares é irregulares; las primeras se denominan por su forma, cilíndrica, tubulosa, globosa y embudada; así como los nombres de urceolada, acampanada y asalvillada, expresan bien la figura de los objetos con que se comparan; entre las irregulares, se las dice *labiada*, á la que su limbo está dividido en dos porciones, una superior llamada galea ó casco, y otra inferior, barba; tal sucede á la flor del romero, salvia y otras; la llamada personada ó enmascarada, se diferencia de la labiada, en que su boca ó garganta está cerrada por una protuberancia del labio inferior; entre las llamadas compuestas, se encuentran unas que constan de cinco pétalos soldados: los dos superiores están unidos únicamente por la base, y los tres inferiores se sueldan casi en toda su extensión, y á su vez se unen con las anteriores, constituyendo á manera de lengüeta ó de cintilla, y éstas se llaman corolas liguladas; cuando las florecillas de las compuestas son tubulosas, se llaman *flósculos*, y á las liguladas *semiflósculos*; por su duración se denominan las corolas efímeras cuando caen á las pocas horas de abrirse, y otras se las llama caducas, caedizas, persistentes; denominaciones que tienen análoga interpretación que aplicadas al cáliz.

LECCIÓN 16.

Organos masculinos de la flor. Hemos denominado á estos órganos estambres y á su conjunto andróceo; todo estambre completo consta de tres partes: filamento, antera y pólen; el filamento es una prolongación filiforme, que no es otra cosa que el peciolo de la hoja que transformándose le dió origen: en algunos casos es muy corto ó nulo, y la antera es sexil ó sentada: ésta es una cápsula ó bolsita formada por el limbo de la hoja, que doblándose ha formado dos cavidades ó celdillas unidas por un nervio medio continuación del filamento, y que se llama conectivo; cada una de estas cavidades está formada por dos valvas unidas por una sutura; entre estas valvas se halla interpuesto el tejido celular formado al principio por células blancas y jugosas; pero que después desecándose, conviértense en una substancia pulverulenta, que es el pólen; el cual siendo la materia esencialmente fecundante, sale al exterior para fijarse en el stigma, cuando se abren las celdillas de la antera que lo contienen.

El estambre en su conjunto, ofrece modificaciones especiales relativas á su inserción, número, proporción y conexiones: en cuanto á su inserción se llaman hipoginos, si nacen en el receptáculo, más abajo del pistilo y sin adherencia al cáliz; periginos cuando tienen origen en el cáliz y se distribuyen alrededor de la base del pistilo, y últimamente epiginos, cuando nacen en la parte superior del mismo; esta diferente inserción y origen de las corolas y estambres ha dado á las plantas en que se verifica, los nombres característicos de talamifloras, calicifloras y corolifloras.

Los estambres por su número, no pasando de diecinueve, se llaman definidos, y si pasan de este número indefinidos; para designar los primeros, se antepone al numeral griego la palabra andros; así monandria si es uno

solo, diandria si dos, triandria, tetrandia, pentandria, exandria, eptandria, octandria, eneandria, decandria y dodecandria, para cuando son tres, cuatro, cinco, etc.; los indefinidos cuando están insertos en el cáliz, la flor se llama icosandria, y si la inserción es en el receptáculo se dice poliandria. Por su proporción relativa, se designan iguales ó desiguales; si siendo desiguales, dos son más largos los estambres, se llaman didinamos, si son seis y de ellos hay cuatro mayores, tetradinamos. Por sus conexiones respectivas pueden ser libres ó adherentes; si la adherencia es por los filamentos formando un solo cuerpo, se llaman monodelfos; si en dos haces ó manojos, diadelfos; si en tres, triadelfos, y poliadelfos cuando es en mayor número; cuando la adherencia es con las anteras, singenésicos ó sinantéreos; soldados con los filamentos y con las anteras á la vez, sinfisandros; y últimamente ginandros, cuando la soldadura es con el pistilo. El filamento en particular se designa por su forma, cilíndrico, aleznado, plano, comprimido, petaloideo, apendiculado, etc., nombres que fácilmente dan á conocer su figura.

La antera, parte muy esencial del estambre por contener la substancia fecundante, lo es también porque sus modificaciones son características en la distinción de las plantas; en efecto, la antera suele constar de dos cavidades ó celdillas separadas por el conectivo y se dice entonces bilocular; cada una de estas celdillas, en su origen, se halla dividida por un tabique del conectivo, el cual desaparece cuando la antera adquiere su completo desarrollo, y cuando dicho tabique no desaparece quedan constituidas cuatro cavidades, y la antera es cuadrangular; y si de las primitivas aborta una, antes de la formación del tabique, se denomina unilocular. Por su unión ó adherencia, se llama adnata, cuando se verifica en toda su longitud con el conectivo; si se une por la base del filamento, basifija; si lo hace por el dorso, dosifija; si por la extremidad ó punta, apicifija; cuando la sutura ó la cara corresponden al pistilo, se llama introrsa, y extrorsa cuando se dirige hacia los

pétalos. La dehiscencia de la antera es el acto de separarse las celdillas ó abrirse la antera para dar salida al pólen; dicha dehiscencia puede ser longitudinal, horizontal ó transversal, apicular, porosa y opercular, según tenga lugar en toda su longitud, en su latitud, por su extremidad, por simples y pequeños orificios, ó formando la división dos partes, una inferior llamada opérculo, y otra superior, caja; las células exteriores de la antera, forman su capa epidérmica, su parenquima intermedio es una membranita llamada mesoteca, y la interna ó más profunda endoteca.

El polen, parte esencial fecundante, se presenta bajo la forma de granulos muy pequeños, de diez milésimas, hasta doscientas milésimas de milímetro, unas veces aislados y simples, y otras reunidos ó compuestos; pero fácilmente separables, formando alguna vez pequeñas masas llamadas polínicas; los gránulos polínicos son de forma esferoidal ó elíptica, y su superficie es lisa ó tuberculosa y aún reticulada; cada uno de estos granos se compone de una, dos ó tres membranas superpuestas, las cuales rodean á una cavidad llena de un líquido llamado fòvila ó aura seminal, y en la que nadan infinidad de granillos de extremada tenuidad y delicadeza, y acompañados de una substancia oleaginosa, y en algunos casos de gránulos de fécula; esos granillos ténues se han comparado con los espermatozòos, atribuyéndoles el principal papel en la fecundación; lo regular es que cada grano polínico conste de dos membranas, una externa exina, y otra interna intina, y según la naturaleza de éstas, el pólen se dice viscoso, ó no; influyendo también en el color del pólen; si los granos polínicos se echan en agua, se nota, que los no viscosos al poco tiempo se hinchan, experimentan una dilatación y pasan de la forma elíptica á la esférica; haciendo lo mismo con los que son viscosos, abandonan inmediatamente el barniz de que están recubiertos, y tanto unos como otros, esparcen un líquido más denso que el agua, que es la fòvila, cuyo líquido está compuesto de azúcar, materias protoplasmáticas y de granillos verdosos,

móviles en todos sentidos, este líquido, en sentir de algunos botánicos, tiene gran intervención en el fenómeno de la fecundación. La membrana externa de los granos polínicos ofrece una especie de estrechez en forma de pliegues, que son otras tantas aberturas por donde dan salida á la fòvila; en efecto, por la acción de la humedad, la membrana, se hincha, los pliegues ante dichos desaparecen y las aberturas se hacen mayores, y queda fuera la membrana interna que tiene la forma de una ampollita, denominada tubo polínico; la sucesiva dilatación de la membrana forma otras ampollitas, y la ruptura de ellas determina el derrame de la fòvila.

LECCIÓN 17.

Organos femeninos de la flor. Están constituidos por el verticilo central que se llama *pistilo*, y sean uno ó varios, su conjunto recibe el nombre de *gineceo*; las hojas que modificándose lo forman, se llaman *carpelos* ú *hojas carpelares*, que si ha sido una sola, la planta se dice *monocarpelada*, y si concurren varias á su formación, *policarpeladas*. Todo pistilo se compone de tres partes, que son ovario, estilo y estigma; el ovario está formado por un ensanchamiento de los carpelos que es el que ha de contener los óvulos ó huvecillos; el estilo es una prolongación más ó menos larga de la porción ensanchada; y el estigma es la parte terminal del carpelo, destinado á recibir y transmitir el pólen al ovario, por medio del estilo, cuando existe, y si no directamente; los bordes de las hojas carpelares, con sus haccillos fibro-vasculares, forman las llamadas *placentas* y producen unos cordones llamados *umbilicales*, por medio de los cuales se sostienen y nutren los óvulos en las placentas; si dichos cordones faltan los óvulos se llaman *sentados*.

En los pistilos compuestos ó pluricarpelados, los carpelos pueden estar libres ó unidos entre si y con las de-

más partes; siendo muy variada la forma y extensión de la adherencia.

El ovario, porción integrante y principal del pistilo, ya sea simple ò compuesto, está constituido, como se ha dicho, por el ensanchamiento de los carpelos; estos ofrecen una organización análoga á las hojas comunes; constan de un parenquima generalmente más jugoso que el de éstas, y se halla atravesado por hacecillos fibro-vasculares que se dirigen de abajo arriba, y cuyas tráqueas converjen en el punto donde nace el estilo; la epidermis que reviste la cara externa del carpelo, ofrece estomas y la cara interna carece de ellas. El ovario compuesto es generalmente regular ó simétrico, y su forma puede ser cilíndrico, globoso, aovado y prismático; el ovario simple es siempre irregular, puesto que está formado por dos mitades de hojas desiguales; el ovario por su disposición se llama libre, y también supero, cuando no está unido á ninguno de los verticilos florales; y es adherente, ò infero, cuando establece unión ó soldadura con el tubo del cáliz, y se encuentra situado debajo del punto en que quedan libres los demás verticilos.

Placentación. Es la disposición que toma la placenta; y se llama también placentario si contiene muchos huevecillos, y que algunos botánicos designan con el nombre de *trofospermo* ó *espermóforo*, y varía según que los ovarios sean uniloculares ò multiloculares; la placentación puede tener tres posiciones, *axil*, *parietal* y *central*; es axil, cuando los bordes de los carpelos forman tabiques completos y forman por unión un eje á manera de columna, á cuyo alrededor se hallan colocadas las placentas, en cuyo caso los huevecillos están unidos al ángulo interno de las celulas; se denomina parietal cuando los tabiques son incompletos, ó si los carpelos se unen únicamente por sus bordes, las placentas entonces se colocan á lo largo de los tabiques ò en las paredes de la cavidad; y por último, se llama central, cuando forma una prolongación ó columna en la porción céntrica del ovario.

El *estilo* es, según se ha dicho, aquella parte del pistilo, que se halla formada por la parte superior de la hoja carpelar, que ensanchándose primero, y arrollándose después, sobre sí misma, constituye una prolongación hueca y generalmente cilíndrica; hállase formado por un tejido parenquimatoso flojo, que es el tejido conductor, el cual se ensancha en el ápice ó en la porción lateral, formando una superficie de mayor ó menor grueso, que es el estigma; dicho tejido conductor desciende hacia el ovario, rodeando á la placenta, reviste al micrófilo con sus células, y por el intermedio de éstas, los granos polínicos caen sobre el estigma, y el mismo tejido conductor los trasmite al ovario; el número de los estilos es muy vario y se halla generalmente relacionado con el número de sépalos; si hay tantos carpelos como sépalos, la flor se llama isógina; si son menos los carpelos que los sépalos, se denomina anisógina, y si hay más carpelos que sépalos, polígina; también se dividen los estilos, como los estambres, en definidos é indefinidos; los definidos se nombran anteponiendo á la palabra ginos el numeral griego, y así se dice: monogino, digino, trigino, etc., y á los indefinidos se les dice poliginos; el estilo por su origen puede ser central y terminal; es central, si nace de la parte superior del ovario, y entonces el vértice geométrico de éste, coincide con el vértice orgánico; pero si dichos vértices no coinciden, el estilo será lateral si nace de los lados de la hoja carpelar, y basilar ó gimnobásico, cuando toma origen en la base del ovario ó tal vez del mismo receptáculo; los estilos, en cuanto á su longitud, no ofrecen diferencias apreciables; pueden ser iguales ó desiguales, y mayores ó menores que los estambres pétalos y demás órganos florales.

El *estigma* es un ensanchamiento del tejido conductor del estilo que le sirve de sostén, cuando existe, y si no el estigma es sentado; carece de epidermis y de consiguiente de estomas, teniendo comunmente unas eminencias esponjosas denominadas papilas estigmáticas, las cuales segregan oportunamente un líquido viscoso destinado á fijar y

dilatar los granos polínicos. El estigma es completo cuando es una verdadera continuación del estilo, y tiene forma propia; pudiendo ser ésta globosa, cilíndrica, alednada, etcétera, denominaciones que se aplican al estigma; y cuando ocupa simplemente una parte cualquiera del estilo ó del ovario se llama superficial; pudiendo ser además terminal y lateral, según su posición; por su aspecto exterior se le denomina también peloso, pubescente, belloso, &; en algunas plantas, como en las lobelias, se observan debajo del estigma unos pelos dispuestos en forma de collar ó de anillo, al cual se denomina *indusio*; en otras plantas falta por completo el estigma, en este caso el ovario es abierto.

Óvulos. El óvulo ó huevecillos es una pequeña masa de naturaleza parenquimatosa y celular situada en la parte central de la placenta y se llama núcleo central y nuececilla; ésta se halla rodeada de dos membranas, la exterior ó primina y la interior secundina; el óvulo permanece unido á la placenta por un filamento muy corto llamado *funiculo*, y el punto en que este se une á la primina se denomina *hilo*; la inserción de la nuececilla ó núcleo al fondo que forman las cubiertas se llama *chalaza*, la cual se encuentra separada del hilo solo por el grosor de las membranas; éstas dejan en el ápice del óvulo un orificio llamado *micrófilo* que dá paso á la nuececilla.

Cuando el óvulo se ha desarrollado se observa en el eje del núcleo una célula muy grande que es el saco embrional, el cual contiene un protoplasma granuloso con numerosos huecos; en el vértice del saco y próximo al micrófilo se encuentran tres masas protoplasmáticas desprovistas de membranas; la situada en el centro se llama *óosfera* ó *vesícula embrional*, y las situadas á los lados células accesorias ó *sinérgidas*; en el fondo del saco se hallan con frecuencia tres células llamadas antípodas, y en medio del protoplasma del saco un núcleo más voluminoso que se llama el secundario.

Las diferentes direcciones del óvulo pueden reducirse á tres: 1.º *Ortótropos*, que es cuando el micróforo, el hilo

y la chalaza están dispuestos en línea recta, y los óvulos están derechos. 2.º *Anatropos*, cuando el micróforo y el hilo próximos el uno al otro se encuentran situados al nivel de uno de los extremos del huevecillo, estando la chalaza en la parte opuesta; en este caso representa al funículo un cordón llamado *rafe*, que vá desde la chalaza al hilo; y 3.º *Campulitropos*, cuando el hilo y el micróforo están próximos y situados en el borde cóncavo del huevecillo, confundiendo el hilo y la chalaza; la posición que toman los óvulos en el ovario ha hecho que se le den nombres apropiados; así se llama recto cuando situado en el fondo del ovario su vértice mira á la bóveda de éste; reclinado cuando se eleva mediante un cordoncillo; inverso si su ápice mira al fondo del ovario; ascendente si se eleva algo sobre la placenta, y por último, peritropo cuando se inserta en la parte media de la placenta.

LECCIÓN 18.

Funciones de la flor. La función principal, encomendada á la flor, es convertir el ovario en fruto y el óvulo ó huevecillos en semilla; debiendo preceder para esto la formación del huevo; á cuyo fin han de verificarse dos funciones parciales, la polinización y la germinación del pólen. La polinización es el transporte del pólen desde la antera al estigma del pistilo; esta operación se verifica de diversos modos; en las flores hermafroditas el pólen se deposita en el estigma de la flor en que aquel se formó, y ésta se llama polinización directa; en las flores unisexuales y también en muchas hermafroditas, tiene lugar de un modo indirecto, á causa de que la madurez de los estambres se adelanta á la de los pistilos, ó viceversa los estigmas se abren antes que se verifique la dehiscencia de las anteras; en las flores hermafroditas en las que la madurez de los estambres no corresponden con la de los pistilos, dichas flores se llaman *dicógamas*.

La polinización directa se realiza según la disposición anatómica de los órganos respectivos; unas veces las anteras rodean la extremidad del estigma, y verificándose la dehiscencia de dichas anteras por orificios especiales el pólen es proyectado sobre el estigma; tal sucede en la patata; otras veces, en el acto de la dehiscencia, los estambres se colocan sobre el estigma y en él depositan el pólen, como en la ruda; y otras, finalmente, se verifica el transporte directo del pólen antes de abrirse las flores; en las que esto sucede se llaman *cleistógamas*, ejemplo la violeta odorífera; el acto de la polinización tiene también lugar por medio del viento que transporta el pólen á los estigmas en el acto de su emisión, y este transporte se realiza de mejor modo en aquellas plantas como en los pinos cuyo pólen tiene en sus granos dos vejiguillas llenas de aire que favorecen dicho transporte; los insectos son también agentes importantes de esta función, pues atraídos por el olor aromático y azucarado que segregan los nectarios de las flores, las frecuentan por hallar en ellas un alimento apropiado, y provocan de mil modos la salida del pólen que adherido en la porción pelosa de su abdomen, en las alas y en las patas, lo transportan á otras flores, en que repiten su llegada; y este servicio prestado por los insectos es tan necesario para algunas plantas, que la polinización no se verifica de otro modo; tal sucede á los Orquí, á cuyas flores si se le rodea de una gasa que impida ó dificulte la llegada de los insectos, la polinización no tiene lugar.

Los nectarios son glándulas con poros acucíferos ó con células cuyas paredes son muy delgadas, por los cuales dejan escapar el agua cargada de materias azucaradas; esta secreción suele ser muy abundante, depositándose á veces en gruesas gotas, cual sucede en la fritilaria; la situación que ocupan los nectarios varía mucho en las diversas plantas; lo general es que residan en la flor; pero los hay en las hojas, en los sépalos, en la base de los pétalos, en los estambres, en los carpelos, y por último, el

receptáculo á veces se ensancha y forma un rodete más ó menos desarrollado que se llama disco, y puede considerarse como un nuevo verticilo floral; no son los nectaricos órganos destinados exclusivamente á la polinización realizada por los insectos; son más bien órganos de reserva, de materias azucaradas que se han de utilizar después en la maduración del fruto.

Germinación del pólen. Al depositarse el pólen en el estigma, provoca la formación de los tubos polínicos, mediante la substancia viscosa de dicho estigma, y alargándose los tubos hasta introducirse en el tejido conductor, hasta llegar al ovario, y al micróforo de los óvulos; en recorrer este trayecto suele emplearse mucho tiempo, nutriéndose los tubos polínicos del contenido de los tejidos que atraviesan, á fin de adquirir la longitud y desarrollo necesario; un poco antes de verificarse el contacto de los tubos polínicos con el saco embrional, el centro ó núcleo del grano polínico desaparece y esparce en la masa del protoplasma; en las plantas angiospermas, el tubo polínico se diforma y vierte su protoplasma en la oosfera, dando lugar en el seno de ésta á dos núcleos; uno que es el primitivo de la oosfera, y otro que es el del tubo polínico que en estado difuso atravesó el saco embrional; mezclados ambos núcleos, la oosfera se rodea de celulosa con la que se determina la formación del huevo; en las gimnospermas, cuyo fruto tarda mucho más en su completa evolución, la acción y germinación del pólen se hace más lenta; el tubo polínico desorganiza el núcleo, atraviesa la masa del saco embrional y llega hasta los corpúsculos contra las células de la roseta, las cuales forman un canal por donde penetra el tubo polínico para mezclar su contenido en la oosfera.

Respiración de la flor. Esta se verifica con gran actividad en la flor y con mayor energía que en los demás órganos, puesto que la formación de la flor y los fenómenos característicos de las funciones que desempeña, no pueden verificarse sin la intervención del aire; la absorción del

oxígeno es muy grande y por lo tanto grande también la exhalación del ácido carbónico; este cambio gaseoso es en la flor más interno que en los demás órganos, verificándose un desprendimiento de calor también mayor, como puede demostrarse, empleando como en fenómenos análogos, el termómetro diferencial de Leslye; la atenuación ó falta del oxígeno, retarda ó imposibilita el desarrollo de las flores y la formación del huevo.

LECCIÓN 19.

Los cambios que experimenta el saco embrional, se refieren: 1.º Al desarrollo del huevo para formar el embrión ó nueva plantita. 2.º A la formación del albúmen ó sea la reserva nutritiva temporal ó permanente. Ya hemos expuesto que la fecundación se realiza, cuando el huevo se rodea de una membrana de celulosa y las sinérgidas han desaparecido; pues bien, á partir de este instante, el huevo se divide en dos células por un tabique perpendicular al eje de la nuececilla; la célula inferior está destinada á formar el cuerpo de la nueva planta; la superior á constituir el suspensor ú otro órgano transitorio que á veces le sustituye y que ha de fijar el huevo á las paredes del saco, y favorecer su nutrición; esta célula vuelve á seccionarse por medio de tabiques perpendiculares á la nuececilla, formando una hilera más ó menos extensa de células; la célula inferior del huevo se fracciona por tres tabiques perpendiculares en ocho células, y cada una de éstas se fracciona también paralelamente á su superficie, resultando el rudimento de la nueva plantita, representada en su aspecto por una masa celular esférica, en la que la epidermis se encuentra ya diferenciada; continuando del mismo modo la interposición de tabiques y la división de las células, forman el bosquejo de los tres miembros de la planta, raíz, tallo y hoja; la raíz se forma en la parte adherente al sustentáculo; el tallo en dirección opuesta, y éste

sostiene las hojas, es decir, sus rudimentos. El desarrollo posterior es distinto en las diversas plantas; en las monocotiledóneas, el cotiledón único de que constan, se dirige lateralmente al vértice del tallo, en sentido opuesto a la raíz, resultando el embrión de forma oblonga; en las dicotiledóneas, sus dos cotiledones se colocan en la parte superior de los lados del tallo, y el aspecto de esas hojas primordiales es el de pezoncillos; de modo que la nueva plantita aparece con la forma de un corazón con la punta ó vértice fijo en la extremidad del sustentáculo, y el tallito solo se dibuja con claridad, cuando por efecto del desarrollo, aumentan de volumen los cotiledones; por lo común solo se forma un embrión en el referido saco embrional, porque solo existe una oosfera; si en algunas plantas suelen desarrollar dos ó más es á expensas del tejido de la nuececilla.

El protoplasma del saco embrional, en el acto de la fecundación, forma un abultamiento que es el núcleo secundario, que experimenta una suspensión ó detención en su desarrollo; este núcleo se biparte ó secciona dando origen á otros núcleos sumergidos en el protoplasma; estos núcleos se van colocando en las paredes del saco, á las que se adhieren para seguir dividiéndose, y cuando el revestimiento que ellos forman está suficientemente desarrollado el protoplasma se acumula á su alrededor, y las masas granulares del mismo forman los rudimentos de tabiques celulares; aparece enseguida la celulosa que constituye los tabiques que separan el revestimiento del saco en gran número de células, que como las anteriores, se siguen subdividiendo y colocándose por dentro del sitio que ocupan las anteriores, estrechando más y más la cavidad del saco, hasta llenarlo por completo; el saco pues, en virtud á las sucesivas divisiones del núcleo secundario, se encuentra ocupado por un tejido en el que se encuentra la nueva plantita como sumergida; este tejido acumulado en lo interior del saco embrional no es otra cosa que el albumen; este desarrollo del albumen no se verifica siempre de

un modo tan completo; en muchas ocasiones y plantas se reduce á la formación de los núcleos por biparticiones sucesivas; pero ni se desarrollan los tabiques de la celulosa ni existe más que una cubierta de protoplasma, la perteneciente á los núcleos.

Modificaciones. Mientras que en el saco embrional se realizan estos fenómenos, este sigue creciendo poco á poco, y el tejido de la nuececilla desaparece por reabsorción, según adelanta el crecimiento, hasta el punto que al llegar la semilla á la maduración no queda ni el menor vestigio de dicho tejido; sin embargo, algunas plantas conservan todavía la parte perisférica del núcleo, cuyas células se llenan de materias nutritivas, y forman así una reserva que se adiciona á la del albumen, y su reunión forma el verdadero perispermo.

Todas las modificaciones que hemos ligeramente reseñado en las diferentes partes del óvulo, tienen por resultado la transformación del mismo en semilla; cuando la plantita se desarrolla á expensas del huevo y adquiere ciertas dimensiones, se acumulan ya en los cotiledones, ya en el albumen materias nutritivas diversas, los tejidos de la semilla van poco á poco perdiendo el agua de vegetación, y el embrión entra en un período de vida latente; llegada ya á su madurez, la semilla puede desprenderse de la planta y permanecer mucho tiempo en semejante estado, antes de volver á adquirir el interrumpido curso de su desarrollo. La semilla en este estado de completa madurez ofrece dos partes principales, el tegumento formado por la primina y la almendra proveniente de la nuececilla ó núcleo; el tegumento presenta, á partir del hilo ó sea de la cicatriz formada por el funículo, nervios que van en todos sentidos y que forman una red del mismo modo que en las hojas; las nerviaciones son siempre simétricas; la superficie exterior del tegumento formado por la epidermis es, por lo general, fuerte y coloreada; pero también suele presentarse rugosa y suele llevar pelos en toda su superficie, y en determinados puntos de la semilla se lo-

calizan formando penachos, y que están destinados á diseminar las semillas en la deiscencia del fruto; el tegumento forma espansiones más ó menos extensas en forma de lámina ó de cúpula que rodean la semilla; tales son las membranosas y á veces carnosas que acompañan á ciertas semillas; cuando estas espansiones se desarrollan en la base de las semillas á expensas de funículo, reciben la denominación particular de *arilo*.

La almendra ó cuerpo de la semilla envuelta por el tegumento, encierra ó contiene un embrión ó planta en miniatura y en estado de vida latente; pero carece, en la mayoría de las plantas, de albúmen por haber consumido en su desarrollo y crecimiento todo el contenido en el saco embrional; en otras plantas, la almendra contiene albúmen, cuyas células están llenas de materia nutritiva, ó verdaderas reservas; este albúmen que aun conservan formado en el saco embrional, no fué absorbido ni digerido por completo antes de pasar la semilla á esta vida latente; y por último, otras conservan además del albúmen, la otra materia nutritiva que en forma de membrana ó de tejido hemos designado con el nombre de perispermo; por consiguiente la almendra está constituida por tres partes: el embrión, el albumen y el perispermo.

Estudiado en su junto el embrión, presenta siempre de un modo ostensible, una pequeña punta cónica que es la radícula, la cual prolongándose en forma más ó menos cilíndrica, representa el tallecito; éste en las plantas dicotiledóneas, desarrolla dos láminas, aplicada una contra otra, hasta ocultar el punto vegetativo del tallecito, cuyas láminas son los cotiledones; el punto vegetativo rara vez está desnudo, sino que lleva hojas más ó menos desarrolladas que forman la gémula ó yemecita; en las monocotiledóneas solo lleva un cotiledón que también envuelve y protege el punto vegetativo; ya sea uno ó ya sean dos los cotiledones son los que contienen las reservas de las sustancias nutritivas, hasta que la nueva planta se encuentra con el desarrollo suficiente para tomarlas de la atmós-

fera y del suelo; en cuanto á la naturaleza de las reservas, son desde luego materias albuminóides, que después por la desecación de los tejidos se reducen á masas esféricas; en la mayor parte de las semillas afectan la forma de gránulos finos que ocupan los huecos que quedan entre las reservas hidrocarbonadas, almidón, grasas, etc.; el almidón es la reserva más frecuente, y el albúmen que lo contiene se llama amiláceo ó harinoso, como el de los cereales; también existe el almidón en el perispermo, y en los cotiledones de las Papilionáceas; las grasas que también son comunes, dan al albúmen el caracter de oleaginoso y carnosos, como en la adormidera; cuando escasean ó faltan el almidón y las materias grasas, las membranas de los tejidos del albúmen engruesan, dejando solo en el centro pequeñas cavidades, dando lugar al albúmen córneo, como en el dátil; en este caso, las membranas formadas por celulosa pura, adquieren tanta dureza las semillas, que pueden pulimentarse y bruñirse como si fueran de marfil; tal sucede con las semillas de las Fitelefás.

LECCIÓN 20.

Fruto. Es el ovario completamente desarrollado por la fecundación y la maduración; se halla constituido por el pericarpio y la semilla. El pericarpio ha sido formado por los carpelos ú hojas carpelares, y existe en la mayoría de las fanerógamas, y cuando éstas no tienen más que una semilla se suelda generalmente con ella en el periodo de la madurez, como sucede en las gramíneas, las cuales se denominaron de semillas desnudas, como á todas las que tienen el pericarpio muy delgado y muy adherido á ellas; pero verdaderas semillas desnudas solo las presentan las cicadeas y las coníferas; el fruto además puede ser apocarpio y sincarpio: es apocarpio cuando consta de un solo carpillo, ó varios que están libres, y sincarpio si son los carpelos diferentes y sordados. Se dice simple ó compues-

to, según sea el ovario de que procede; y múltiplo, cuando los carpillos son y continúan independientes; en todo pericarpio se observan la epidermis exterior, la interior y una substancia intermedia, con más ó menos jugos; la primera se llama epicarpio, la intermedia mesocarpio, ó sarcocarpio si es muy abundante en jugos, y la interna endocarpio, que puede ser de consistencia variable, coriácea y hasta leñosa; por su consistencia se dividen en secos y carnosos, y según grados intermedios, foliáceos, membranosos, coriáceos, crustáceos, apergamizados y fibrosos; por su forma se denominan globosos, oblongos, cilíndrico, apezonado, lineal, etc.

El pericarpio ofrece el mismo número de cavidades que el ovario, según los carpelos que lo constituyen; cuando está formado por un solo carpelo presenta dos suturas, una exterior ó dorsal, y otra interior ó ventral; en los que proceden de un ovario compuesto existen además las suturas laterales que proceden de la unión de las hojas carpelares entre sí.

Clasificación de los frutos. Esta parte de la ciencia recibe el nombre de Carpología. La gran variedad de formas y estructuras que ofrecen los frutos, ha sido una de las causas que han dificultado la ordenación de los mismos en grupos determinados y concretos; sin embargo, varios botánicos han intentado referir á ciertos tipos generales las diversas modificaciones que presentan los frutos en las diferentes plantas, formando clasificaciones más ó menos naturales, según los modelos que ha tomado como más generales. Entre éstas adoptamos la de Mr. Luis Claudio Richard, no solo por ser más comprensiva en el número de frutos, correspondientes á los grupos que establece, sino también por su generalidad y sencillez didáctica.



CLASIFICACIÓN DE A. RICHARD.

CLASES.	SECCIONES.	GÉNEROS.					
FRUTOS.	{	1. ^o SIMPLES	{	1. ^a SECOS.	{	Indehiscentes.	Cariopsis.
							Akena.
							Poliakena.
							Sámara.
							Glande.
						Dehiscentes.	Carcérula.
							Folículo.
							Silicua.
							Silicula.
							Legumbre.
Pyxidio.							
Elaterio.							
Caja ó cápsula.							
FRUTOS.	{	2. ^a CARNOSOS.	{	2. ^a CARNOSOS.	{	Drupa.	
						Nuez.	
						Núcula.	
						Melónide.	
						Balaustra.	
						Pepónide.	
						Hesperidio.	
						Baya.	
						2. ^a MÚLTIPLOS	Sincarpo.
						FRUTOS.	{
Sorosis.							
Sicono.							

Frutos simples, secos é indehiscentes. Cariopside: Es fruto monospermo, cuyo pericarpio es muy delgado y adherido íntimamente á la semilla, como el trigo y otras gramíneas.

Akenia. Es un fruto también de una sola semilla, y cuyo pericarpio no está adherido á ella, como se ve en las compuestas. El fruto poliakenia es el formado por varias akenas, denominándose diakenio, triakenio, según su número.

Samara. Fruto de una ó varias semillas, que lleva lateralmente unos apéndices delgados á manera de alas como en el olmo.

Glande. Fruto unilocular, de pericarpio coriáceo ó leñoso, y contenido en un involucre denominado cúpula, como en la encina, avellano y castaño.

Carcerula. Fruto de muchas semillas, cuyas celdas no se separan unas de otras, y casi siempre acompañado de una bráctea, como se ve en el tilo.

Frutos simples indehiscentes. Folículo: Es un fruto unilocular y polispermo que se abre longitudinalmente por la sutura ventral, como el ranúnculo.

Silicua. Fruto bivalvo, y cuatro veces más largo que ancho, y con las semillas prendidas en dos suturas, como el rábano, mostaza, alelí, etc.

Silicula. Como la silicua; pero tan larga como ancha.

Legumbre. Fruto bivalvo, cuyas semillas están prendidas de las dos márgenes de la sutura ventral, como en el haba, guisante y demás leguminosas.

Pixidio. Fruto que se abre transversalmente en dos valvas hemisféricas sobrepuestas, como en el fruto de beleño.

Elaterio. Fruto de varias celdas y semillas, y que se abre en tantas partes bivalvas como celdas tiene, como en el ricino y otras enforviáceas.

Caja. Fruto cuya dehiscencia es diversiforme y ha recibido el nombre por su forma.

Frutos carnosos. Drupa: Fruto de pericarpio carnoso, como la cereza, melocotón.

Nuez. Es una drupa coriácea más bien que carnosa.

Núcula. Fruto carnoso que contiene muchos huececillos, como el sauco y la yedra.

Melónide. Fruto carnoso con las semillas esparcidas en las celdas de la pulpa.

Pepónide. Fruto carnoso con semillas procedentes de placentales parietales muy carnosas que ocupan toda la parte interna, como la calabaza, pepino.

Hesperidio. Es una baya plurilocular, con el epicarpio glanduloso y el endocarpio con células pulposas, como el limón, naranja.

Baya. Es un fruto carnoso, indehiscente y sin hueso, cuyas semillas están esparcidas en la pulpa, como en la uva, tomate, belladona, etc.

Frutos múltiples. Sincarpo: Es un conjunto de carpillos libres en la flor, que soldándose después, toman la forma de un solo fruto pezonoso, como en la magnolia.

Frutos agregados. Cono ó estrobilo: Está formado por un conjunto de carpelos en forma de escamas, unas veces leñosas como el pino, otras veces en cabezuela globosa como el ciprés, y alguna vez carnosa como el enebro.

Sorosis. Fruto formado por la soldadura de varios otros frutillos ó pequeñas drupas muy desarrolladas, como en el moral.

Sicono. Es reunión de frutos muy pequeños que proceden de otras tantas flores femeninas y reunidas en un receptáculo cerrado, como el higo.

LECCIÓN 21.

Diseminación. Es el acto en virtud del que las semillas maduras son depositadas naturalmente en el terreno ó medio apto para desenvolver y desarrollar el nuevo ser; esta verdadera siembra practicada por la Naturaleza, ne-

cesita varias condiciones, debidas unas á causas exteriores, y otras dependientes de la fuerza vegetativa; estas condiciones están relacionadas con la fecundidad de las especies, la elasticidad de los pericarpios y el peso de las semillas; las condiciones externas dependen de la acción de los vientos, de las aguas, de los insectos y otros animales, y del hombre mismo, el cual emplea diferentes procedimientos para la diseminación de las especies útiles; la mayoría de las veces, las plantas contienen gran número de semillas, á fin de que la perpetuación de la especie pueda verificarse, á pesar de los obstáculos y causas destructoras que se oponen á su desarrollo.

Los frutos de varias especies lanzan sus semillas á distancias, á veces considerables; pues si lo hicieran en puntos muy próximos, impedirian, en ocasiones y por causas locales, su crecimiento y buen desarrollo; también existen semillas provistas de coronas ó especie de alas, que aumentando su superficie, facilitan su más fácil transporte por los vientos, de unos puntos á otros; otras se hallan provistas de pelos, penachos, vilanos, etc., los cuales comunican mayor lijereza á las semillas; así es que los vientos son los eficaces conductores y agentes de la diseminación, en esta clase de plantas cuyas semillas se hallan provistas de los antedichos apéndices; á esta causa atribuía Linneo, y con sobrada razón, la introducción en Europa de ciertas plantas, originarias de América, de las que no se tienen datos ni noticia de haber sido importadas por la mano del hombre á nuestro continente; las aguas de los rios y aún de los mares, contribuyen y favorecen ese acto, como lo explica y confirma el hecho de ser trasladadas determinadas semillas á Suecia y Noruega, y á otros puntos del Norte de Europa.

Germinación. Es la función en virtud de la cual el embrión contenido en la semilla en estado de vida latente, pasa á la vida libre, desarrollándose el nuevo ser; función importantísima, como complemento de todos los fenómenos, cambios y funciones conducentes á la reproduc-

ción. Esta función se verifica mediante causas, unas exteriores al ser, y otras inherentes á él; verificándose en el proceso de este acto funcional, cambios morfológicos y químicos, indispensables á su realización.

Son agentes indispensables de la germinación, el agua, el aire, una temperatura acomodada y la ausencia de la luz.

El agua debe obrar sobre las semillas mediante un cuerpo esponjoso, que no impida su comunicación con el aire; por esto se siembran las semillas en tierra movediza y ahuecada que dé paso fácil al ambiente; así se ve las semillas colocadas en el vacío ó en atmósfera de nitrógeno, hidrógeno ú otro gas distinto del aire, no germinan; lo cual prueba lo indispensable de este gas.

Respecto á la acción del calor, es muy variable su acción, pero siempre necesaria; las semillas pueden germinar entre límites de temperaturas diversas; desde 0°, hasta 40° ó 47°; pero nunca lo verifican á temperaturas inferiores ni superiores á estos límites; también una luz directa ó muy viva impide ó retarda la germinación, entre otras razones porque la luz en esas condiciones descompone el ácido carbónico tan necesario en este período de la vida de la planta; también favorece á esta función la acción del cloro, la de ciertos ácidos vegetales y la influencia de la electricidad negativa; en tanto que la perjudican, ó por lo menos la retardan y contrarian, la acción de los alcalis, ciertos ácidos y la electricidad positiva.

Las semillas colocadas bajo la influencia de los agentes indicados, germinan dentro de un período de tiempo variable en general; pero que puede fijarse para cada especie, dentro de ciertos límites; en efecto, la experiencia acredita que la mayoría de las garmíneas, verifican ó inician su germinación en un período de dos á ocho días; las semillas de las crucíferas, labiadas, cucurbitáceas y leguminosas tardan algunos días más; otras lo verifican tardando algunos meses, y hasta uno, dos y tres años. También es muy variable el tiempo durante el cual conservan

las semillas la facultad germinatriz; citándose como ejemplo notable, bajo este concepto, una variedad de trigo, hallada en los antiguos sepulcros egipcios, la cual ha germinado y se ha propagado en los tiempos actuales; por lo general, las semillas germinan más pronto y en condiciones más favorables, cuando se diseminan ó siembran poco tiempo después de su recolección; pues así se encuentran empapadas de los jugos nutricios y materiales de reserva necesarios á su desarrollo; además en estas condiciones sus tegumentos están más blandos, y los principios elementales tienen mayor aptitud para fermentar.

Luego que las semillas se hallan influenciadas por las circunstancias, unas necesarias y otras solo favorables para la germinación, absorben el agua que las reblandecen, penetra en su interior acompañada de los gases que dicha agua lleva en disolución; los productos del perispermo pierden parte de su carbono, que unido al oxígeno del aire, forma ácido carbónico que se desprende; á su vez combinados estos productos con otros elementos y los del agua misma, se transforman en principios solubles que empiezan por nutrir primero al embrión; de estos principios el más esencial, la fécula, se convierte en dextrina y azúcar ó glucosa, mediante la diastasa ó sea el fermento que se forma en la semilla por la presencia del aire y del agua. Una vez el embrión en desarrollo, las cubiertas seminales se rompen, sale la radícula ó raicilla, después los cotiledones y la plúmula, la cual logrando salir al exterior, adquiere ya influenciada por la luz, consistencia y color verde; la planta absorbe ácido carbónico, fija el carbono y desprende oxígeno; desarrollada la radícula por su parte, forma la raíz verdadera, y de este modo el embrión se transforma en un individuo vegetal completo, y va sucesivamente ofreciendo todos los diversos cambios que constituyen una nueva vegetación.

LECCIÓN 22.

Taxonomía. Es la parte de la Ciencia que se ocupa en dar reglas y principios en los que se fundan las clasificaciones:

Individuo vegetal. Es toda planta que crece y se desarrolla sobre la tierra y que no puede dividirse sin perder sus caracteres esenciales.

Especie orgánica. Es según Cuvier, la reunión de individuos procedentes de unos mismos padres y á los cuales se parecen tanto, como ellos se parecen entre sí. Según la escuela moderna ó teoría de la evolución, la especie es un ciclo de formas ó reunión de individuos parecidos entre sí, en tanto que no cambien las condiciones del medio en que viven, y á las que tienen que adaptarse por lentas modificaciones, y si no perecer.

La variedad orgánica la constituye las diferencias accidentales entre los individuos de una misma especie; si estas variaciones se perpetúan por generación, toman éstas el nombre de razas.

Género. Es la reunión de especies análogas ó más parecidas por la semejanza de sus caracteres, y en particular por el de sus órganos reproductores.

Familia. Es la reunión de géneros más semejantes por sus caracteres orgánicos y fisiológicos.

Clase. Es la reunión de familias más análogas y semejantes.

Entre las varias clasificaciones botánicas que han venido sucediéndose con verdadero carácter científico, desde el célebre Teofrasto hasta nuestros días, solo expondremos: la de Linneo y el método de Decandolle.

Clasificación botánica de Linneo. Se llama también *sistema sexual*, porque está fundada en la presencia ó ausencia de los órganos sexuales, y en sus diversas modificaciones.

SISTEMA SEXUAL DE C. LINNEO.

		CLASES.	EJEMPLOS.						
Fancrógamas ó con órga- nes sexua- les visibles.	Hermafro- ditas.	Estambres libres.	Definidos.	En número de uno.	1. ^a Monandria.	<i>Caña de Indias.</i>			
				De dos.	2. ^a Diandria.	<i>Jazmín.</i>			
				De tres.	3. ^a Triandria.	<i>Trigo.</i>			
				De cuatro.	4. ^a Tetrandria.	<i>Rubia, Llantén.</i>			
				De cinco.	5. ^a Pentandria.	<i>Patata.</i>			
				De seis.	6. ^a Hexandria.	<i>Talpa.</i>			
				De siete.	7. ^a Heptandria.	<i>Castaño de Indias</i>			
				De ocho.	8. ^a Octandria.	<i>Brezó.</i>			
				De nueve.	9. ^a Encandria.	<i>Laurél.</i>			
				De diez.	10. ^a Decandria.	<i>Clavel.</i>			
				De once hasta 19.	11. ^a Dodecandria.	<i>Reseda.</i>			
Fancrógamas ó con órga- nes sexua- les visibles.	Hermafro- ditas.	Estambres libres.	Indefini- dos.	Insertos en el cáliz.	12. ^a Icosandria.	<i>Rosa.</i>			
				Id. en el receptáculo.	13. ^a Poliandria.	<i>Amapola.</i>			
				Dos más largos que los otros dos.	14. ^a Didinamia.	<i>Espliego.</i>			
					Cuatro más largos que los otros dos.	15. ^a Tetradinamia.	<i>Aléi.</i>		
					En un solo haz.	16. ^a Monadelphia.	<i>Malva.</i>		
				En dos.	17. ^a Diadelphia.	<i>Guisante.</i>			
				En tres ó más.	18. ^a Poliadelphia.	<i>Naranzo.</i>			
				Adheridos	Por las anteras.	Con el pistilo.	Por los filamentos.	19. ^a Singenesia.	<i>Lechuga, Cardo.</i>
								20. ^a Ginandria.	<i>Pasionaria.</i>
								21. ^a Monoecia.	<i>Maíz.</i>
								22. ^a Dioecia.	<i>Cañamo.</i>
Unisexua- les.	En uno ó más pies y flores también hermafroditas.	En uno ó más pies y flores también hermafroditas.	Criptógamas ó con órganos sexuales no visibles.	23. ^a Poligamia.	<i>Fresno.</i>				
				24. ^a Criptogamia.	<i>Culantillo, Seta.</i>				

PLANTAS.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE A. P. DE CANDOLLE.

DIVISIONES.	CLASES.	SUBCLASES.
Farenógamas vasculares ó cotiledóneas. Criptógamas, celulares ó acotiledóneas.	Dicotiledóneas	Perigonio doble; verticilos libres é insertos en el receptáculo. Talamifloras.
	Monocotiledóneas.	Cáliz gamosépalo; receptáculo soldado con el cáliz; pétalos y estambres en apariencia insertos sobre el cáliz. Calicifloras.
.	Corola gamopétala libre; estambres adherentes á la base de la corola; ovario libre Corolifloras.
.	Perigonio sencillo Monoclamideas.

PIANTAS.

LECCIÓN 23.

Plantas Farenógamas. Están constituidas por el tejido celular y el vascular, con raíz, tallo y hojas bien distintos: reproducción sexual; el embrión con cubiertas propias y uno ó más cotiledones.

CLASE 1.^a—*Dicotiledóneas.* Sus caracteres son: tener dos cotiledones opuestos, ó muchos verticilados; el tallo con los dos sistemas cortical y leñoso, y médula central y radios medulares; flores por lo general del tipo quinario, y sus órganos florales bien distintos.

SUBCLASE 1.^a—*Talamifloras.* Con perigonio doble, verticilos libres é insertos en el receptáculo.

Familia Ranunculaceas. Son plantas cuyo tallo es comunmente herbáceo, hojas alternas y sin estípulas, alguna vez opuestas ó en verticilo; cáliz tri ó hexasépalo; corola con igual, doble ó triple número de pétalos; estambres libres é indeterminados; fruto indefinido y semillas numerosas.

Especies: Clematis vitalva ó yerba de los pordioseros; el Acónito, Heléboro, Ranúnculo, Anémone, y hasta un millar de especies: todas ellas son acres, cáusticas y regularmente venenosas.

Familia Berberideas. Son arbustos ó yerbas perennes, con hojas opuestas; cáliz con tres ó cuatro sépalos, caedizo; corola con igual número de pétalos que el cáliz ó el doble de éstos, y opuestos á ellos, estambres tantos como pétalos; flores solitarias, en racimo ó en panoja; fruto capsular ó baya: géneros más importantes, el Berberis, Mahonia, Bongardía y otros.

LECCIÓN 24.

Papaveráceas. Son plantas herbáceas con hojas alternas, cáliz disépalo y caduco, corola tetrapétala, estambres cuatro é indefinidos, estigma sentado y fruto en caja ó polispermo; las plantas de esta familia contienen un jugo acre y narcótico; comprende unas sesenta especies, entre ellas la adormidera, de la que se extrae el opio, la amapola y la celedonia.

Crucíferas. Plantas por lo general herbáceas, con hojas alternas, cáliz tetrasépalo, corola cruciforme, estambres tetradinarmos, flores hermafroditas, fruto silícula ó silicula; es una familia muy natural, cuyas semillas suelen contener aceites volátiles, á lo que deben sus propiedades estimulantes; habita en todo el globo y más abundantes en los climas templados; sus especies son muy numerosas, entre ellas, el carraspique, el atelí, la mostaza blanca y negra, la yerba pastel, la col, rábano, coliflor, nabo, lombarda y otras.

LECCIÓN 25.

Cariofiléas. Plantas de tallo herbáceo, con nudos articulados; hojas opuestas, enteras, flores regulares, comunmente hermafroditas, solitarias; caliz persistente de cuatro ó cinco sépalos libres ó unidos en un tubo quinque-dentado; pétalos cuatro ó cinco alternos con los sépalos; estambres en número doble al de los pétalos; fruto, caja y semillas indefinidas; los géneros más notables son: el *Dianthus*, *Saponaria*, *Agrostemma*, *Silene* y *Cucubalus*.

Malváceas. Son yerbas, arbustos y aún árboles con hojas alternas; cáliz pentasépalo, pétalos de igual número; estambres monadelfos; flores hermafroditas, y calículo con muchas bracteas; contienen una substancia mucilagi-

nosa, á lo que deben sus propiedades emolientes; entre sus muchas especies se cuentan la malva común y todas sus variedades, el *altæa officinalis* ó malvabisco, el algodón herbáceo y el arboreo.

Ampelideas. Tallo leñoso, sarmentoso y trepador; hojas estipuladas, las inferiores opuestas, las demás alternas; flores pequeñas, verdosas, dispuestas en umbela y éstas en racimo; cáliz pequeño entero ó quadri ó quinque-dentado; pétalos 4 ó 5; estambres en igual número: fruto baya, la *vitis vinifera*, la parra y todas las numerosas variedades de la vid.

Balsámicas. Son yerbas con hojas alternas ú opuestas; flores en racimo ó solitarias, cáliz con cinco sépalos caedizos y coloreados, corola con cinco pétalos, estambres cinco hipoginos y fruto en caja. Géneros más importantes: *balsamina* *impatiens*, la *hortensis* y otras que se cultivan como plantas de adorno.

Rutáceas. Plantas herbáceas, arbustos ó árboles por lo regular glandulosos; hojas alternas ú opuestas; flores regulares en racimo ó en corimbo; cáliz, tri, tetra ó quinquesépalo persistente y libre; pétalos cuatro ó cinco reunidos y caedizos; estambres en número igual, doble y aun triple del de los pétalos; fruto en caja que se abre por el ángulo interno de los carpelos que la componen: el género *Ruta*, *Pilocarpum* y otros, todos contienen un principio amargo y una substancia colorante amarilla, y alguna se ha empleado como sudorífica y febrífuga.

LECCIÓN 26.

Caracteres de la sub-clase calicifloras. Cáliz gamosépalo; receptáculo soldado por el cáliz; pétalos libres é insertos aparentemente del mismo modo que los estambres, esto es, sobre la porción del tálamo unida al cáliz; ovario libre ó adherente.

Leguminosas. Son árboles, arbustos ó yerbas con ho-

jas alternas y estipuladas, cáliz gamosépalo, corola amariposada; estambres periginos; ovario libre; fruto en legumbre; es familia muy numerosa, pues se conocen más de diez mil especies y es muy importante; unas son alimenticias, otras medicinales y otras industriales y todas de grandes aplicaciones; las más comunes son: el garbanzo, el haba, guisante, habichuela, lenteja, alfalfa, trebol, campeche, hiniesta, las casias, el regalí ó palo dulce.

Rosáceas. Son yerbas, arbustos ó árboles, con hojas alternas, estipuladas, sencillas ó compuestas; cáliz quinquelobado y persistente; corola con cinco pétalos con uñas cortas; estambres indefinidos y fruto variable. Las cortezas, raíces y semillas, son generalmente astringentes; las almedras de algunas contienen ácido cianhídrico: comprende esta familia, el membrillero, manzano, peral, guindo, almendro y demás árboles frutales.

Cucurbitáceas. Tallo herbáceo y trepador; hojas alternas, simples y acompañadas de una estipula lateral alargada en forma de zarcillo; flores hermafroditas, monóicas, dioicas ó polígamas; inflorescencia en racimo, panoja ó corimbo; pétalos cinco, soldados ó libres; estambres en igual número; fruto peponida con tres ó cinco celdas y semillas numerosos: son géneros de esta familia el cucumis melo, cucumis pepo, cucurbita, citrullus y otros muchos.

LECCIÓN 27.

Cactáceas. Arbustos carnosos; tallos globosos, comprimidos, cilindricos y con tubérculos que representan ramos abortados; hojas carnosas, planas ó rollizas y algunas veces nulas; agujijones dispuestos en hacecillos en las axilas de las hojas; cáliz compuesto de muchos sépalos, apenas diferentes de los pétalos; estambres indefinidos, insertos en la base de la corola; fruto baya carnosa y coronada por el cáliz y muchas semillas; comprende esta familia diversas especies originarias de la América meridional.

nal, algunas de Asia y Africa; sus géneros principales son: *cerens*, *mammillaria*, *melocaptus*, *echinocaptus*, la *opundia vulgaris* (higuera chumba), el nopal de la cochinilla, el tragacantos de Méjico, destinadas á la cría y propagación de la cochinilla.

Grosuláricas. Son generalmente arbustos provistos de espinas; hojas alternas, lobadas ò hendidas; flores axilares y en racimo; cáliz gamosépalo y el limbo cuadri ó quinquepartido; corola de cuatro ó cinco pétalos libres, más cortos que los sépalos; estambres insertos en el cáliz y en número igual al de pétalos, alternos con ellos; fruto en baya globosa ó en caja, coronada por los dientes del cáliz; comprende muchos géneros: *rives rubrum*, *nigrum* (grosellero rojo y el negro) etc.

Umbelíferas. Plantas herbáceas, alguna vez leñosas, con tallos fistulosos; hojas alternas y de peciolo embainador; flores hermafroditas y en umbela; cáliz gamosépalo y quinquedentado; corola de cinco pétalos libres; estambres cinco; fruto diaquenio; se encuentran en esta familia numerosas especies muy comunes, como el apio, la zanahoria, al perejil, el anís, el hinojo, la cicuta, la angélica, etcétera.

LECCIÓN 28.

Caprifoliáceas. Tallo leñoso ò fruticoso y alguna vez herbáceo, con hojas opuestas con estípulas pequeñas ò nulas; flores hermafroditas y de inflorescencia variable, cáliz quinquéfido; corola gamopétala embudada ó en forma de rueda con cinco lóbulos, estambres cinco, fruto en baya y una ó varias semillas; sus especies más comunes, el sahuco, la madre selva, el yezgo, el durillo etc.

Rubiáceas. Son yerbas, arbustos ó árboles, con hojas enteras, verticiladas ú opuestas, corola gamopétala; estambres alternos; ovario bilocular; fruto baya ò drupa; sus especies tienen grande aplicación en medicina y en la in-

dustria; las más comunes son la ipecacuana, las quinas y sus variedades, el café y la rubia empleada en tintorería.

Compuestas. Son plantas herbáceas, rara vez arborescentes, con hojas alternas; corolas flosculosas, semiflosculosas ó liguladas; estambres cuatro ó cinco; ovario infero; inflorescencia en cabezuela, y protegido por un involucre; fruto akenia y semilla sin albúmen; sus numerosas especies, pues llegan á diez mil, unas son comestibles, otras medicinales, otras industriales y otras de adorno; entre ellas se encuentran: la alcachofa, el cardo, escarola, lechuga, el ajenjo, las centáuras, la manzanilla, la caléndula ó flor de muerto, la dalia y el alazor.

LECCIÓN 29.

Caracteres de la sub-clase Corolifloras. Son los siguientes: Corola gamopétala libre; estambres adherentes á la base de la corola.

Oleáceas. Árboles con hojas opuestas; inflorescencia en racimo; corola gamopétala; estambres dos; fruto variable; son plantas muy importantes, pues la madera de muchas de ellas se emplea en las construcciones, otras se emplean por sus frutos y otras por sus flores: á esta familia pertenecen las especies siguientes: el fresno y sus variedades, el olivo y el acebuque, el cinamomo ó lila.

Familia Convolvuláceas. Yerbas, matas ó arbustos y rara vez árboles, con los tallos derechos y rastreros en la mayoría de las especies, algunos volubles y otros parásitos; hojas alternas, sin estipulas; flores hermafroditas y de inflorescencia varia; cáliz de cinco sépalos, quinquedentados, persistentes y dispuestos en una sola serie, en dos ó en tres; corola gamopétala, tubulosa ó acampanada; estambres cinco; fruto caja, y con pocas semillas; á esta pertenecen la batata de Málaga, las enredaderas, el don Diego de día, la ipomæ purga, de cuya raíz se obtiene la jalapa.

Familia Borragineas. Son yerbas, pocas veces arbustos, cubiertos de pelos ó cerdas ásperas; hojas alternas; flores hermafroditas y de inflorescencia en corimbo, racimo ó espiga; cáliz gamosépalo, persistente y libre; corola gamopétala, caediza; estambres cinco; con fruto vario, con una ó cuatro semillas; pertenece á esta familia la borraja, el heliotropo, la yerba berruguera, el lithospermum arvense, cuya corteza de la raíz se emplea para colorear la manteca.

LECCIÓN 30.

Familia Solanáceas. Son yerbas ó arbustos generalmente de poco porte, con espinas ó agujones y hojas sencillas; flores hermafroditas; estambres cinco; ovario libre; fruto en caja ó baya, alguna vez drupáceo. Son especies comunes la belladona, el beleño, el estramonio, el tabaco, pimiento, tomate y patata.

Familia Labiadas. Plantas herbáceas por lo regular y rara vez arbustos ó árboles; corola bilabiada, y tanto esta como el cáliz y á veces los tallos provistos de glándulas ó pelos glandulosos, que contienen un aceite esencial aromático; estambres didinamos; ovario libre; fruto formado por cuatro akenas: las plantas de esta familia son estimulantes y tónicas; entre sus especies más comunes se hallan la salvia, el romero, el tomillo, el torongil, el orégano, el mastranzo y las mentas.

Familia Gramíneas. Son plantas de tallo caña, herbáceo ó leñoso, hojas envainadoras; flores hermafroditas, alguna vez unisexuales, monoicas ó dioicas; inflorescencia en espiga, y en la base de cada espiguilla una ó dos glumas. Es una de las familias más importantes y numerosas y la base de la alimentación del hombre y de los animales y proporciona diversos productos económicos; comprende unas cuatro mil especies que los autores han dividido en diferentes tribus, y éstas en sus géneros respecti-

vos; son especies comunes de esta familia el trigo y sus numerosas variedades, el centeno, cebada, maiz, arroz, la caña de azúcar y la caña común.

LECCIÓN 31.

Hongos. Estos vegetales están exclusivamente constituidos por células ó filamentos y á veces por ambos á la vez; viven sobre cuerpos organizados muertos ó enfermos, ó son parásitos de plantas vasculares vivas; carecen de hojas y de frondes; sus órganos de fructificación están situados en receptáculos carnosos, esponjosos ó gelatinosos, sostenidos, por lo común, á expensas de un piesecillo llamado estipes, de forma muy variada, terminando en un sombrerete ó especie de parasol, otras veces terminado en maza ó en cúpula; esporas desnudas ó contenidas en una especie de sacos cerrados que se denominan tecas: algunas especies son comestibles y entre ellas algunas del género *Agaricus*, seta ú hongo campesino, cuyas especies llegan, según algunos botánicos, a mil doscientas; algunas son altamente venenosas y son indispensables ciertas precauciones para usarlas como alimento; una especie es llamada cornezuelo de centeno por ser un hongo parásito de dicha gramínea; también merecen citarse como notables el *Tuber cibarium*, hongo comestible conocido con el nombre de *criadilla de tierra*; el *Bacterium termo*, frecuente en las infusiones animales y vegetales, y que se le considera como la causa determinante de la putrefacción; el *Mycoderma aceti*, que produce, según Pasteur, la madre del vinagre; el *Bacterium xanthinum*, que comunica á la leche después de cocida un color amarillento; el *Bacterium eruginosum*, que da al pan un color verde; el *Microoccus ureæ*, que contribuye á la formación del carbonato amónico de la orina; el *Microoccus Vaccine*, considerado como el agente principal de la viruela; el *M. dipthericus*, que se halla en las falsas membranas del crup ó garrotillo, y en

la membrana mucosa de los bronquios, en la laringe y en los riñones; el *Leptothris bucalis*, que se encuentra en el sarro de los dientes y da lugar á la caries dentaria; y otros ya menos importantes.

Musgos. Son plantas, por lo común terrestres, anuales unas y perennes otras; sus tallos están constituidos por células alargadas, y son derechos ó echados, cilindricos y raíces fibrosas; hojas dísticas ó esparcidas, elípticas, agudas ó lineales; órganos reproductores formados de *anteridios* y *esporangios* monoicos y dióicos, que nacen en la axila de las bracteas de un involuero común que recibe el nombre de *perichaetium*; anteridios numerosos formando una especie de utriculos; los órganos femeninos son unos cuerpecillos ovales sentados y envueltos por una membrana que se abre para dar salida á la urna, *teca* ó caja unilocular que á veces es cuadrivalve, con una columnilla central, casi siempre cilíndrica, unas veces plegada longitudinalmente, y otras veces dilatada en el ápice, de tal modo, que cierra la boca de la caja por un opérculo dehiscente; en dicha urna ó caja se hallan contenidas las esporas globosas.

Entre los géneros que comprende, se halla el *Polytrichum commune*, musgo capilar, que es espontáneo en algunos bosques, el cual ha sido recomendado para evitar la calvicie, cociéndolo, y también se ha empleado como diurético; el género *fumaria*, cuyas especie higrométrica es común en las paredes de los estanques y en las tierras húmedas, siendo sus usos y nombres vulgares análogos al anterior.

Helechos. Estas plantas son árboles y á veces corpulentos en las zonas tórridas, y arbustos vivaces y matas, en las zonas templadas y frías; su rizoma es perenne y recubierto por la base de hojas antiguas; se hallan constituidos por hacecillos fibroso-vasculares dispuestos en círculos alrededor de un tegido celular central y de fibras leñosas y vasos anulares y rayados; constan unas veces de hojas, otras de frondes esparcidas sobre el rizoma ó amon-

tonadas en el ápice del tallo; su limbo es generalmente lobado ò partido, y su ápice, unas veces, ó en el margen ó dorso otras, llevan los òrganos reproductores; los esporangios son sentados ó pedicelados reunidos en montoncitos llamados *soros*, unas veces desnudos y otras recubiertos por una membrana escamosa ó por la margen de la fronde convertida en *indusio*; entre sus especies se encuentra el culantrillo de pozo, que es espontáneo en sitios húmedos y sombríos, y sus hojas se emplean como pectorales; el helecho macho y el helecho hembra, recomendados como vermífugo; el helecho real ó acuático, muy preconizado en la antigüedad para combatir el raquitismo.

Liquenes. Son plantas celulares perennes que viven entre las piedras, en la tierra y en la corteza de algunos árboles; tienen un thallus ó talluelo crustáceo ó pulverulento, frondoso ó de forma filamentososa; su tegido celular está constituido de células cortas, compactas y gruesas, ó formando estas células una capa central llamada capa medular, y otra exterior formada de células flojas, denominada capa cortical: los òrganos reproductores se hallan contenidos en receptáculos *apotecas*, abiertos ó cerrados por una membranita, denominada *periteca*; los esporangios están formados por sacos que contienen las esporas, siempre en número de cuatro ó un múltiplo de este número; entre sus especies citaremos, la contrayerba blanca del Perú, el liquen embudado, la yerba del fuego, todas ellas plantas europeas, que se han considerado útiles para combatir la tos convulsiva y la tisis, sirviendo además como materia tintórea; una de ellas la orchilla de Canarias, con la que se prepara el tornasol; el liquen de Irlanda, que vive en los troncos viejos de las encinas y robles, empleada como nutritiva en algunos puntos de Europa, y usada mucho en cocimiento, jarabe ó pasta para la bronquitis y la tisis.

LECCIÓN 32.

Geografía fitológica. Esta parte de la ciencia, conocida también con el nombre de Botánica Topográfica, es la que expone la distribución de los vegetales sobre la superficie de la tierra y las causas á que obedece dicha distribución; se divide en Geografía Botánica actual y Botánica fósil, según que atienda al área de dispersión de las plantas propias de la época actual ó se remonte á la que debieron ocupar los vegetales en las distintas épocas geológicas, ó sea en la época prehistórica, estudio, este último, propio y concreto de la Paleontología.

Se denomina *estación* de una planta, el medio, dentro del cual encuentra los materiales de alimentación y demás condiciones apropiadas á su existencia; así cuando se dice que tal ó cual planta crece y se desarrolla en la arena de las costas ó en las rocas de las montañas, indicamos con esto su estación; y se entiende por *habitación*, la comarca, región ó país en que vive; así cuando decimos planta de América, de Andalucía ó Castilla, designamos su habitación. La distinta distribución y zona de las plantas, está sujeta á diferentes causas, de las que las más influyentes son: la temperatura, la luz, el agua, el terreno y la altitud.

La acción del calor es sin duda la más influyente y necesaria en todas las funciones de la vida vegetal, y está íntimamente legada á la naturaleza de la planta; es por consiguiente variable para cada una, no pudiendo fijarse ni el mínimo, ni el máximo de temperatura, sino dentro de ciertos límites, fuera de los cuales las plantas sufren alteraciones y hasta se hace imposible su existencia.

La luz es otro agente que modifica é interviene en el crecimiento y desarrollo del vegetal, según la intensidad con que obre sobre su organismo; por eso las especies que viven en las altas montañas, se desarrollan con mayor lo-

zania, sus flores son más grandes y sus colores son de mayor viveza y de matices más decididos, porque se hallan influenciadas por una atmósfera más pura y los rayos solares actúan sobre ellas con acción más directa; lo contrario sucede á los que viven en sitios sombríos, grutas y cavernas.

El agua es otra necesidad indispensable á las plantas; pues le sirve de alimento, le sirven de vehiculo de las substancias que han de asimilar; su poder disolvente, unido á su acción química y á la de sus componentes, hace su presencia obligatoria en las funciones vegetativas; pero no en cantidad fija, sino variable con las condiciones y naturaleza de las distintas especies; así su acción obrando por exceso es tan perjudicial, como lo sería por defecto; por esto vemos que muchas especies, y entre ellas los helechos arbóreos, viven y se desarrollan mejor en sitios húmedos y en atmósferas cargadas de humedad, mientras que las compuestas y labiadas, prefieren sitios secos.

La latitud y altura del país sobre el nivel del mar, es otra causa influyente en la distribución de las plantas; porque son circunstancias que se hallan ligadas con la temperatura, los vientos reinantes, el estado higrométrico, la rapidez mayor ó menor de la evaporación y otras causas determinantes en sus condiciones biológicas; y por último, las propiedades del suelo y sus caracteres, son en unión de las demás causas, las que deciden de la estación, habitación y áreas de dispersion de los vegetales, y las que fijan con más seguridad y constancia las plantas propias de cada país ó región determinada que es lo que constituye las diferentes Floras.



3

28

431