

CAPITULO VI.

DE LOS JUGOS DESCENDENTES Ó NUTRITIVOS.

ARTICULO PRIMERO.

PRUEBAS DE SU EXISTENCIA.

Los jugos descendentes ó nutritivos no se manifiestan tan claramente como los jugos ascendentes; sin embargo, existen tantas pruebas de su existencia que nadie la pone en duda.

En primer lugar, el jugo ascendente que va á las ramas tiernas y á las hojas no puede ser empleado enteramente por la exhalacion acuosa y el desprendimiento de los gases. La exhalacion equivale solamente á $\frac{2}{5}$ del agua absorbida por las raíces, y la emision de los gases es infinitamente pequeña, si se calcula al peso; el vegetal crece en virtud de la diferencia que hay entre la savia absorbida y las pérdidas que esta savia experimenta. Estos se verifican principalmente en las hojas, y como los órganos foliáceos no crecen indefinidamente, es claro que durante una parte del año por lo menos, el exceso de savia que existe en las hojas debe descender de ellas bajo una forma cualquiera; además hay una experiencia fundamental que lo prueba y es la *seccion anular* de las plantas dicotiledones.

Si se corta circularmente una rama ó el tronco de un árbol de esta clase hasta el cuerpo leñoso, de modo que se quite un anillo á la corteza y que la parte superior de la rama conserve hojas ó cualquier otro órgano de color verde, al cabo de pocas semanas se ve á la rama ó al tronco engrosar por la parte superior de la seccion anular, é hincharse por el borde en forma de rodete, mientras que la parte inferior no cambia. Al cabo de algunos meses ó de algunos años, segun el vigor del árbol, la extension de la seccion y el número de hojas que se encuentran en la parte superior, el rodete aumenta mas ó menos y descende acabando por cicatrizar la herida.

Las dos partes del árbol encima y debajo de la seccion presentan diferencias notables; la superior engrosa y pesa mas; entre muchos ejemplos citaremos el siguiente: Pallini practicó la seccion anular en un *ailantus* (barniz del Japon) y vió que en el otoño el tronco tenia 17 centímetros de circunferencia por encima y 13 por debajo de la seccion. Knight despues de haber hecho sufrir la misma operacion á una encina cuya madera pesaba por término medio 112 (siendo 100 el peso del agua) ha encontrado encima de la seccion 114 y debajo 111; en un abeto ha encontrado 590 y 491.

Los mismos resultados se obtienen ligando fuertemente una rama ó un tronco de árbol.

De estos experimentos resulta claramente que descende de las ramas en proporcion de la cantidad de hojas de que estan cargadas, una sustancia cualquiera propia para hacer engrosar el vegetal, aumentar su peso específico, en una palabra, alimentarle. Veamos cómo se puede comprender que se verifique esta nutricion y cuáles son los jugos que se deben considerar como alimenticios.

ARTICULO II.

ORIGEN, MARCHA Y ACCION DE LOS JUGOS NUTRITIVOS Ó DESCENDENTES.

Como este complicado asunto es uno de aquellos que han suscitado mas dudas, contestaciones y polémicas, conviene distinguir claramente las diver-

sas partes de la cuestion y marchar prudentemente de lo conocido á lo desconocido.

I. Origen de la materia nutritiva descendente.

Una sola cosa hay que no se ha puesto en duda, á saber: que la nutricion se verifica de arriba abajo, ó en otros términos de las extremidades superiores de la planta á la raiz.

¿La sustancia nutritiva procede de las yemas ó de las hojas? Este es el primer punto sobre el cual se han dividido las opiniones. Du-Petit-Thouars, defensor acérrimo de una teoría que citaremos mas adelante, creia que las yemas hacen un papel principal en la nutricion de las partes inferiores; Feburier ha demostrado por medio de un experimento muy sencillo, que este papel pertenece á las hojas.

Ha despojado un árbol de todas sus hojas dejando las yemas axilares, y otro de todas las yemas axilares dejando las hojas; el primero no ha aumentado en diámetro, el segundo ha engrosado. Este experimento está conforme con lo que se sabe del cultivo de la morera de los gusanos de seda; estos árboles engrosan tanto menos cuanto mas se despoja de sus hojas. Tambien está de acuerdo con el hecho muy conocido de los jardineros, de que los frutos no maduran bien sino cuando hay hojas mas arriba de donde ellos nacen; así en la poda de los árboles frutales, se tiene buen cuidado de dejar yemas de hojas verdes en la extremidad de las ramas. Knight queria sacar frutos de un albréchigo cuyas flores se habian caido todas, escepto dos que se encontraban en ramas desprovistas de hojas; tuyo la feliz idea de insertar por aproximacion ramas del mismo árbol provistas de hojas, con las que tenian las flores y entonces los frutos maduraron bien. En los ingertos por aproximacion y los acodos, siempre se cuida de dejar hojas hacia la parte superior.

Se puede, por lo tanto, decir de una manera general que *las hojas alimentan á la planta*.

II. Marcha de la materia nutritiva en el tallo.

Despues de salir de las hojas, la sustancia alimenticia descende en el tallo por la corteza y por el cuerpo leñoso á un mismo tiempo, principalmente por las capas jóvenes de estos dos órganos, es decir, el líber y la albura. Esta es por lo menos la opinion de varios fisiólogos distinguidos, pero es preciso convenir en que sobre este punto los hechos no son todavía perfectamente claros y concluyentes.

En la seccion anular el rodete de la parte superior comprende capas acumuladas de líber y de albura, y evidentemente estas dos partes se aumentan hácia su punto de contacto. Cuando se quita toda la corteza de un árbol, la albura se solidifica mas aprisa que de ordinario. De esto se deduce que la materia nutritiva que pasa comunmente por la corteza descende por la albura; pero la solidez adquirida en este caso, enteramente escepcional, podria muy bien depender de la exposicion de la albura al aire, ó bien el descenso de los jugos por la albura (si se verifica), de haberles sido quitado su camino ordinario por la corteza. Se dice asimismo que la transformacion de la albura en leño perfecto debe resultar del paso de la materia nutritiva por el cuerpo leñoso, durante muchos años, hasta una especie de saturacion. Pero nada prueba que la llegada de las moléculas nutritivas no se verifique por los radios medulares, que establecen una comunicacion entre el cuerpo leñoso y la corteza. Este punto de la fisiología es todavía muy oscuro, como veremos mas adelante hablando de la formacion misma del leño y de la corteza.

No es la gravedad la que hace descender la sustancia nutritiva, porque si se hace una seccion anu-

lar á la rama colgante de un sauce lloron por ejemplo, el abultamiento se forma hácia la parte de las hojas, que en este árbol es la inferior; en este caso es indispensable que la sustancia nutritiva suba contra las leyes de la gravedad.

La marcha de esta materia se facilita por causas mecánicas, tales como el viento que agita las ramas. En efecto, Knight ha demostrado en árboles que habian sufrido la seccion anular, que el rodete se hace mas grueso si son agitados por el viento, que si estan fijos por medio de un rodigon ó contra una espaldera. Cuando el movimiento no puede verificarse mas que en un sentido, durante algunos años, el tallo presenta un corte elíptico, cuyo eje mayor se encuentra en la direccion del movimiento. En un experimento directo sobre este punto, ha encontrado Knight que la diferencia entre los dos ejes era como 13 á 11.

III. De la accion de la materia nutritiva descendente para alimentar y formar la corteza, el cuerpo leñoso y las raíces.

La incertidumbre que reina acerca de la marcha y la naturaleza de la materia nutritiva descendente se extiende con mayor razon á su manera de obrar para formar los diversos órganos. En este punto los naturalistas han emitido una infinidad de hipótesis fundadas en observaciones ó experimentos desgraciadamente poco convincentes en muchos casos.

Una de las opiniones sostenidas y atacadas con mas calor, es la emitida por Hire en 1709 y despues por Du Petit-Thouars á principios del siglo actual. Poiteau la ha defendido con tanto ardor como el mismo Du Petit-Thouars contra las opiniones de Dufontaines y Mirbel; estos dos sabios así como Knight, De Candolle; Pollini, Feburier y otros botánicos, han acumulado contra la teoría en cuestion una multitud de argumentos, muchos de los cuales son poderosos. Es, pues, necesario conocer esta teoría aunque solo sea por las discusiones que ha suscitado.

Consiste dicha teoría en considerar las fibras leñosas como las *raíces de las yemas* que se hallan al extremo de las ramas, ó en la axila de las hojas; y segun ella las raíces adventivas, que salen tan fácilmente de los tallos, no son mas que la prolongacion exterior de las fibras leñosas ó raíces de las yemas.

Esta teoría hubiera estado menos expuesta á los ataques si sus partidarios se hubieran limitado á decir que la materia elaborada en la parte superior de la planta, descendiendo en forma de fibras, las cuales se modifican en grueso y en naturaleza química por los tejidos que atraviesan. Pero han añadido otras circunstancias cuya inexactitud se demuestra fácilmente, tales como estas: 1.^a que las yemas forman estas fibras leñosas; 2.^a que estas fibras son raíces ó órganos análogos á las raíces; y 3.^a que salen en forma de raíces en las raíces, acodos, etc.

El experimento de Feburier, citado anteriormente, demuestra que las yemas no tienen parte alguna en la formacion del jugo nutritivo; entre la yema y las fibras leñosas no se observa continuidad. Pallini observa que el despojar á las moreras de sus hojas, obliga á estos árboles á echar otras hojas nuevas que tienen tambien sus yemas axilares, y que esta produccion de yemas doble en el año no aumenta el espesor de las capas leñosas, al contrario, se quedan mas delgadas.

Las fibras no se parecen á raíces sino en la forma; contienen traqueas que son muy raras en las raíces; y no se dividen en cuerpo central y cortical.

Las raíces adventivas de dicotiledones, proceden á la verdad del cuerpo leñoso; pero no sucede lo mismo

en las monocotiledones, de las cuales sin embargo Du Petit-Thouars habia tomado la primera idea de su teoría. Las láminas anatómicas de Mohl sobre las palmeras demuestran que las raíces adventivas de estos árboles salen de la envoltura de sus tallos, sin continuidad alguna con las fibras; véase pues como los accesorios principales de esta teoría, se hallan en contradiccion con los hechos.

Sus defensores sostienen tambien que las fibras son continuas de un extremo á otro de la planta. Sin embargo, Pollini ha visto formarse durante el estío, debajo de la seccion anular, una capa de fibras, que no difiere de las otras sino porque su espesor es menor que de ordinario. Las fibras de esta capa no pueden ser continuas con las situadas encima de la seccion; es necesario que se hayan formado en aquel punto, y no por la prolongacion de las fibras superiores.

Los partidarios de la teoría de la Hire alegan la facilidad con que las raíces salen del cuerpo leñoso, en las estacas, y del rodete superior, en la seccion anular. Pero esto prueba únicamente que las raíces se desarrollan allí donde se encuentra una acumulacion de materia nutritiva descendente, sea cualquiera su naturaleza.

Se han buscado tambien argumentos en las circunstancias que acompañan al ingerto, pero no lo prueban tan directamente como se podia esperar. El principal hecho es de los ingertos *heterogéneos*, es decir, en que se pintan dos especies diversas y sobre todo de consistencia muy diferente. Ahora bien, cuando se ingerta, por ejemplo, un orce de leño rojo sobre otro de leño blanco, se ve cortando el tronco al cabo de algunos años, que las nuevas capas de leño son rojas mas arriba del vástago y blancas mas abajo, como en el origen. A esto dicen los adversarios de Du Petit-Thouars que si las fibras descendieran enteramente organizadas, serian rojas en las nuevas capas; aun debajo del vástago. Esta seria una objecion, dice Poiteau, si las fibras salieran de las yemas directamente formadas; pero al descender son modificadas y alimentadas por los jugos que se encuentran á su paso. A esto se responde que si las celdillas se vuelven rojas encima del vástago y blancas debajo, es preciso que sean muy diferentes entre sí para segregar materias rojas ó blancas.

Poiteau se apoya en que en los ingertos *homogéneos* ó de una especie sobre sí misma, no se ve desigualdad en el leño, despues de algunos años, á lo cual se responde que esto prueba solamente la soldadura completa de los dos leños.

De toda esta polémica, de la cual solo anotamos los puntos principales, resulta segun parece lo mas probable, que la materia nutritiva descendente se compone de jugos mas que de fibras.

Duhamel y varios fisiólogos designan estos jugos bajo el nombre de *cambium*. Otros reservan este nombre mas particularmente al jugo viscoso que existe en verano entre el leño y la corteza, y del cual resulta directamente la formacion de nuevas capas; el nombre de jugos descendentes es mas conveniente por su generalidad.

Estos jugos deben descender lentamente y en pequeña cantidad, porque no se puede recogerlos como se hace con la savia, y cuando se cree haberlos recogido, no se puede nunca tener la seguridad de que no esten mezclados con otras sustancias.

Los autores que no admiten la teoría de las fibras descendentes; pero que creen en la existencia de un jugo nutritivo descendente (*cambium*), no estan de acuerdo en la manera de comprender la formacion anual de las capas leñosas y corticales. Tres opiniones pueden emitirse, y en efecto lo han sido, á saber: que la albura produce la corteza, que la corteza produce la albura, ó que cada cual produce capas que se le ase-

La primera opinion ha sido sostenida únicamente por Hales, y es manifiestamente contraria al hecho de que la albura no produce corteza cuando se la pone á descubierto, sea por la seccion anular, sea por la separacion total de la corteza.

La segunda teoria de que la albura viene de la corteza, ha sido sostenida por Malpighi y por Grew; pero con explicaciones muy diferentes. Malpighi pensaba que la capa interior del liber se transformaba en albura, y Grew que el liber producía la albura sin transformarse él. Duhamel ha querido aclarar este punto colocando una lámina de plata entre el cuerpo leñoso y la corteza, sitio donde abunda el líquido viscoso que él denominaba *cambium*, y ha visto formarse capas leñosas á la parte exterior de la lámina metálica. Muchos fisiólogos han repetido el experimento; pero reflexionando en él, se ha visto que no es muy concluyente, á causa de la fluidez del *cambium* y de la dificultad de asegurarse de que la lámina ha sido colocada exactamente entre los dos órganos. La manera de que las capas verticales aumentan, envejecen, y son impelidas al exterior, así como la diferencia de tejido entre la corteza y el leño, son contrarias á esta teoría.

Resta la tercera opinion, de que el cuerpo leñoso y el cortical crecen cada uno por su parte. Mustel, y mas recientemente Mirbel Dutrochet y De Candolle han sostenido esta opinion, fundándose ya en observaciones directas, ya en la diferencia considerable de los tejidos leñoso y cortical, ya en la nulidad reconocida é insuficiente de las otras teorías. Estos autores difieren solamente en la manera de considerar el *cambium* ó materia viscosa interpuesta entre los dos órganos. Segun Mirbel, este *cambium* es un tejido sumamente blando, casi líquido porque es joven. El *cambium*, dice, forma entre la corteza y el leño la capa regeneradora, que suministra al mismo tiempo una nueva hoja de liber y una nueva hoja de leño. Segun Dutrochet, la capa nueva del liber es una extension del liber antiguo; la nueva capa de albura es una extension de la albura antigua. Los jugos nutritivos descienden en estos jóvenes tejidos yustapuestos que se llaman *cambium* y que él llama los *cambium*. Esto corresponde evidentemente al modo de formacion de los órganos elementales, cuestion que no es la del aumento del leño ó de la corteza, sino de todos los órganos.

ARTICULO III.

DE LA NATURALEZA QUÍMICA DE LOS JUGOS NUTRITIVOS.

I. Observacion general.

La química debe ayudar en la investigacion de estos jugos que se sabe existen, y aunque provienen de las hojas, pero que no se manifiestan tan claramente como pudieran desearlo los observadores.

Si se reflexiona en la naturaleza acuosa de la savia, y en la adición notable de carbono en los órganos foliáceos, se llega directamente á la conclusion de que los jugos descendentes deben estar compuestos esencialmente de agua (ó de sus elementos) y de carbono. Si pues se encuentran materiales de esta naturaleza esparcidos abundantemente en todos los vegetales que no puedan nunca ser considerados como perjudiciales á su constitucion y que se depositan bajo una forma cualquiera en los tubérculos, albúmen, cotiledones carnosos, y otros órganos que la práctica hace considerar como depósito de alimento, se podrá con fundamento considerar á dichos materiales como partes constitutivas de los jugos alimenticios, ó como procedentes en ellos con ligerísimas modificaciones.

Ahora bien, hay una gran clase de materiales que reúne estos caracteres químicos y fisiológicos; estos son las *gomas*, *fécúlas*, *azúcares*, y *ligninas*, así como

los ácidos *acético*, *úlmico* y *gálico* ó *agálico*. Todas estas sustancias se componen de carbono y agua (ó sea hidrógeno y oxígeno) con alguna mezcla de otros cuerpos ó sin ella. Algunos químicos las designan con el nombre de neutras, porque no están sobreoxigenadas ó sobrehidrogenadas, como todas las demás sustancias que figuran en la química vegetal; Prout las llama de una manera mas significativa, *hidrocarbonadas*, y reúne también en la categoría de los materiales sacarinos, los que como las gomas, fécúlas y leñosos, pueden convertirse en azúcar por la acción del ácido sulfúrico dilatado en agua. Veamos los caracteres especiales de estas materias tan comunes en los vegetales.

II. Goma.

La goma es soluble en el agua, con la cual forma mucilago; su peso específico es de 1,316 á 1,482 siendo el del agua 1,000; se hincha y no se funde al calor; tratada por el ácido nítrico, produce ácido múcico y oxálico; es insoluble en el alcohol, los éteres y los aceites. Los químicos dicen que está formada de cuarenta y una á cuarenta y nueve partes de carbono, cincuenta y ocho á cuarenta y dos partes de agua (ó de oxígeno ó hidrógeno en las proporciones que constituyen el agua), y algunas veces un poco de oxígeno superabundante y de ázoe. Las diferencias que se notan en el resultado de los análisis, dependen sin duda de que los diversos químicos no han trabajado sobre goma procedente de la misma especie, de las mismas partes de la planta ó de la misma época. Berzelius ha encontrado únicamente de carbono 57,31 y de agua 42,68, mientras que Saussure da 45,84 de carbono, 46,67 de agua, 7,05 de oxígeno y 0,44 de ázoe.

La goma sale por las hendiduras ó heridas del tronco de los árboles, principalmente cuando son añosos; las leguminosas arbóreas producen la goma arábiga ó productos casi semejantes. Los árboles frutales de nuestros climas (rosáceas) producen también en abundancia una goma que varía de una especie á otra; las plantas de otras familias la dan también. Segun parece, la humedad, hinchando la madera, determina la expulsion de esta materia, que sale de la corteza y del cuerpo leñoso, sin que existan órganos especiales para segregarla.

De Candolle presume que la goma es el jugo nutritivo en su estado mas puro; y la compara a la sangre de los animales, haciendo notar que existe en todos los vegetales vasculares, que corre principalmente de la corteza, que hace el papel mas importante en la nutricion; y en fin, que las plantas viven sin peligro en una disolucion acuosa de goma. La salida de los jugos resinosos no altera la salud de los vegetales, porque es una secrecion natural; al contrario, la salida de la goma es una causa ó signo de enfermedad, como en los animales una hemorragia. En el momento de ser segregada se halla completamente pura, pero en el interior se mezcla con otras sustancias, ó se la interponen otras materias, de donde resulta que no se la puede examinar en el momento.

Los químicos distinguen muchas variedades de goma; y consideran también como materiales análogos, el *mucoso* que se obtiene de la simiente del lino, de las raíces de altea y de los bulbos de la *scilla non-scripta*, y la *gelatina* que se halla en los frutos ácidos como las grosellas.

III. Fécula.

La fécula es una materia comun en los vegetales, que tiene casi la misma composicion química de la goma, pero con menos variaciones. La mayor parte de los químicos han encontrado de 43 á 44 partes de carbono y de 56 á 57 de agua ó hidrógeno y oxígeno en las proporciones del agua; Prout, por ejemplo ha

encontrado precisamente 44 de carbono y 56 de agua (ó 49,6 de oxígeno y 6,4 de hidrógeno).

Esta sustancia presenta la apariencia de granillos blancos, pulverulentos, secos, duros, insípidos, inodoros, inalterables al aire, insolubles en el alcohol, el éter y el agua fria; el agua caliente la modifica y convierte en *engrudo*; su gravedad específica es 153 siendo 100 la del agua; los ácidos la convierten en azúcar de uva.

La tintura de yodo la da color azul ó carmin, violeta pálido cuando es débil, y negro cuando es fuerte; este es el medio que se emplea para reconocer la verdadera fécula, que muchos llaman fécula amilácea ó almidon; algunos químicos separan la *inulina* que es una fécula no colorable por el yodo, y que se encuentra, por ejemplo, en el líquen islándico.

Cada grano de almidon se compone de un tegumento liso, insoluble, y de un núcleo de materia gomosa soluble; así cuando se tritura ó limpia la fécula, se ve que la cama interior se derrama y deshace en el agua, mientras que los tegumentos quebrantados forman un residuo que los químicos llaman *hordeina*, *amidina* ó *amidino*. La materia soluble del almidon es algo coloreada por el yodo; pero expuesta al aire, pierde esta cualidad, lo cual demuestra que se diferencia un poco de la verdadera goma.

La fécula se halla aislada en las celdillas, donde forma ciertas puntuaciones. Se encuentra en masas considerables en los albúmenes carnosos ó farináceos, como los de las gramíneas, de las poligóneas, etc.; en los cotiledones gruesos, como los de las patatas, batatas, etc.; en las raíces ó rizomas de las plantas perennes; en los tallos leñosos de monocotiledones y en muchos tallos de exógenas; y en fin, en los receptáculos y en los frutos carnosos.

Esta es la parte que sirve para el alimento del hombre en todas las plantas comestibles; así la hariza se saca del albúmen de las gramíneas ó del trigo sarracénico (*polygonum fagopyrum*), el *arrow-root* de los rizomas de *maranta arundinácea*, el sagú de los tallos del *sagú* (palmera); y si las habas, guisantes, lentejas, receptáculos de alcachofa, mesocarpo de los dátiles y muchos frutos, son sustancias nutritivas, se debe á la presencia de mucha fécula en estas plantas ó órganos. En el Norte se extrae algunas veces la fécula de la corteza del pino y abedul; en otras partes de ciertas raíces, etc., la decoccion dilata las vejiguitas y hace salir la materia gomosa alimenticia.

En todos estos casos, utilizamos en provecho nuestro el alimento que la planta elabora para sí, casi del mismo modo que nos apoderamos de la miel de las abejas ó de la leche destinada á los animales jóvenes. En efecto las masas de fécula tan comunes en los vegetales son depósitos de materia nutritiva que la vegetacion del estío acumula en ciertos órganos. Las patatas dan por cada 100 libras en invierno 17 libras de fécula; en abril 13 libras y 3/4; de mayo á agosto 10 libras; en setiembre 14 1/2, y en octubre 14 3/4; en los rizomas raíces ó tallos se encuentran diferencias análogas. Indudablemente la savia tan abundante en la primavera, se carga á su paso de una parte de esta materia alimentaria, y la lleva á los órganos superiores, sin la cual sería difícil comprender cómo puede vivir la planta en esta época y desarrollarse mucho, sin hojas para elaborar su alimento. Los depósitos de fécula en los receptáculos, frutos y semillas, sirven asimismo para alimentar las flores, semillas ó embriones, por la mezcla de esta fécula con la savia ascendente.

Las pruebas de esta accion química no faltan; los cotiledones carnosos se varían durante la germinacion, y sin ellos la planta joven vive mal ó perece. Por el contrario los cotiledones foliáceos están provistos de estomas que elaboran el alimento, desde que salen de la semilla. El albúmen cuando es carnoso, es absorbido también en la germinacion. Las alcachofas viejas

tienen un receptáculo seco, porque las flores han vivido sobre el depósito de fécula que contenía. En el cultivo de los espárragos, se tiene cuidado de dejar subir los tallos para alimentar durante el estío las cepas ó patas subterráneas, cuya fécula pasa por la primavera á los retoños tiernos. Otros muchos ejemplos podrían citarse; y este papel que desempeña la fécula ha sido causa de que Raspail, que la ha estudiado detenidamente, la compare á la grasa de los animales.

IV. Azúcar.

El azúcar es una materia hidrocarbonada análoga á la goma, pero mas variable en cuanto á su presencia en los órganos y á su composicion química. Sus caracteres son: 1.º su sabor; 2.º el de convertirse en gas ácido carbónico y en alcohol, en ciertas circunstancias, por ejemplo, en la fermentacion que produce el vino y los licores alcohólicos.

Se distinguen los azúcares cristalizables como los de caña, uvas, hongos, y el azúcar líquido ó jarabe que se encuentra muchas veces mezclado con los primeros. El azúcar de caña contiene por término medio 42 partes de carbono y 56 de agua; cristaliza en prismas cuadriláteros ó hexaedros, terminados por ángulos diedros ó triedros; pesa 1,605, el agua 1,000, y es fosforescente cuando se le frota ó deshace en la oscuridad.

El azúcar de uva es menos soluble, menos azucarado, cristaliza en agujillas y se compone segun Sanssure de 37,71 de carbono, 60,08 de agua, y 3,41 de oxígeno superabundante; segun Prout de 36,71 de carbono y 63,29 de agua.

El azúcar de caña se extrae del tallo del *saccharum officinarum*; en el Indostan se obtienen 17 centésimos y en América 14; la envoltura cortical de la raíz de la remolacha contiene unos 7/10; también se extrae de la savia de los arces (*acer sacharinum et montanum*). La caña de azúcar cultivada en las estufas no contiene casi nada, y es sabido que los higos y las uvas están mucho mas azucarados en el Mediodía que en el Norte. La floracion de la caña de azúcar quita el principio azucarado, y la remolacha no contiene tampoco azúcar en su raíz sino hasta cierta época, antes que sea llevado á los órganos superiores de la planta.

El azúcar de uva existe en otros muchos frutos, tales como las grosellas, cerezas, albaricoques, higos etc.

El azúcar líquido acompaña á los otros y se distingue despues que han cristalizado; se encuentra solo en el maíz, en las manzanas y en los membrillos. La materia azucarada se transforma naturalmente en almidon, en el albúmen y cotiledones carnosos, en la época de la madurez. Despues en la germinacion, el almidon se convierte de nuevo en un líquido azucarado. Los químicos pueden transformar el almidon en azúcar, pero no el azúcar en almidon; lo cual confirma la idea de algunos sabios, de que la envoltura de los granos de almidon es una membrana orgánica, cuya formacion no depende de la química.

Los azúcares de miel, de almidon y de maná, tienen poco mas ó menos la misma composicion que el de uva.

V. Lignina.

La lignina que muchos químicos llaman el *leñoso*, es la materia depositada en las celdillas prolongadas del cuerpo leñoso y que le da sus principales propiedades. Es insoluble en el agua y en el alcohol; pero las lejías alcalinas le quitan una parte; se la obtiene del serrín de madera, quitándole las partes solubles por medio del agua caliente, las partes resinosas por el alcohol, y las sales insolubles por el ácido hidrocórico debilitado. Despues de todas estas operaciones se obtiene en lignina 0,96 de la madera; es sólida, de

color blanco sucio, insípida, inodora y mas pesada que el agua; el ácido sulfúrico la convierte en goma y en azúcar de uva, el ácido nítrico en ácido oxálico, y los álcalis concentrados en ulmina.

Se compone por término medio segun Gay-Lussac y Thenard, de 52 partes de carbono y 48 de agua; segun Prout de 50 de carbono y 50 de agua. Las diferencias tan considerables que van de una madera á otra, dependen menos segun parece de la lignina que de las diferentes materias que se separan para obtener este producto. Por lo demás la química no permite averiguar si la lignina viene de las mismas paredes de las celdillas y vasos ó de algun producto depositado sobre ellas. La *suberina* que se extrae del corcho y la *medulina* de la médula, tienen mucha analogía con la lignina.

ARTICULO IV.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS JUGOS NUTRITIVOS DESCENDENTES Y SOBRE SU COMBINACION CON LA SAVIA ASCENDENTE.

De todo lo que precede se deducen los hechos siguientes: 1.º que la materia nutritiva procede de las hojas; 2.º que desciende principalmente por la corteza y tambien por el cuerpo leñoso si bien en menor cantidad y en casos mas raros; 3.º que esta materia no está organizada en fibras, sino que contribuye á la formacion local de las fibras; 4.º que debe ser de una composicion química análoga á la de la goma; 5.º que hay efectivamente en la corteza y en la albura de todos los vegetales vasculares una gran facilidad para producir goma; 6.º que se depositan en diferentes puntos del interior y del exterior materiales tales como la fécula, el azúcar y la lignina, que tienen grande analogía de composicion química con la goma, pudiendo transformarse en ella por medio de procedimientos sencillos.

En vista de esta serie de hechos puede decirse con De Candolle que la goma es el jugo nutritivo descendente; pero que para obrar convenientemente en la nutricion, este jugo debe transformarse las mas veces en fécula, en azúcar, en lignina, ó en productos enteramente análogos; que en este estado debe permanecer algun tiempo en ciertos órganos, y despues transformarse y disolverse de nuevo, para servir directamente á la nutricion.

Esta segunda operacion se verifica con frecuencia por el paso de la savia ascendente á los depósitos de la materia nutritiva soluble. De este modo se explica la vegetacion activa de la primavera, el desarrollo de las yemas, la nutricion de las flores y de los frutos que terminan los pedúnculos, la prolongacion rápida de los tallos florales, y la primera vida de las jóvenes plantas. En todos estos casos la savia ascendente se carga de materia gomosa, acumulada anteriormente en los órganos situados debajo ó al lado de los que crecen. El humor viscoso de donde proceden las nuevas capas de leño y de corteza es una mezcla de las dos savias. Knight ha probado esta mezcla examinando el peso específico de la savia ascendente á diferentes alturas; en un *acer platanoides* ha encontrado que á flor de tierra dicho peso es 1004, á 6 piés de distancia del suelo 1008, á 12 piés 1012. Asi la savia ascendente se carga de moléculas subiendo por el tronco de los árboles. Knight supone que una parte de esta savia se dirige horizontalmente por los radios medulares, y va á formar las nuevas capas.

Por la misma razon las plantas pueden vivir algun tiempo sin elaborar alimento; entonces viven á expensas de sí mismas y acaban por extenuarse. Si las plantas bulbosas ó carnosas viven mucho tiempo en este estado, es porque tienen un depósito de alimento mas considerable que las otras.

Las hojas no se producen sin que antes este alimento haya sido acumulado; es preciso siempre que las hojas les hayan precedido en su desarrollo, sea el mismo año ó el anterior. Las especies perennes producen cada verano lo que les sirve para la floracion del año siguiente; las especies bisanuales mueren extenuadas por esta floracion; pero en estas dos categorías de plantas, las flores pueden en la primavera desarrollarse antes de las hojas, porque hay jugos depositados anteriormente. Al contrario, las plantas anuales no teniendo depósito lleno de alimento, no pueden florecer antes de las hojas. De Candolle observa que en efecto, ninguna planta anual florece antes de las hojas, lo cual confirma los principios arriba sentados.

CAPITULO VII.

DE LAS SECRECIONES.

ARTICULO PRIMERO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Uno de los misterios mas curiosos de la organizacion, es el número de productos diferentes que pueden ser segregados, es decir, extraídos, separados de los jugos principales, en los diversos seres organizados y en cada uno de sus órganos. En el reino animal se ve á cada individuo producir por medio de ciertas glándulas, saliva, lágrimas, bilis, etc., y sin glándulas especiales visibles, materias alcalinas y ondas en el estómago, una materia crasa en la superficie de la piel, pelos, uñas, etc. Todos estos productos varían segun el estado de salud del mismo individuo, y mucho mas aun segun la especie; sin embargo, todos proceden de la sangre, que varía muy poco en composicion química. Lo mismo sucede en el reino vegetal; nada hay mas variado que los productos segregados, en cuanto á la composicion química, y nada mas oscuro que la manera de que son producidos.

Probablemente la capilaridad y el estado eléctrico de las membranas, circunstancias que varían segun la union, la naturaleza y la pequenez de los órganos elementales, influyen en las secreciones ó las determinan. Esto es á lo menos lo que se puede suponer por analogía con ciertos fenómenos conocidos de los químicos. Las investigaciones de Dutrochet sobre el eudusocosis, y las de Becquerel sobre el efecto de la electricidad en corta proporcion, marchan hácia la resolucion de este problema uno de los mas importantes de la historia natural orgánica.

Dos géneros de secreciones se distinguen sobre todo en el reino animal:

1.º Las secreciones excrementicias ó excreciones: en las cuales la sustancia producida es arrojada al exterior. En el reino animal la orina, la cáscara calcárea de los huevos, y la concha de los moluscos; en el vegetal se pueden citar los jugos llamados *natares*, que se desprenden en las flores.

2.º Las secreciones recrementicias, cuyos productos no son arrojados al exterior, sino por el contrario utilizados en el interior para diferentes funciones. En este caso se hallan la saliva, la bilis y otras materias, que vertidas en el canal alimentario, facilitan la digestion. En el reino vegetal los aceites, las resinas y gomo-resinas, permanecen ordinariamente en el interior; pero su utilidad es poco conocida.

Se pueden tambien distinguir las secreciones segun que sean ó no producidas por glándulas; pero estos órganos suelen ser difíciles de reconocer, porque se componen simplemente de celdillas que producen

una accion química y física sobre lo que les rodea. Finalmente, en los tratados de química se clasifica á los productos segregados, únicamente por su composicion química.

Bajo este punto de vista, lo que les caracteriza es la cualidad de ofrecer una gran proporcion de hidrógeno, y algunas veces tambien oxígeno; algunos contienen mucho ázoe. Esta naturaleza química los separa de los materiales hidrocarbonados, que se pueden considerar como inmediatos entre los productos de la vegetacion.

Otro carácter que distingue los jugos segregados de los jugos nutritivos, es el de ser nocivos á los vegetales, aun á los que los producen, cuando se les hace absorberlos; son como el veneno de la víbora que la mata cuando se muerde á sí misma.

En la enumeracion abreviada de los productos segregados, adoptaremos la division admitida por De Candolle en su Fisiología vegetal. Dicho naturalista distingue tres clases:

1.º Los productos sobrehidrogenados *excretados*; es decir, arrojados con regularidad al exterior.

2.º Los *jugos propios* ó productos segregados en el interior y sobrehidrogenados, que son depositados en cantidad notable, ó que circulan en cavidades interiores.

3.º Los productos *sobreoxigenados*, *azoados* ó de composicion complicada poco conocida, que son mas especiales, mas combinados con el tejido, y que solo el análisis químico puede aislar de las demás sustancias.

ARTICULO II.

DE LAS EXCRECIONES.

Las materias arrojadas regular y habitualmente al exterior de los vegetales, son de naturaleza diferente. Los que se han observado son:

1.º Las *excreciones volátiles*. El fresnillo presenta en los tallos, cerca de la superficie, receptáculos de un aceite esencial, una parte del cual se volatiliza en los dias calurosos, y puede inflamarse acercándole una llama; el olor de las flores y de ciertas hojas depende en gran parte de emanaciones de este género.

2.º Las *excreciones ácidas*. Las bayas del *rhus typhinum*, *glabrum*, etc., segregan ácido málico en su superficie. Ciertos líquenes como la *patellaria unmersa*, se implantan en las piedras calcáreas por medio de un líquido ácido.

3.º Las *excreciones cáusticas*. Tales son los jugos producidos por los pelos de la ortiga, de *malpighia*, de *loasa* y del *jatropha urons*. El pelo es hueco y conduce el jugo á las picaduras; este jugo ha sido reconocido como alcalino.

4.º Las *excreciones de los pelos glandulosos*, que son ordinariamente glutinosas y de naturaleza química variada.

5.º Las *excreciones viscosas* de las superficies corticales ó foliáceas. Unas son solubles en el agua, y se les llama mas particularmente glutinosas; las otras llamadas propiamente viscosas, son insolubles en el agua. En esta última clase se nota la viscosidad de varios *cerastium* y *silene*, de las ramas de *robima viscosa*, de las yemas de varias plantas, especialmente del castaño de Indias. Las cortezas de algunos cistitos segregan el *ladano*. Todas estas materias contienen resinas, mezcladas de goma, de aceite esencial ó de otros productos. La epidermis de los retoños de abedul segrega una materia resinosa, la *betulina* de Cheoreul, lo cual comunica al cuero de Rusia el olor que le caracteriza, por emplearse en el Norte la corteza de abedul para los curtidos.

6.º Las *excreciones serosas* se manifiestan en forma de polvillo azulado ó de verdadera capa. El polvo

que cubre las ciruelas (la flor del fruto) la de las hojas de col, de ninfeas, de los tallos de *rubus*, de las plantas crasas, etc., son materias serosas, segregadas sin glándulas aparentes; es notable que no se producen sino en superficies completamente lisas. Su efecto es preservar el tejido vegetal de la humedad. Las hojas de chopo se componen de una cera transparente; los troncos de *ceroxylon*, de *iriarte*, y los frutos de *myrica cerifera*, de una cera blanquecina ó verdosa, análoga químicamente á la cera de abeja y bastante abundante para ser recolectada.

7.º Las excreciones viscosas de ciertas plantas acuáticas, como el *potamogeton* y *batrachospermum* no han sido examinadas.

8.º Las *excreciones salinas* cubren las hojas de *tamarix gallica*. Las del *reumuria vermiculata*, segregan carbonatos de sosa y de potasa.

9.º Las *excreciones sacarinas*. Jaeger ha demostrado que cada corola de *rhododendron ponticum* produce dos centigramos de azúcar puro; el *fucus saccharinus* segrega un jugo hidratado, eflorescente, lo cual es singular para una planta marina; el néctar de las flores fluye de diversas glándulas llamadas *nectarios*; varía poco de una planta á otra y contiene principalmente azúcar hidratado; los insectos le buscan, especialmente las mariposas. Las abejas se sirven mas bien del pólen para hacer la miel; sin embargo, se atribuye al néctar sin pruebas directas una parte de las cualidades sabrosas y aromáticas de la miel; es bien sabido que la miel blanca de Narbona debe sus cualidades á las flores de romero, que las labiadas en general dan una miel aromática, y que hay asimismo mieles venenosas, como por ejemplo, la que envenenó á los soldados de Jenofonte en el Asia Menor, ciertas mieles del Brasil y del Paraguay de que habla Saint-Hilaire, y el envenenamiento de dos pastores suizos, descrito por Seringe. Pero en todos estos ejemplos no hay la certidumbre de que la miel proceda de tal ó tal planta, como de la *paulina* en el Brasil y del acónito en los Alpes, ni de que sea el néctar y no el polen ó cualquiera otro producto el nocivo, ni por último, que la cualidad venenosa no proceda de la abeja. Los néctares de varias rodoráceas, como la *azalea pontica*, la *andromeda mariana*, etc., son amargos.

10.º Las *excreciones de las raices* han sido vistas en un principio por Brugmans, sobre una planta de pensamiento silvestre, y despues por varios observadores en el extremo de las raices del *scabiosa arvensis*, de *inula helenium*, de los *copaifera*, de las chicoriáceas, etc. Plenck los consideraba como la materia fecal de los vegetales; y en efecto, si se reflexiona en la marcha descendente de la materia nutritiva, se concibe que la nutricion puede terminarse por la excrecion de las materias inútiles ó nocivas á la planta.

Esta idea habia llamado la atencion de De Candolle y le habia impelido á apremiar á varios químicos para que hicieran investigaciones en este punto. Algunos lo intentaron sin resultado, á causa de la dificultad de separar lo que puede salir de las raices, de las diferentes materias en que debe encontrarse la planta para que pueda vivir, ó de las que proceden de la descomposicion misma del tejido de las raices. Macaire lo ha conseguido, colocando plantas jóvenes en agua muy pura y teniendo cuidado de cambiarlas todos los dias sin renovar el agua; al cabo de una semana ó dos, esta agua evaporada dejaba un residuo que Macaire ha analizado, y que varía de una planta á otra, segun la familia á que cada una pertenece. Las leguminosas segregan una materia gomosa con carbonato de cal; las gramíneas, muriatos y carbonatos, pero poca goma; las chicoriáceas, una materia amarga, análoga al opio, que contiene tanino, una materia gomo-estractiva y sales; las euforbiáceas una materia gomo-resinosa, etc.