

GREGORIO ESTRADA

EDITOR

BIBLIOTECA
ENCICLOPÉDICA POPULAR
ILUSTRADA

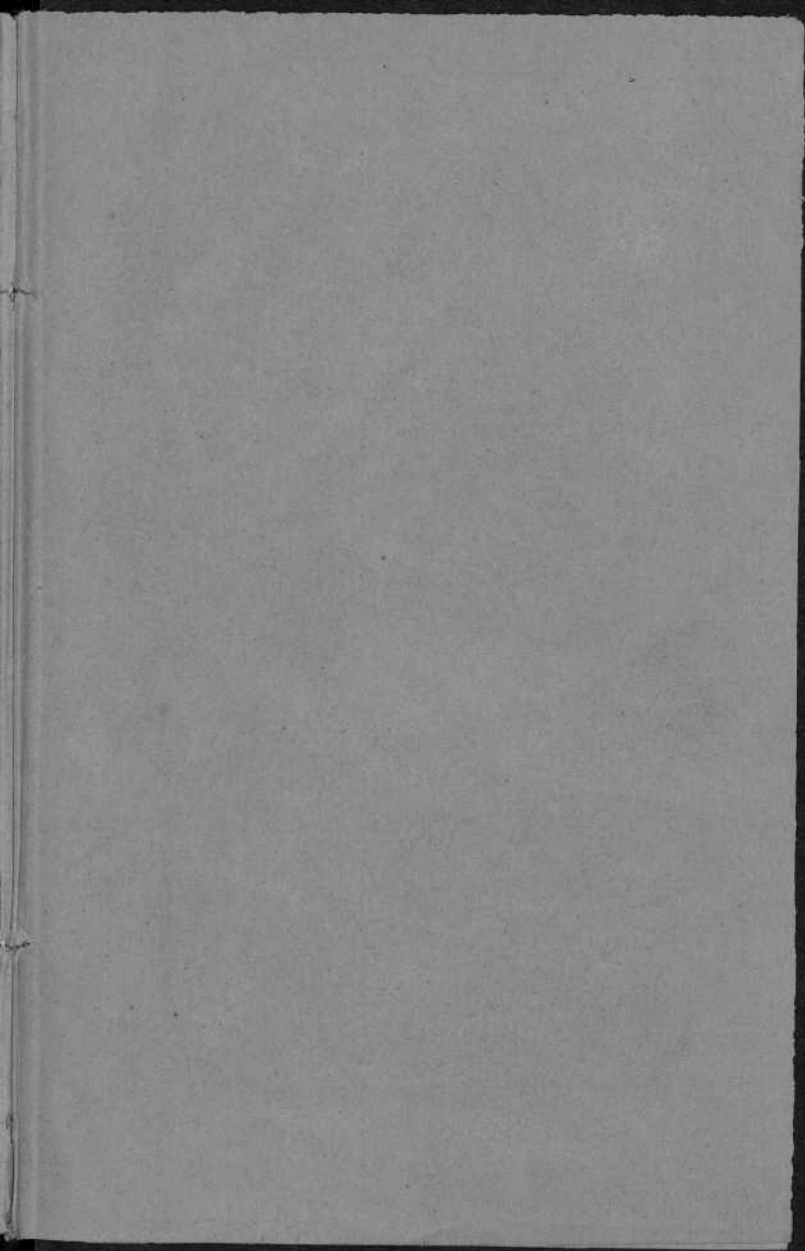
MADRID

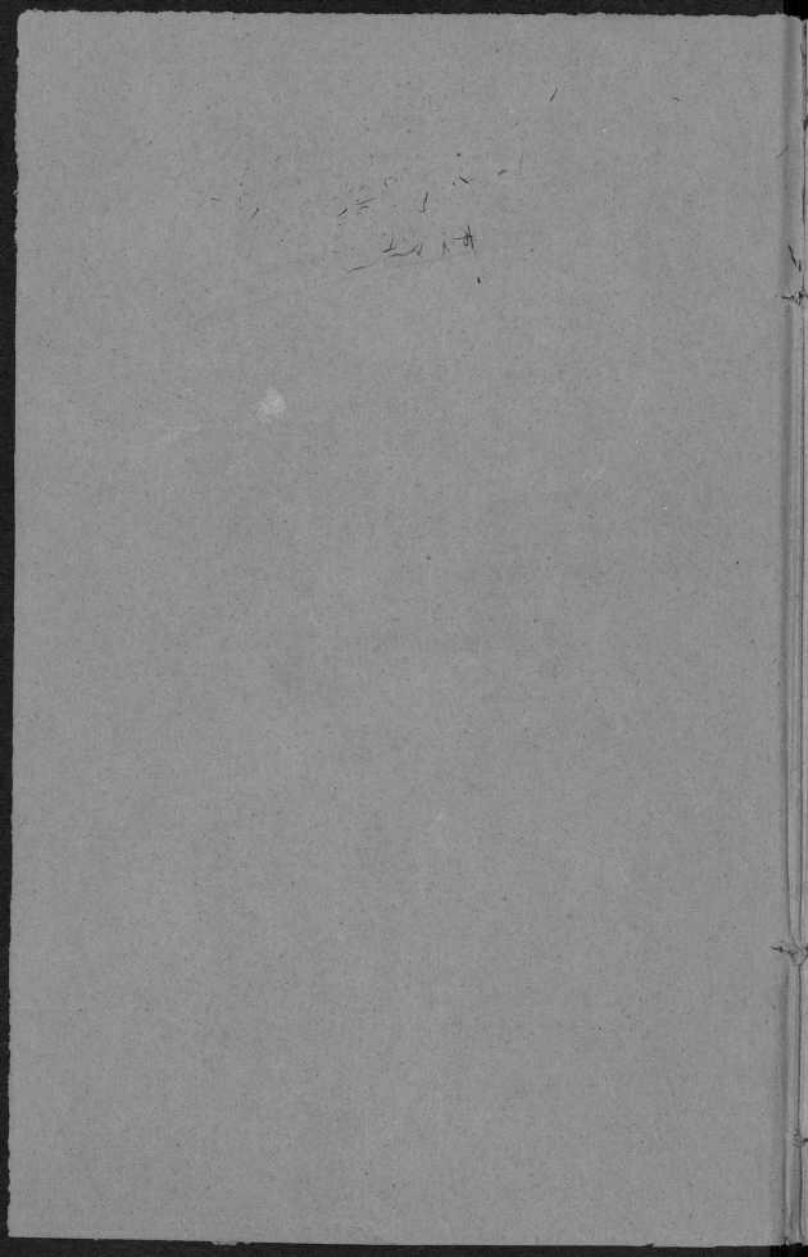
DOCTOR FOURQUET, 7.

798

17798

~~11507~~





Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada
Sección 3.^a—CONOCIMIENTOS ÚTILES

MANUAL
DE
QUÍMICA ORGÁNICA

POR
DON GABRIEL DE LA PUERTA

Catedrático de la Universidad Central

Declarada de utilidad para la instrucción popular
por Real orden
previo informe del Consejo de Instrucción pública

Segunda edición



MADRID
DIRECCION Y ADMINISTRACION
Doctor Fourquet, 7

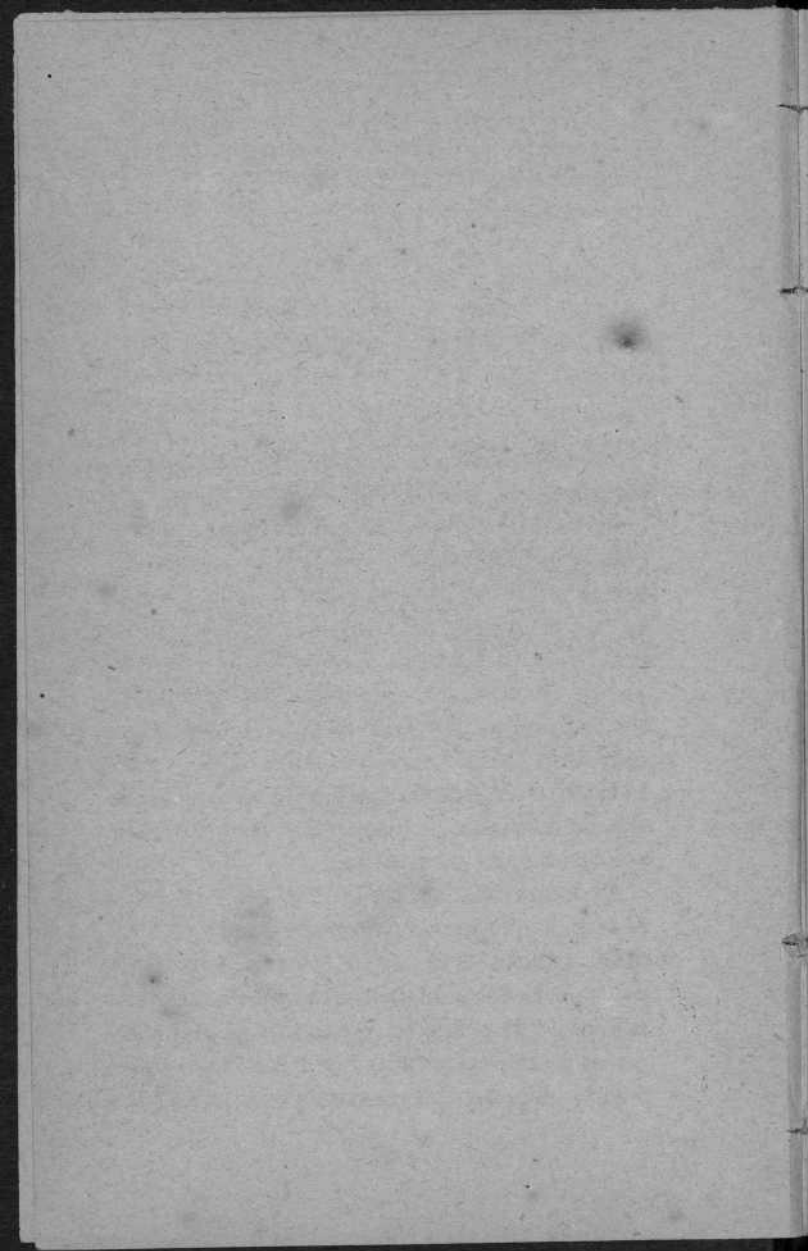
Esta obra es propiedad del Editor de la **BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA**, y será perseguido ante los tribunales el que la reimprima sin su permiso.
Queda hecho el depósito que marca la ley.

A LA SOCIEDAD
ECONÓMICA MATRITENSE
DE AMIGOS DEL PAIS

legítima representante
de los intereses morales y materiales del país

DEDICA LA
BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA

El Socio
GREGORIO ESTRADA



PRÓLOGO

La composicion de las materias que forman los séres vivientes y las trasformaciones que experimentan fuera y dentro del organismo vegetal y animal; son asuntos de la mayor importancia y ofrecen interes sumo á toda persona culta y medianamente ilustrada. Estos grandes problemas se propone enseñar la química orgánica en toda su extension, incluyendo en ella la química biológica; de todo lo cual exponemos un breve y sucinto cuadro en el presente MANUAL, indicando tambien al tratar de cada una de las sustancias orgánicas, las principales aplicaciones de las mismas.

Para su redaccion hemos utilizado en parte el trabajo que teníamos hecho en nuestro *Tra-tado de Química Orgánica general y aplicada*, del que se ha publicado hace poco la segunda edicion; y teniendo muy presente el objeto especial de la BIBLIOTECA POPULAR, hemos procurado exponer las materias más principales

de una manera clara y precisa, sin traspasar los límites y extension que deben tener estos Manuales.

El Sr. Estrada, al emprender la publicacion de esta BIBLIOTECA, hace un gran bien á nuestro país y á todos los que hablan la hermosa lengua castellana, pues ha de contribuir evidentemente á la vulgarizacion de los conocimientos científicos é industriales, y á la mayor ilustracion de las clases populares. En esta creencia hemos correspondido con mucho gusto á la generosa invitacion que nos hizo dicho señor editor, escribiendo primero este MANUAL y proponiéndonos hacer otros que sean de utilidad general y pertenezcan al órden de estudios que cultivamos.

G. PUERTA.

Madrid 1.º de Enero de 1879.

MANUAL

DE

QUÍMICA ORGÁNICA

CAPÍTULO I.

Nociones preliminares.

La *química orgánica* tiene por objeto estudiar las sustancias que existen naturalmente en los seres vegetales y animales, y las que de ellas se derivan por acciones diversas. Lo mismo que la química inorgánica, estudia los caracteres propios de los cuerpos, la manera de obtenerlos, su análisis y síntesis, y las leyes que rigen en sus combinaciones y descomposiciones.

Todas las materias orgánicas naturales se hallan compuestas de los elementos ó cuerpos simples siguientes: *carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno* y á veces *azufre*, los cuales se llaman *elementos orgánicos*, pudiendo agregar á estos el *fósforo*, que forma parte de los principios del tejido nervioso, y el *hierro*, que es uno de los elementos del principio que existe en la sangre, llamado hemoglobina ó hemato-cristalina.

Además existen en los órganos y tejidos, tanto vegetales como animales, ciertas sales minerales que quedan bajo la forma de cenizas cuando se queman y se destruyen por la acción del fuego.

Se da el nombre de *principios inmediatos* á las sustancias más simples del reino orgánico que no pueden dar materias diferentes sin alterarse su composición elemental, como el azúcar y el almidón, cuyos cuerpos no pueden dividirse más, á no ser que se separen sus elementos y experimenten una transformación. Los principios inmediatos son parecidos en sus propiedades á los compuestos minerales; los hay ácidos, básicos y neutros, pudiendo combinarse entre sí para formar compuestos que siguen las leyes generales de la combinación. Los principios inmediatos y sus combinaciones, son las *especies químicas ó compuestos definidos*, los cuales importa distinguir de las *mezclas ó compuestos no definidos*.

Los principios inmediatos están compuestos unas veces sólo de dos elementos, el carbono y el hidrógeno, como la esencia de trementina, de limón y de naranja; otras veces se hallan formados de carbono, hidrógeno y oxígeno, como el azúcar y el ácido cítrico; algunos están constituidos por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, como la quinina, morfina, etc.; y por último, hay principios que se hallan formados por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, como la albúmina, caseína y fibrina, llamados por esta razón principios sulfuro-nitrógenados ó sulfuro-azoados.

En todos los principios orgánicos vegetales y animales existe el carbono, por cuya razón el ilustre químico Gerhart definió la química orgánica diciendo: *que es el estudio de las combinaciones del carbono*. Este elemento, combinado con otros dos ó tres da lugar á la diversidad de cuerpos orgánicos que se conocen, los unos ácidos, los otros alcalinos; ya amargos, ya azucarados, venenosos unas veces y otras excelentes alimentos.

Siendo tan corto el número de elementos con que la naturaleza forma tantos principios orgánicos, resulta que las propiedades y diferencias de estos no dependen tan sólo del número y proporción de aquellos, sino también de la manera como están agrupados; de tal modo que muchos cuerpos son enteramente distintos á pesar de contener igual número y proporción de elementos, á la manera que las letras del alfabeto pueden formar palabras de significados diversos, según la colocación especial de las mismas. Hay cuerpos que tienen igual composición centesimal, pero que sus equivalentes son diferentes los unos de los otros, presentando propiedades distintas; estos se llaman *cuerpos poliméricos*, como el etileno $C^4 H^4$ y el amileno $C^{10} H^{10}$; y hay otros que tienen idéntica composición y equivalente, y poseen propiedades diversas; estos se llaman *cuerpos isoméricos*, como el almidón $C^{12} H^{10} O^{10}$, y la dextrina $C^{12} H^{10} O^{10}$.

CAPÍTULO II.

Análisis inmediata)

Comprende esta parte de la química todas las operaciones necesarias para aislar los principios inmediatos que constituyen las mezclas ó productos orgánicos vegetales y animales. Las operaciones de análisis inmediata son muchas, y varían sobremanera según la naturaleza de las mezclas orgánicas.

Para dar una idea de un análisis inmediata indicaremos cómo se procede en un producto muy conocido, la harina de trigo. Se empieza por hacer una masa con un peso dado de harina y el agua suficiente; después se remueve entre los dedos haciendo caer un chorrito de agua que arrastra el *almidón* y disuelve la *albúmina*, *glucosa* y *dextrina*; entre las manos queda una materia viscosa y elástica, que es el *glúten*. En el líquido de loción se deposita por el reposo el almidón, el cual se separa por filtración, y quedan disueltas la albúmina, glucosa y dextrina: calentando el líquido filtrado á una temperatura de unos 70°, se coagula la albúmina, lo cual permite separar este principio, y en cuanto á los otros dos, glucosa y dextrina, fácilmente pueden separarse evaporando el líquido y tratando el residuo con alcohol de 80° que disuelve la glucosa y no la dextrina. El agua que contiene la harina se determina observando lo que pierde de su peso cuando se

calienta á la temperatura de 100° en la estufa de Gay-Lussac; y respecto de las materias minerales, se determinan quemando una porcion dada de la harina y pesando las cenizas que resulten. En cuanto al salvado, se separa por un tamiz fino.

Resulta, pues, que la harina de trigo tamizada ó bien cernida se halla compuesta: de *almidon* ó *fécula*, *albúmina*, *glucosa*, *dextrina* y *glúten*. Además contiene un principio inmediato que se llama *celulosa*, el cual estaba constituyendo las paredes ó membranas exteriores de las células vegetales, y que no se separa completamente por la tamizacion.

Respecto del *glúten*, debemos decir que no es un principio inmediato sólo, cómo se habia creído ántes, sino una mezcla de varios principios. En efecto, si se hierve el *glúten* con alcohol concentrado primero y despues con alcohol débil, queda una sustancia sin disolver que es filamentososa, fragil, y muy parecida á la fibrina de la sangre, por lo cual el célebre químico Dumas la dió el nombre de *fibrina vegetal*. Por enfriamiento de los líquidos alcohólicos se deposita otra sustancia parecida á la caseína de la leche, por lo cual se ha llamado *caseína vegetal*. Despues de separar la caseína, dan los líquidos alcohólicos por evaporacion una materia elástica viscosa é insoluble en agua, que se ha llamado *glutina*; y por último, tratando con éter la *glutina* se separa una *materia grasa*.

En muchos casos son mezclas de líquidos las que se someten al análisis inmediata, y entonces

niendo volátiles y teniendo el punto de ebullicion distinto, fácilmente se separan sometiendo la mezcla á la destilacion y recogiendo aparte cada líquido á la temperatura que destila. Esto es lo que se llama destilacion con fraccion de productos, cuya operacion se emplea mucho para separar principios inmediatos líquidos, aunque no se consigue una separacion perfecta; siendo necesario cuando se desea aislar bien uno de los líquidos, hacer uso de un intermedio ó sea un cuerpo que retenga á los que no hayan de destilar; por ejemplo, cuando se quiere separar perfectamente el agua del alcohol; en cuyo caso se destila la mezcla con carbonato de potasa y con cal anhidra para que retengan el agua.

La índole de este librito no nos permite entrar en más pormenores sobre el análisis inmediata, bastando lo dicho para formarse una idea de esta parte tan importante de la química.

CAPÍTULO III.

Análisis elemental.

El análisis elemental tiene por objeto determinar la naturaleza y proporcion de los cuerpos simples que componen las sustancias orgánicas. Se aplica á los principios inmediatos, es decir, al resultado de la análisis inmediata, así como ésta se aplica á las mezclas.

¶ Dada una materia orgánica, se averigua si es un principio inmediato ó una mezcla; si es mezcla, se hace su análisis inmediata, y aislados

los principios, se les somete al análisis elemental, con lo cual queda completada la análisis orgánica. En ciertos casos se determina la riqueza de un elemento en una mezcla, como se hace en los abonos y en las materias alimenticias, en las cuales se averigua la cantidad de nitrógeno que contienen.

Todas las sustancias orgánicas contienen carbono y casi todas hidrógeno, de modo que estos dos cuerpos se determinan primero y después se determina el oxígeno por diferencia. Muchas contienen nitrógeno, algunas azufre y fósforo, y ciertas sustancias artificiales contienen cloro, bromo, iodo y metales. La determinación de todos estos elementos es una de las cuestiones más difíciles de la química. Indicaremos brevemente los procedimientos empleados.

Si la sustancia orgánica está compuesta de carbono, hidrógeno y oxígeno, se procede del modo siguiente: Se empieza por desecarla y después se mezcla íntimamente con óxido de cobre seco, colocando la mezcla en un tubo de vidrio de Bohemia de 60 á 70 centímetros de longitud y 9 milímetros de diámetro. Por un extremo está abierto y por el otro terminado en punta cerrada y formando una pequeña curva: para que no se doble ni se abolle por la acción del fuego, se le rodea con una lámina de cobre. Este tubo *AD* se coloca en un hornillo adecuado *H* (Fig. 1.^a), y se enlaza con un tubo *C* que contiene cloruro de calcio; y por último, con éste enlaza el aparatito de bolas de Lie

big *E*, que contiene una disolucion de potasa cáustica. Montado así el aparato, como representa la figura, se aplica fuego en el hornillo y en este caso sucede que el óxido de cobre suministra oxígeno para que se queme completamente la sustancia orgánica y se transforme en carbono en ácido carbónico y el hidrógeno en agua, que son absorbidos el primero por la potasa que contiene el tubo de bolas y el agua por el tubo que contiene cloruro de calcio. Terminada la combustion, se desmonta el aparato y se pesan cuidadosamente el tubo con cloruro de calcio y el de bolas: el aumento de peso del primero da la cantidad de agua, y el del segundo la de ácido carbónico.

Después de averiguar la cantidad de agua y de ácido carbónico que produce una sustancia orgánica por su combustion, se deduce por medio del cálculo la cantidad de carbono y de hidrógeno que contiene; y el oxígeno se deduce por la diferencia entre el peso de estos dos elementos y el de la sustancia orgánica. Si la diferencia es cero, es prueba de que sólo contiene carbono é hidrógeno.

Cuando la sustancia orgánica contiene nitrógeno, se determina primero el carbono é hidrógeno, y después se hace otra combustion para averiguar el nitrógeno. El procedimiento más sencillo para averiguar la cantidad de nitrógeno es el de Will y Warremtrapp, que está fundado en la propiedad que tienen las sustancias azoadas de desprender el nitrógeno bajo la forma de amoníaco cuando se las calcina con una

mezcla de cal y sosa caústicas, que se llama *cal sodada*. El aparato que se emplea consta de un tubo de combustion que enlaza con un tubo de bolas; el amoniaco desprendido se recoge en el tubo de bolas que contiene ácido clorhídrico, y despues, añadiendo cloruro platínico, se forma un precipitado de cloruro amónico platínico del cual se deduce la cantidad de nitrógeno.

Si la sustancia orgánica contiene azufre, se determina este cuerpo calcinándola con potasa y nitrato potásico para que se forme sulfato de potasa, el cual se precipita por nitrato de barita, deduciendo la cantidad de azufre del sulfato de barita formado. Si contiene fósforo, se determina este elemento calcinando la sustancia fosforada con nitro y carbonato de sosa para que se forme un fosfato del cual se deduce el fósforo. El cloro, bromo y iodo que contienen algunas sustancias orgánicas artificiales se determinan calentándolas fuertemente con cal para que se forme cloruro, bromuro ó ioduro, cuyas sales se precipitan con nitrato de plata, y del precipitado se deduce la cantidad de cloro, bromo ó iodo.

Determinacion del equivalente y deduccion de las fórmulas químicas. El equivalente de los ácidos orgánicos se determina lo mismo que el de los ácidos minerales, puesto que en unos y otros su equivalente es la cantidad en peso que se combina con un equivalente de base que sea conocido. Para la determinacion se forma con el ácido orgánico una sal neutra y anhidra pre-

hiriendo para esto el óxido de plata. Despues se averigua la proporcion de ácido y de óxido en la sal de plata formada, y se deduce el equivalente por medio de una proporcion. Hallado el equivalente del ácido combinado, fácilmente se sabe el del ácido libre ó hidratado.

El equivalente de una base orgánica es la cantidad de esta base que se combina con un equivalente de ácido conocido. De modo que para hallar el equivalente se forma una sal neutra y anhidra, se analiza y se deduce el equivalente por medio de una proporcion. Se prefieren para esto los ácidos sulfúrico y clorhídrico porque fácilmente se analizan sus sales.

En las sustancias neutras se determina su equivalente considerándolas como ácidos ó como bases en las combinaciones que forman con otros cuerpos, cuyo equivalente es conocido; y respecto de las sustancias neutras y volátiles, como los alcoholes y éteres, se determina el equivalente hallando primero la densidad de su vapor y haciendo luego aplicacion del principio de que las densidades son proporcionales á los pesos atómicos.

Hallado el equivalente de las sustancias orgánicas, se procede á hallar su fórmula química, para lo cual se siguen procedimientos que no creemos necesario exponer en este MANUAL (Véase mi *Tratado de Química Orgánica general y aplicada*.)

CAPÍTULO IV.

Síntesis de las sustancias orgánicas.

La síntesis es una operacion inversa del análisis; por esta última se averiguan y separan los elementos ó cuerpos simples que constituyen un cuerpo compuesto, y por medio de la síntesis se forman con los elementos los cuerpos compuestos.

Hasta hace poco tiempo se habia creido que era imposible la síntesis orgánica con los elementos minerales, pero hoy está fuera de duda que se pueden sintetizar las sustancias orgánicas; si bien debe tenerse entendido que solamente son objeto de síntesis los principios inmediatos y no los órganos y tejidos, cuya formacion es natural y dependiente de la vida.

En el sentido más lato se entiende por síntesis orgánica la obtencion de un compuesto, siendo sus generadores más sencillos; y en sentido más extricto, síntesis es la formacion de una sustancia orgánica con los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. En el primer caso se dice *síntesis parcial*, como la formacion de la estearina con ácido esteárico y glicerina y en el segundo caso se dice *síntesis total*, como la formacion del alcohol y del ácido fórmico con los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los agentes empleados para la síntesis orgánica son los mismos en general que los que in

tervienen en las combinaciones químicas ordinarias, sin más diferencia que las acciones son muy lentas, porque las afinidades que unen los elementos son débiles. Además debe tenerse en cuenta que la formación artificial de las sustancias orgánicas ofrece más dificultades, puesto que con sólo 4 ó 5 elementos se forman la inmensidad de compuestos orgánicos que se conocen.

El primer caso que se cita de síntesis orgánica es la producción artificial de la urea por Wöhler. Este químico obtuvo en 1828 un cuerpo igual á la urea que existe en la orina, tratando el sulfato amónico con el cianato de potasa. Después, en 1845, Kolbe consiguió la síntesis total del ácido tricloroacético, haciendo actuar el agua sobre el sesquicloruro de carbono; y en el mismo año, Melsens descubrió que el hidrógeno nascente puede sustituir al cloro de los compuestos clorados, convirtiendo el ácido tricloroacético en ácido acético.

Después se han hecho trabajos muy notables por varios químicos, principalmente por Berthelot, á quien se debe esta parte tan importante de la ciencia. Para realizar la síntesis de los principios inmediatos orgánicos, no basta conocer por el análisis los elementos de que se componen, sino que es necesario estudiar también la serie de cuerpos que resultan en la descomposición gradual, hasta llegar á los elementos. Esto es lo que se llama *análisis intermedia*, que es de gran importancia en la química orgánica.

Para la síntesis de los principios inmediatos señala Berthelot dos caminos ó procedimientos generales que son: 1.º síntesis partiendo de los elementos libres; 2.º síntesis partiendo del agua y del ácido carbónico. Como ejemplo del primer procedimiento, tenemos la formación de los cuerpos que se indican á continuación. Dirigiendo una corriente de hidrógeno sobre el carbon incandescente por la electricidad, se combinan directamente el hidrógeno y el carbono y se forma el carburo de hidrógeno llamado acetileno C^4H^2 . Este cuerpo puede unirse directamente al hidrógeno y da lugar á otro carburo, el gas oleífico C^4H^4 , el cual, en contacto del agua y ácido sulfúrico en circunstancias convenientes, da lugar á la formación de ácido sulfovínico; y por último destilando este cuerpo con agua, resulta el alcohol de vino. Una vez obtenido el alcohol por síntesis, pueden obtenerse multitud de cuerpos, tales son, los éteres, alcalóides artificiales, aldehidos, ácidos, etc.; y lo mismo puede decirse de los otros alcoholes que se han sintetizado. Además, ha obtenido Berthelot con el acetileno el ácido acético, el ácido oxálico y la bencina.

Como ejemplo del segundo procedimiento de síntesis, tenemos la obtención del ácido fórmico, conseguida por Berthelot, reduciendo primero el ácido carbónico á óxido de carbono por la acción del hierro á alta temperatura, y combinando el óxido de carbono y el agua con el intermedio de la potasa por un contacto prolongado. Se produce formiato de potasa, de cuya

sal se obtiene el ácido fórmico destilándola con ácido sulfúrico.

Para concluir este capítulo diremos, que aunque se han obtenido sintéticamente muchos cuerpos, no han podido formarse artificialmente los alcalóides naturales, morfina, quinina, etc., ni los azúcares, féculas, gomas y celulosa, ni los principios sulfuro-azoados, albúmina, fibrina, caseína, etc.

CAPITULO V.

Accion general de los reactivos ó agentes químicos sobre las sustancias orgánicas.

Las sustancias orgánicas experimentan por los agentes químicos varias trasformaciones, produciéndose cuerpos muy diversos, que podemos llamar sustancias orgánicas artificiales, para distinguirlas de las naturales de que se derivan. A estas descomposiciones, en virtud de las cuales se trasforman los cuerpos orgánicos unos en otros, se les da en general el nombre de descomposiciones ó metamorfosis orgánicas.

Los fenómenos producidos por los agentes químicos pueden clasificarse del modo siguiente:

1.º *Fenómenos de oxidacion*, producidos por el oxígeno libre ó en estado naciente, por el cloro en ciertos casos, por el ácido nítrico concentrado, por el ácido crómico, ácido clórico, óxido de plata, mezclas de bicromato de potasa y ácido sulfúrico, etc.; 2.º *Fenómenos de*

reduccion, producidos por el hidrógeno naciente, el ácido sulthídrico, ácido iodhídrico, ácido sulfuroso, el potasio, etc.; 3.º *Fenómenos de sustitucion*, producidos principalmente por el cloro y bromo; 4.º *Fenómenos de deshidratacion*, producidos por el ácido sulfúrico, el anhídrido fosfórico y cloruro de zinc; 5.º *Fenómenos de hidratacion*, producidos por el ácido sulfúrico, diluido sobre las sustancias orgánicas, como en la trasformacion del almidon en azúcar de uva; 6.º *Cambios isoméricos*, como los producidos por el ácido sulfúrico sobre la esencia de trementina, que la transforma en terebento; y 7.º *Fenómenos de combinacion*, que tienen lugar cuando el reactivo se combina con la sustancia orgánica.

Accion del calórico.—El calórico produce alteraciones más ó ménos profundas sobre todas las materias orgánicas. Unas se volatilizan completamente sin descomponerse, como el alcohol y el éter; otras se descomponen en parte, volatilizándose la otra parte, como ocurre con el ácido oxálico; y por último, muchas se descomponen enteramente por la accion del calórico, como el azúcar, gomas, etc. Las sustancias orgánicas, al descomponerse, dejan por lo general un residuo negro carbonoso, en lo cual se distinguen de las materias minerales.

Segun la temperatura á que se opera, recibe distintos nombres el acto de aplicar el calórico á las sustancias orgánicas. Cuando se trata de reducir á vapor una sustancia volátil, se llama *vaporacion*; cuando se aplica un fuego gradual

hasta el momento en que empieza la descomposicion sin pasar más adelante, y sin más objeto que producir una débil alteracion, se dice *torrefaccion ó tostacion*; y si se sujetan las materias orgánicas á una elevada temperatura en aparatos destilatorios y de modo que puedan recogerse todos los productos sólidos, líquidos y gaseosos, la operacion se llama *destilacion seca*.

CAPITULO VI.

Fermentaciones.

La palabra fermentacion se deriva del verbo latino *fervere*, hervir, porque los antiguos, que ya emplearon dicho nombre, observaron que en la descomposicion ó fermentacion de los líquidos azucarados, como el mosto de uva, se desprende un gas formando espuma á la manera que cuando hierve un líquido. Despues se fué aplicando la misma denominacion á varios fenómenos de descomposicion que tenian analogía con el primero, siendo hoy extraordinario el número de fenómenos químicos comprendidos bajo el nombre de fermentaciones.

Los antiguos conocieron la fermentacion del mosto para trasformarse en vino, la de este líquido para convertirse en vinagre, la fermentacion de la masa del pan por la accion de la levadura, y la fermentacion pútrida ó putrefaccion de los seres orgánicos privados de vida. En el dia se conocen muchas fermentaciones

que pueden referirse á los tres tipos siguientes: 1.º *putrefaccion*; 2.º *fermentacion propiamente dicha*; y 3.º *cremacdusia*.

Si se examinan atentamente las circunstancias que concurren en las diferentes fermentaciones ó descomposiciones de las materias orgánicas, se pueden clasificar los fenómenos que se verifican en tres secciones, que corresponden á los tres tipos citados. Se observa en general: 1.º que hay materias orgánicas que sólo por la accion del aire, humedad y cierta temperatura, entran en descomposicion, desprendiendo generalmente gases fétidos; 2.º que hay sustancias que resisten á la influencia de estos agentes exteriores sin alterarse, pero que puestas en contacto de otras materias en descomposicion, entran ellas tambien en fermentacion; y 3.º que en un caso y en otro puede tomar parte el oxígeno del aire oxidando la sustancia orgánica y verificándose por lo tanto una combustion lenta. En el primer caso tiene lugar la *putrefaccion*; en el segundo la *fermentacion propiamente dicha*; y en el tercero la *cremacdusia*.

En todas las fermentaciones es necesario el concurso del aire, humedad y cierta temperatura, siendo ésta la más conveniente de 20° á 30°.

Teorías sobre las fermentaciones.—Las dos más importantes son: la *teoría mecánica*, de Liebig, y la *teoría vitalista*, ó sea la que considera como causa de las fermentaciones seres vivos microscópicos.

El eminente químico Liebig suponía que la

causa inicial del movimiento de descomposicion en las fermentaciones es la accion mecánica del aire, y que una vez puesta en movimiento la primera molécula, se propaga la descomposicion á las demas moléculas de la materia orgánica. Los *fermentos*, segun Liebig, no son más que materias putrescibles en putrefaccion, que comunican el movimiento de descomposicion á las materias con que se hallan en contacto, transmitiéndose de molécula en molécula en toda la masa de la materia descomponible. Las sustancias putrescibles que se convierten en fermentos son los principios sulfuro-azoados, tales como la albúmina y sus congéneres.

Varios químicos y naturalistas han creido que los fermentos son seres vivos, por lo cual se ha llamado á esta teoría vitalista, habiéndola dado un gran desarrollo Pasteur. Segun este químico, las fermentaciones reconocen por causa la presencia de seres organizados en las materias fermentescibles. Considera como tipo de los fermentos la levadura de cerveza, y dice que las materias albuminóideas que contiene no son los fermentos, sino el alimento de los verdaderos fermentos que son los seres vivos. Asegura Pasteur que en el aire ó en las sustancias descomponibles existen los gérmenes que por su desarrollo dan lugar á los fermentos, con lo cual se opone á la teoría de las generaciones espontáneas. De los importantes trabajos de Pasteur sobre las fermentaciones ha deducido este autor que el fermento propio de la fermentacion butírica es un sér organizado de naturaleza animal;

que el fermento de la fermentacion acética es una planta criptógama, la *Micoderma aceti*; en la conversion del mosto en vino la *Micoderma vini*; y en las alteraciones y enfermedades que padecen los vinos se desarrollan diferentes *Micodermas*. Esta teoría sobre las fermentaciones no puede aplicarse á las trasformaciones en que no aparecen seres microscópicos como en la fermentacion sacarina de las féculas, en la fermentacion amigdállica, etc., por la cual llamar los partidarios de la teoría vitalista fermentaciones falsas ó indirectas á aquellas en que no intervienen los seres vivos microscópicos.

CAPITULO VII.

Clasificaciones de las sustancias orgánicas.

Las clasificaciones se hallan fundadas, unas en la constitucion química de los cuerpos y otras en las funciones químicas de los mismos. Las primeras, aunque muy filosóficas, son incompletas, porque ninguna teoría de las conocidas abraza á todas las sustancias orgánicas.

La *teoría de los radicales compuestos*, á pesar de los esfuerzos de Berzelius y Liebig, no ha servido para fundar una clasificacion, porque no se han estudiado más que un corto número de sustancias con arreglo á dicha teoría, y sólo dos ó tres radicales orgánicos se han podido aislar, siendo la mayor parte hipotéticos. Dicha teoría consiste en suponer que los principios inmediatos orgánicos son combinaciones de un

radical compuesto con un cuerpo simple ó con otro radical compuesto, entendiendo por radicales compuestos ciertos grupos moleculares que entran en las combinaciones y pasan de una reaccion á otra sin descomponerse.

La *teoría de las sustituciones* se encuentra en el mismo caso que la de los radicales compuestos; no se han estudiado todas las sustancias orgánicas con arreglo á dicha teoría, y por esta razon no se ha podido establecer una clasificacion completa. Gerhardt, que ha sido el más célebre campeón de estas teorías, estableció en su gran obra de química orgánica los *Tipos químicos: Hidrógeno, Acido clorhídrico, Agua y Amoniaco*, de donde suponía derivados todos los compuestos químicos; y en la misma obra dió á conocer una clasificacion de las sustancias orgánicas dispuestas en series, de la cual han tomado la idea los autores modernos Wurtz, Naquet, etc., si bien ninguno ha podido hacer una clasificacion que comprenda todas las sustancias orgánicas.

Las clasificaciones fundadas en las funciones químicas de los cuerpos son más sencillas, habiendo sido las que principalmente se han seguido para la enseñanza de la química orgánica desde Thenard hasta nuestros dias. Berthelot ha dado modernamente una clasificacion completa de todas las sustancias orgánicas, reduciendo á ocho las funciones químicas de las mismas y estableciendo, por lo tanto, ocho grupos, que son los siguientes:

1.º *Carburos de hidrógeno.*

- 2.º *Alcoholes.*
- 3.º *Aldehidos.*
- 4.º *Acidos orgánicos.*
- 5.º *Eteres.*
- 6.º *Alcalis orgánicos.*
- 7.º *Amidas.*
- 8.º *Radicales metálicos compuestos.*

La clasificacion que nosotros adoptamos es parecida á ésta, pero difiere en el número y extension de los grupos; y además estudiamos ciertos productos vegetales, como los aceites esenciales y resinas.

CAPITULO VIII.

Nomenclatura y fórmulas quimicas.

Los nombres que se emplean para designar las sustancias orgánicas son muchos arbitrarios, si bien se dan algunas reglas para este objeto. Los ácidos llevan, por lo general, un nombre tomado del latin, unas veces de las sustancias de donde se obtienen, y otras del nombre genérico de las plantas donde existen, así se dice: ácido acético de *acetum*, vinagre; ácido cítrico, de *citrus*, etc. Los alcalóides toman el nombre de la parte vegetal donde se encuentra ó del nombre genérico de la planta, terminando en *ina*, que quiere decir fuerza; por ejemplo, quina, de quina; cinchonina, de *cinchona*. A los radicales se les hace terminar en *ilo*, como etilo, metilo, etc.; á los compuestos obtenidos por la accion del fuego, se les antepone *piro*,

así se dice, ácido pirotátrico, ácido pirogálico etcétera; y si se forman dos ácidos se antepone al segundo la partícula *meta*, por ejemplo ácido metagálico. Para denominar un compuesto isomérico con otro se le antepone *para*, por ejemplo, ácido paratátrico, isomérico con el ácido tátrico. Por último, la terminación en *ina* es muy comun para designar muchas sustancias orgánicas, aunque no sean alcalóides, por ejemplo: amigdalina, hematoxilina, fibrina, etc.

Fórmulas químicas.—Sin entrar aquí en ciertas consideraciones que se exponen en la química inorgánica, diremos que las fórmulas de las sustancias orgánicas se dividen en empíricas y racionales, dando el primer nombre á las que sólo expresan el número y proporcion de los elementos, y el segundo á las que además expresan el modo como se hallan agrupados los elementos. Así, por ejemplo, la fórmula del alcohol $C^4 H^6 O^2$, es empírica, porque sólo indica que dicho cuerpo está formado de cuatro equivalentes de carbono, seis de hidrógeno y dos de oxígeno; pero la fórmula del mismo cuerpo $C^4 H^5 O$, HO , es racional, porque indica que el grupo molecular $C^4 H^5$, llamado etilo, está combinado con el oxígeno, formando óxido de etilo, y éste con el agua, HO , formando hidrato de óxido de etilo.

En esta obrita, atendida su índole, haremos poco uso de las fórmulas químicas, y solamente las expondremos al lado de los cuerpos más importantes, empleando la formulacion por equi-

valentes por ser la más sencilla. Sin embargo, si alguien quiere reducirla á las fórmulas por la nueva teoría atómica, le bastará dividir por 2 los equivalentes del carbono, oxígeno y azufre.

Las llamadas *fórmulas típicas* son las que se hallan arregladas á los tipos químicos. Para dar una idea de ellas expondremos la fórmula típica del alcohol, la cual es en equivalentes como sigue: $C^4 \frac{H^8}{H} \left\{ O^2 \right.$; y conforme á la nueva

teoría atómica, de este modo: $C^2 \frac{H^4}{H} \left\{ O'' \right.$. Estas fórmulas se hallan abandonadas en el día por los químicos modernos, habiendo sido reemplazadas por otras que llaman *desarrolladas*, de las cuales expondremos la del alcohol para dar

una muestra de ellas: $\begin{array}{c} C H^3 \\ | \\ C H^2 - O H. \end{array}$

CAPÍTULO IX.

Carburos de hidrógeno.

El carbono forma con el hidrógeno muchas y muy variadas combinaciones, constituyendo los carburos de hidrógeno ó hidrocarburos, que son los compuestos más sencillos de la química orgánica, y los que sirven de punto de partida para la síntesis, habiendo conseguido Berthelot formar con ellos varios principios orgánicos. Muchos carburos no se diferencian en su composición más que n veces $C^2 H^2$, formando series

homólogas; otros hay que tienen la misma relación entre el carbono é hidrógeno, siendo igual la composición centesimal, pero el equivalente distinto, y se llaman carburos *poliméricos*; y por último, hay algunos que tienen exactamente la misma composición, es decir, el mismo número de equivalentes de carbono y de hidrógeno, pero que poseen propiedades distintas: estos son los carburos *isoméricos*.

Entre las sustancias orgánicas naturales hay muchos carburos de hidrógeno, como las esencias, y otros se obtienen artificialmente por varios medios. Indicaremos sumariamente los carburos más importantes.

Acetileno. ($C^4 H^2$).—Este carburo de hidrógeno es importante porque se obtiene por la combinación directa del carbono y el hidrógeno y es el punto de partida para obtener por síntesis varios principios inmediatos orgánicos. (Véase pág. 19).

El acetileno es un gas incoloro, de olor desagradable, soluble en agua é inflamable; su densidad es de 0,92; y mezclado con cloro detonaa aún á luz difusa.

Etileno ó hidrógeno bicarbonado ($C^2 H^4$).—Este cuerpo, llamado también *gas oleífico* ú *oleificante*, se obtiene destilando en un aparato á propósito una mezcla de alcohol con dos veces su volumen de ácido sulfúrico concentrado.

Es un gas incoloro, de olor particular, poco soluble en agua y más en alcohol; arde con llama brillante, y su densidad es 0,97. Con el cloro se combina en volúmenes iguales, y se forma un

líquido oleoso que se llama *licor de los holandeses*.

Formeno ó hidrógeno protocarbonado ($C^2 H^4$).—Este cuerpo, llamado *gas de los pantanos*, se puede obtener removiendo el cieno de los pantanos y recogiendo el gas que se desprende en un frasco boca abajo y provisto de un embudo. En los laboratorios se obtiene destilando en una retorta una mezcla de acetato de sosa anhidro con dos veces su peso de cal y sosa.

Es un gas incoloro, algo oloroso, poco soluble en agua y más en alcohol; arde con llama amarillenta poco luminosa, y su densidad es 0,56.

Amileno ($C^{10} H^{10}$).—Se obtiene este cuerpo destilando una mezcla de 1 parte de alcohol amílico rectificado y $1\frac{1}{2}$ de cloruro de zinc seco.

Es un líquido incoloro, fluído y de olor á berzas podridas; hierve á 35° . Posee propiedades anestésicas, como el cloroformo, pero no se emplea en el dia por su mal olor y porque es tóxico.

Bencina ($C^{12} H^6$).—Se obtiene de la brea de hulla por destilacion, recogiendo los primeros productos: se lavan estos con ácido sulfúrico diluido, despues con agua y potasa diluida, y por último, otra vez con agua. Luégo se destila con fraccion de productos y se recoge el líquido que pasa entre 80° y 85° , que es la bencina.

Es un líquido incoloro cuando está puro, cristalizabile á 0° , hierve á unos 82° , y su densidad es 0,89. Disuelve las grasas, la cera, el cahu-

chú, y otras muchas sustancias; arde con llama fuliginosa. Se emplea mucho como disolvente y para quitar manchas de la ropa. Mezclada la bencina con alcohol forma un líquido llamado *gasógeno* que sirve para el alumbrado.

Por la acción del ácido nítrico sobre la bencina se convierte en *nitrobencina*, llamada esencia de mirbano, que utilizan los perfumistas por su olor á esencia de almendras amargas.

Naftalina ($C^{20}H^8$).—Este producto se encuentra en gran cantidad en los tubos de condensación de las fábricas de gas. Se presenta cristalizado en tablas romboidales, incoloro, trasparente, de olor empireumático, fusible á 79° , y hierve á 218° . Es insoluble en agua, poco soluble en alcohol frío, y arde con llama fuliginosa.

Antraceno ($C^{28}H^{10}$).—Se obtiene este cuerpo de los carburos sólidos de la brea de hulla que pasan en la destilación á alta temperatura después de la naftalina.

Se presenta en cristales incoloros, fluorescentes, fusible á 213° , y hierve hacia los 360° ; es insoluble en agua y poco en alcohol. Se emplea el antraceno para preparar la *alizarina artificial*, igual á la alizarina de la raíz de rubia.

Esencias naturales constituidas por carburos de hidrógeno.—Las esencias de trementina, de limón, naranja, bergamota, cidra, bayas de enebro, elemi, copaiba, cubeba, etc., están constituidas por carburos de hidrógeno. Además, otras esencias naturales, como la de clavo, azahar, valeriana, tomillo, romero, menta, etc.,

están formadas de un carburo de hidrógeno y una esencia oxigenada, según indicaremos al tratar de las esencias más adelante.

CAPÍTULO X.

Alcoholes, Eteres y Aldehídos.

ALCOHOLES.

El nombre de alcohol se aplicó primeramente al espíritu de vino obtenido por la destilación de este líquido, pero después se han descubierto muchos cuerpos parecidos en sus funciones químicas, y en el día es un nombre genérico que sirve para designar un gran número de cuerpos. Se denominan hoy *alcoholes*, *los hidratos de óxidos orgánicos que forman con los ácidos los compuestos llamados éteres, con eliminación de agua.*

Los alcoholes se dividen en monoatómicos, biatómicos, triatómicos, tetratómicos, pentatómicos y exatómicos. Los *monoatómicos* dan por la oxidación un ácido monobásico, y en contacto de los ácidos monobásicos forman una sola serie de éteres; los *biatómicos* ó *glicoles* son aquellos que por la oxidación dan un ácido bibásico, y forman con los ácidos monobásicos dos series de éteres; los *triatómicos* producen por la oxidación un ácido tribásico, y forman con un ácido monobásico tres series de éteres.

Los alcoholes más importantes que hoy se conocen son los siguientes:

ALCOHOLES MONOATÓMICOS.

Alcohol metílico ó de madera.	C^2	H^4	O^1
— etílico (alcohol de vino).	C^4	H^8	O^2
— propílico.	C^6	H^8	O^2
— butílico.	C^8	H^{10}	O^2
— amílico ó de patatas.	C^{10}	H^{12}	O^2
— capróico ó hexílico.	C^{12}	H^{14}	O^2
— cenántílico ó heptílico.	C^{14}	H^{16}	O^2
— caprílico ó octílico.	C^{16}	H^{18}	O^2
— cáprico.	C^{20}	H^{22}	O^2
— etílico ó cetílico.	C^{32}	H^{34}	O^2
— alílico.	C^6	H^6	O^2
— méntico.	C^{20}	H^{20}	O^2
— canfórico.	C^{20}	H^{18}	O^2
— cinámico.	C^{18}	H^{10}	O^2
— colestérico (colesterina).	C^{52}	H^{42}	O^2

ALCOHOLES POLIATÓMICOS.

Biatómicos ó glicoles.	Glicol ordinario.	C^4	H^8	O^4
	— propílico.	C^6	H^8	O^4
	— butílico.	C^8	H^{10}	O^4
	— amílico.	C^{10}	H^{12}	O^4
Triatómicos.	Alcohol glicérico ó glicerina.	C^3	H^5	O^3
Tetratómicos.	Eritrita.	C^4	H^{10}	O^4
Pentatómicos.	Pinita y Quereita.	C^{12}	H^{12}	O^{10}
Exatómicos.	Manita, Dulceita y Sorbita.	C^{12}	H^{14}	O^{12}

Propiedades fundamentales de los alcoholes.

—I.º Los alcoholes por la oxidacion dan lugar á una serie de *ácidos orgánicos*: el alcohol de vino produce ácido acético; el alcohol metílico, ácido fórmico; el alcohol amílico, ácido valerianico, etc. Si la oxidacion no es tan profunda,

se forman otros cuerpos llamados *aldehídos*, que son intermedios entre el alcohol y el ácido.

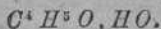
2.º Los alcoholes por la acción de los oxácidos, se dividen en agua que se separa, y en un óxido orgánico que se combina con el ácido formando los *éteres compuestos*. Si actúa un hidrácido sobre los alcoholes, se forman los éteres simples.

3.º Por la acción de los cuerpos ávidos de agua, como el ácido sulfúrico, ácido fosfórico y cloruro de zinc, se dividen en dos equivalentes de agua y una serie de carburos de hidrógeno que son homólogos y poliméricos.

Teorías sobre la constitución de los alcoholes.

—Según la antigua teoría francesa, se consideran los alcoholes como bihidratos de un carburo de hidrógeno, por ejemplo, el alcohol de vino, ($C^4H^4, 2HO$); y según la teoría de los radicales compuestos, se consideran como hidratos de un óxido de radical orgánico, de modo que el alcohol de vino es un hidrato de óxido de etilo (C^4H^5O, HO).

ALCOHOL DE VINO.



Este importante cuerpo fué conocido por los árabes, y ha recibido varios nombres, que son: *alcohol etílico*, *hidrato de óxido de etilo*, *bihidrato de etileno*, *espíritu de vino*, ó simplemente *alcohol*.

El alcohol se encuentra en todos los líquidos que han experimentado la fermentación alco-

nólica, como el vino, cerveza, sidra, etc., y se obtiene por destilacion de estos líquidos, prefiriendo el vino porque es el que contiene más alcohol. La destilacion se hace en grandes alambiques llamados alquitaras, y modernamente en aparatos especiales, en los que resulta el alcohol muy concentrado en la primera destilacion (véase mi *Tratado de Química Orgánica general y aplicada*). El aguardiente señala en el areómetro centesimal 50° á 60° , que corresponden á 19° y 22° del areómetro de Cartier, y se obtiene destilando el vino hasta que los productos no se inflamen; el *espíritu de vino* señala 82° á 86° centesimales, que corresponden á 32° y 34° de Cartier, y se obtiene volviendo á destilar el aguardiente. Si se quiere alcohol más concentrado, es necesario destilarle con un intermedio que absorba el agua como el carbonato de potasa seco, con el cual resulta alcohol de 94° centesimales, y si se destila éste con cal anhidra resulta alcohol de 100° ó sea alcohol anhidro ó absoluto.

El alcohol puede obtenerse con la cebada, centeno, arroz y otros granos cereales, para lo cual primero se convierte la fécula que contienen en azúcar, despues se hacen fermentar los líquidos azucarados, y luégo se destilan. Resulta el alcohol muy impuro, con mal olor y sabor, siendo preciso aparatos especiales para su depuracion (véase mi *Tratado de Química Orgánica*). Tambien se obtiene alcohol de las melazas resultantes de la extraccion del azúcar; y coñ las raíces tuberculosas de los gamones

reduciéndolas á pulpa, añadiendo agua y haciendo fermentar el líquido, el cual se destila despues.

El alcohol es un líquido incoloro, de olor agradable, con sabor acre si está concentrado, pero diluido en agua resulta agradable; su densidad es 0,79; hierve á 78° y no se ha podido solidificar. Al mezclarle con agua produce calor y contraccion de volúmen. Disuelve muchos cuerpos, tales son: el bromo, iodo, fósforo, azufre, potasa, varias sales, los alcalóides, esencias, resinas, etc. Arde con llama brillante pero poco luminosa, convirtiéndose en agua y ácido carbónico. Por la oxidacion lenta se trasforma primero en aldehido y despues en ácido acético. El cloro, actuando sobre el alcohol anhidro, forma primero aldehido, y si continúa su accion, se forman varios compuestos clorados, entre los cuales el más importante es el *cloral*. Este cuerpo se usa en medicina en estado de hidrato.

El alcohol concentrado actúa en la economía animal como un veneno, coagulando la albúmina y absorbiendo la humedad de los tejidos. Produce cierta insensibilidad y gran perturbacion en el cerebro, lo cual nos explica el estado lamentable en que se colocan los bebedores de vino, aguardiente y licores.

Cuando el aguardiente no contiene esencia ninguna, se llama *aguardiente seco*, y si contiene esencia de anís se dice *aguardiente anisado*. Este, que es de uso muy frecuente, se obtiene destilando los líquidos alcohólicos con

anís, ó bien añadiendo la esencia al aguardiente seco y rebajado á 22°. Los *licores* son mezclas de aguardiente, azúcar y materias vegetales aromáticas y esenciales.

Accion del ácido sulfúrico sobre el alcohol.— Por la accion del ácido sulfúrico sobre el alcohol resultan varios productos, segun las proporciones de ambos líquidos y la temperatura á que se opere, pudiendo distinguir los períodos siguientes: 1.º Entre la temperatura de 0° y 127° se forma ácido sulfovínico. 2.º Entre la temperatura de 127° y 160° se divide el alcohol en éter ú óxido de etilo y agua. 3.º Entre 160° y 180° hay produccion de hidrógeno bicarbonado y agua. 4.º Desde 180° en adelante, se forma un cuerpo llamado aceite de vino pesado ó aceite dulce de vino.

La formacion del éter en el 2.º período se explicaba antiguamente suponiendo que el ácido sulfúrico se apodera de un equivalente de agua del alcohol, quedando convertido en éter. Despues se han dado otras *teorías sobre la éterificacion*, tales son la de Hennel y Liebig, quienes creyeron que primero se forma ácido sulfovínico, cuyo cuerpo produce por la destilacion éter y agua; y la de Williamson, segun el cual, actuando el ácido sulfúrico sobre el alcohol forma primero ácido sulfovínico, y reaccionando este cuerpo á la temperatura de 140° con más alcohol, resulta éter y ácido sulfúrico que vuelve á actuar nuevamente del mismo modo.

ÉTERES.

En un principio sólo se aplicó el nombre de éter al óxido de etilo obtenido por destilación de una mezcla de alcohol y ácido sulfúrico á la temperatura de 140° ; pero en el día el nombre de *éteres* es genérico y se aplica á muchos cuerpos resultantes de la acción de los ácidos sobre los alcoholes, y de ciertos cuerpos deshidratantes en circunstancias determinadas.

Los éteres se dividen en tantas clases como alcoholes se conocen, porque cada alcohol produce éteres propios; así se dice, éteres etílicos, metílicos, amílicos, etc. Cada clase se divide en dos grupos que son: éteres simples y éteres compuestos. Los éteres simples resultan de la acción de los hidrácidos sobre los alcoholes, y tienen una composición parecida á las sales halóideas; entre estos, se incluyen también los óxidos de radicales alcohólicos, como el óxido de etilo, el óxido de metilo, etc.

Los éteres compuestos resultan de la acción de los oxácidos sobre los alcoholes, y tienen una composición análoga á las oxisales; se subdividen en éteres compuestos neutros, y éteres compuestos ácidos, según que la proporción del ácido se halle en la relación á sal neutra ó ácida.

Las mismas teorías de los alcoholes se aplican para explicar la constitución química de los éteres; según la teoría francesa se consideran formados de un carburo de hidrógeno y el ácido

si es oxácido, ó el radical si es hidrácido; y segun la teoría alemana, se consideran los éteres como compuestos análogos á las sales halóideas si son producidos por un hidrácido, ó como oxisales si se han formado por la accion de un oxácido.

ÉTERES SIMPLES.

Oxido de etilo (C^4H^5O).—Comunmente se llama *éter sulfúrico* ó sólo *éter*. Se obtiene este importante cuerpo destilando á la temperatura de 135° á 140° una mezcla de 2 partes de alcohol de 85° y 3 de ácido sulfúrico de 66° , haciendo llegar á la retorta nuevas porciones de alcohol á medida que se va produciendo éter. El aparato que se emplea consta de una gran retorta, alargadera, y un buen refrigerante, teniendo un termómetro la retorta para saber la temperatura. El producto obtenido se mezcla con una lechada de cal ó disolucion de potasa para separar el ácido sulfúrico, ácido sulfuroso, etcétera, y despues del reposo se somete á una nueva destilacion la capa etérea. El éter que se destina para los usos ordinarios marca en el areómetro 56° á 60° , pero si se quiere éter puro ó de 66° , se agita con su volumen de agua, se decanta la capa etérea, se pone en contacto de cloruro de calcio y cal viva, y se destila.

El éter es un líquido incoloro, muy flúido, neutro á los reactivos, de olor penetrante; su densidad es 0,72 y hierve á 35° . Echado sobre la epidérmis produce una sensacion de frio, por-

que se evapora prontamente; no es miscible con el agua pero sí con el alcohol; arde con llama blanca y brillante. El vapor de éter, mezclado con oxígeno ó con aire, produce al arder fuerte explosion, lo cual nos dice que es muy delicada la obtencion de este cuerpo y su destilacion.

El éter se usa mucho como disolvente en las artes y en las operaciones químicas. En medicina se emplea como antiespasmódico y anestésico.

Eter clorhídrico ó cloruro de etilo (C^4H^5Cl).—Se obtiene destilando partes iguales de alcohol y ácido clorhídrico concentrado. Es un líquido incoloro que hierve á 11° , pero mezclado con alcohol sube el punto de ebullicion. En medicina se usa el éter clorhídrico alcoholizado, que se prepara destilando una mezcla de 1 parte de ácido clorhídrico y 2 partes de alcohol. El aparato que se emplea para obtener este cuerpo es el representado en la figura 2.^a

ÉTERES COMPUESTOS.

Acido sulfovinico ó sulfato ácido de etilo ($C^4H^5O, HO, 2SO^3$).—Se obtiene mezclando volúmenes iguales de ácido sulfúrico y alcohol, saturando el líquido con carbonato de barita y descomponiendo el sulfovinato de barita que se forma por ácido sulfúrico diluido.

Eter nitroso ó nitrito de etilo (C^4H^5O, NO^3).—Se obtiene haciendo reaccionar sobre el alcohol el ácido nítrico: este ácido actúa como oxidante sobre el alcohol formando aldehido y otros

cuerpos oxidados, y se reduce á ácido nitroso, que eterifica á otra porcion de alcohol, produciendo éter nitroso. En medicina se usa el éter nitroso alcoholizado ó *espíritu de nitro dulce*, que se prepara destilando con mucho cuidado en el aparato que representa la fig. 2.^a, una parte de ácido nítrico de 35° y 2 de alcohol de 90°, rectificando despues el producto. Es un líquido ligeramente amarillento, de olor agradable á camuesas; hierve á 18° cuando es puro, pero mezclado con alcohol tiene mayor punto de ebullicion.

Eter acético ó acetato ae etilo ($C^4 H^5 O$, $C^4 H^3 O^3$).—Se obtiene destilando (fig. 2.^a) una mezcla de alcohol, ácido acético y una corta cantidad de ácido sulfúrico; al producto de la destilacion se añade un poco de carbonato de potasa para neutralizar los ácidos y se destila nuevamente. Es un líquido incoloro que hierve á 70°.

ALDEHIDOS.

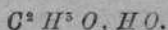
La palabra aldehido quiere decir alcohol deshidrogenado, habiéndose aplicado en un principio solamente al cuerpo que resulta de la oxidacion del alcohol comun ó etílico, perdiendo 2 equivalentes de hidrógeno; pero despues se han obtenido compuestos análogos de los demas alcoholes, pasando á ser genérica la palabra aldehido para designar un grupo de cuerpos orgánicos. Para distinguirlos se les da un nombre específico derivado del nombre del alcohol

correspondiente; así se dice aldehído etílico ó vínico, del alcohol etílico ó de vino, aldehído metílico, del alcohol metílico, etc.

El *aldehído vínico* se obtiene destilando á un calor suave una mezcla de ácido sulfúrico diluido, bióxido de manganeso y alcohol. Es un líquido incoloro, movable, de olor fuerte y penetrante, y hierve á 21°. Carece de aplicaciones, lo mismo que los demas aldehídos derivados de otros alcoholes.

Muchas esencias naturales están constituidas por compuestos correspondientes al grupo de los aldehídos, tales son la esencia de almendras amargas, la esencia de canela, el alcanfor del Japon, etc.

ALCOHOL METÍLICO.



Alcohol de madera, hidrato de óxido de metilo.—Se obtiene este cuerpo de los productos de la destilacion seca de las maderas; resultan dos líquidos, uno breoso y otro acuoso formado por agua, ácido acético y alcohol metílico. Se destila en baño de maría el líquido acuoso, y el producto se trata con cal para que absorba el agua y el ácido acético; despues se vuelve á destilar y resulta el alcohol metílico. Es un líquido incoloro flúido, y si está impuro es amarillento y de olor empireumático. Hierve á 66°, es inflamable; por la oxidacion se trasforma en ácido fórmico.

Cloroformo ó tricloruro de formilo (C^2H, Cl^3)

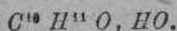
—Puede obtenerse este cuerpo por la acción del hipoclorito de cal sobre el alcohol metílico pero el método que se emplea comunmente consiste en destilar en un gran alambique una mezcla de hipoclorito de cal, hidrato de cal, agua y alcohol de vino, retirando completamente todo el fuego en cuanto empiece la reacción y se caliente el capitel del alambique. El producto destilado se pone en contacto de carbonato de potasa y cloruro de calcio y se vuelve á destilar. Es un líquido incoloro, de olor etéreo, hierve á 60° y su densidad es 1,48. Es soluble en alcohol y éter y casi insoluble en agua.

El cloroformo se emplea como anestésico, siendo uno de los más preciosos remedios con que cuenta hoy la terapéutica moderna.

Iodoformo ó tri-ioduro de formilo (C^2H, I^3).

—Se obtiene haciendo actuar el iodo en presencia de los álcalis sobre el alcohol: se calienta la mezcla en un matraz al calor del baño de maría, y por enfriamiento se forman cristales amarillos, de olor de azafran.

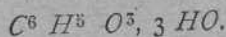
ALCOHOL AMÍLICO.



Se llama tambien *alcohol de patatas é hidrato de óxido de amilo*.—Este alcohol constituye en su mayor parte el líquido oleoso que queda de residuo en la destilación de los aguardientes

de orujo de uva, de cereales, de las melazas de remolacha, y principalmente del aguardiente de patatas, obtenido por fermentacion de las patatas cocidas. Por el reposo se deposita una capa oleosa que es alcohol amílico impuro, el cual se somete á la destilacion, recogiendo los productos que pasan á la temperatura de 130° á 134° . Es un líquido incoloro cuando está puro, de olor sofocante; hierve á 132° y es inflamable. Por la oxidacion produce aldehido valérico y ácido valeriánico.

ALCOHOL GLICÉRICO Ó GLICERINA.



La glicerina fué descubierta en 1779 por el célebre químico y farmacéutico Scheele en los productos de la accion del litargirio sobre las grasas, habiéndola dado el nombre de *principio dulce de los aceites*. Berthelot la ha caracterizado de alcohol triatómico.

Se produce la glicerina siempre que se saponifican los cuerpos grasos por los álcalis ú óxidos metálicos, en cuyo caso se forma un jabon y se separa el óxido glicérico, que hidratándose constituye la glicerina. Para obtenerla, se aprovechan las aguas resultantes de la preparacion del emplasto simple; y en grande se obtiene de los líquidos resultantes de la fabricacion de las bujías estearicas.

La glicerina es un líquido incoloro de consistencia espesa y de sabor dulce. Por la accion

del fuego se descompone, produciendo *acroleína*, principio irritante que se desprende siempre que se descomponen por el fuego los cuerpos grasos. Por la acción del ácido nítrico se convierte la glicerina en *nitroglicerina*, cuerpo muy explosivo que se emplea para volar las minas, mezclada con una materia terrosa, constituyendo en este caso lo que se llama *dinamita*. Generalmente las dinamitas están formadas de 60 á 70 por 100 de nitroglicerina, y el resto es de una materia silíceá, resina, nitrato de potasa, colcohar y carbon. La nitroglicerina es la sustancia explosiva más enérgica y que desarrolla más fuerza de proyección.

La glicerina se usa mucho en perfumería.

ÉTERES NATURALES DE LA GLICERINA Ó CUERPOS GRASOS.

* Desde muy antiguo se conocen con los nombres de aceites, grasas, sebos y mantecas varios cuerpos naturales líquidos y sólidos que poseen cierta untuosidad, y dejan en el papel una mancha persistente; no son miscibles con agua, y por la acción del calor desprenden vapores muy irritantes de acroleína. Nada se supo de la composición química de estos cuerpos hasta que el célebre Scheele en 1779 descubrió el principio dulce de los aceites ó glicerina, y después Chevreul hizo el estudio completo de dichos cuerpos de 1815 á 1816. Están constituidos estos cuerpos por *oleína*, *margarina* ó *palmitina* y *estearina*; además algunos contienen otros prin-

cipios olorosos que son la *butirina*, *caprina*, *caproina*, existentes en la manteca de la leche, la *hircina* en el sebo y la *focenina* en los aceites de pescados. Su composicion es análoga á la de las sales, pues se hallan formados de un ácido y un óxido orgánico que es el óxido glicérico; así la estearina es un estearato de óxido glicérico, la oleina un oleato de óxido glicérico, y la margarina un margarato de óxido glicérico; es decir, que se hallan compuestos respectivamente de los ácidos esteárico, oléico y margárico con el óxido orgánico. Modernamente se estudian como éteres del alcohol glicérico ó glicerina, y pueden obtenerse por la accion de los ácidos respectivos sobre este alcohol.

La propiedad química que más distingue á los cuerpos grasos es la de dividirse por la accion de los álcalis y óxidos metálicos con intervencion del agua, en un ácido graso que se combina con la base mineral para formar un *jabon* y óxido glicérico, que hidratándose constituye la glicerina.

Las especies más importantes de los cuerpos grasos son la estearina, margarina, palmitina y oleina; y las ménos importantes la ricinoleina, cocoestearina, miristearina, lauroestearina y los principios volátiles butirina, caprina, caproina, hircina y focenina.

Como apéndice á los cuerpos grasos se estudian la esperma de ballena y las ceras, que aunque se saponifican por los álcalis, no producen glicerina, sino otro alcohol ó hidrato de óxido orgánico.

Oleina.—Es un trioleato de glicerina, y se halla principalmente en los aceites líquidos. Se obtiene enfriando á 0° el aceite de olivas y comprimiendo entre papeles de filtro la masa sólida. La parte líquida es la oleina. Tiene un color amarillento, y por la acción del nitrato de mercurio con vapores nitrosos se convierte en una materia sólida llamada *elaidina*, cuya reacción distingue la oleina de los aceites no secantes del principio análogo que existe en los secantes.

Margarina.—Es un trimargarato de óxido glicérico, y se encuentra en los aceites líquidos y en las mantecas, mezclado con la oleina y estearina.

La margarina se obtiene tratando la manteca con alcohol caliente y dejando que se precipite por enfriamiento. Del aceite de olivas se obtiene, comprimiendo entre papeles de filtro la masa sólida que se forma á la temperatura de 0° , y después se purifica por cristalizaciones en alcohol hirviendo. Es sólida, blanda y fusible á 47° .

Palmitina.—Es un tripalmitato de glicerina y se halla en el aceite de palma. Según Heintz, se encuentra en la mayor parte de los aceites y mantecas, y cree el citado químico que lo que se llama margarina es igual á la palmitina, con la sola diferencia de que contiene aquella pequeñas cantidades de estearina.

Estearina.—Es un triestearato de óxido glicérico y se halla en el sebo y en casi todas las grasas sólidas, las cuales deben su mayor consistencia á la estearina. Se obtiene tratando el

sebo con éter á un ligero calor, y dejando la solución que cristalice por enfriamiento. Es sólida, blanca y fusible á 62°

PRODUCTOS GRASOS NATURALES.

Ya hemos dicho que las materias grasas conocidas con los nombres de *aceites*, *grasas*, *mantecas* y *sebos*, son mezclas de los principios oleína, margarina ó palmitina y estearina. En los aceites predomina la oleína; en los sebos la estearina, y en las mantecas y grasas blandas la margarina.

Los productos grasos proceden unos del reino vegetal, y otros del reino animal. En los vegetales existen, por lo general en las semillas, si bien algunos, como el de oliva y el de palma, se encuentran en el sarcocarpio del fruto. Las materias grasas animales se hallan en el tejido celular.

Las materias grasas vegetales se obtienen prensando los órganos que las contienen, unas veces á la temperatura ordinaria, y otras, como en las grasas concretas, calentando los hierros de la prensa. También se obtienen hirviendo con agua las partes vegetales y á veces por la acción de los disolventes. Después de extraídos, se purifican, dejándolos en reposo para que se depositen los cuerpos extraños y luego se filtran ó se decantan. Si son grasas concretas se funden y se filtran fundidas. Las grasas animales y los sebos se obtienen calentando los tejidos que los contienen, colando la

grasa fundida y dejándola enfriar para que se concrete.

Los aceites se dividen en *aceites secantes* y *aceites no secantes*; los primeros se caracterizan porque absorben el oxígeno del aire y se espesan, convirtiéndose en una masa de aspecto resinoso, y además porque no se solidifican por la acción de los vapores nitrosos; mientras que los aceites no secantes se enrancian por la acción del aire, y se solidifican en contacto de los vapores nitrosos, debido á que su oleína se transforma en una materia sólida llamada *elaidina*.

ACEITES SECANTES.

Aceite de linaza.—Se obtiene pulverizando las semillas de lino y prensándolas. Es de color amarillo claro, soluble en 40 partes de alcohol y 6 de éter; se congela á—27°. Se usa el aceite de linaza para la pintura; para los barnices grasos; para hacer la tinta de imprenta mezclándole después de hervido con negro de humo; y para hacer el cahuchú artificial.

Aceite de ricino. (Aceite de palma cristi, aceite de castor).—Se obtiene prensando las semillas de ricino después de separar la cubierta dura que rodea la almendra. Es líquido, muy espeso, viscoso y de color amarillo claro; se disuelve en alcohol anhidro, lo cual le distingue de los otros aceites; á—18° se solidifica. Está formado en su mayor parte por *ricinoleína*.

El aceite de ricino se usa mucho como pur-

gante, y en América le emplean para el alumbrado.

Aceite de croton-tiglio.—Se obtiene prensando las semillas de croton. Es muy acre y un purgante drástico violento.

Además hay otros aceites secantes que son: el *aceite de tártagos*, el de *cañamones*, el de *nueces*, el de *semillas de adormideras*, etc.

ACEITES NO SECANTES.

Aceite comun ó de olivas.—Se obtiene reduciendo las aceitunas á polvo grueso por medio de molinos á propósito, y exprimiendo la masa en grandes prensas; despues se deja sedimentar y se decanta, separando el líquido claro. Los residuos se hierven con agua y se prensan nuevamente, recogiendo el aceite que sobrenada; pero este aceite es de calidad inferior. Para privar al aceite de color, el olor y mal gusto, se le filtra por capas de carbon animal y vegetal. El procedimiento de Thenard para purificar el aceite añadiéndole 3 por 100 de ácido sulfúrico, da buen resultado para destinarle al alumbrado.

El aceite de olivas puro y de buena calidad debe ser trasparente, de color amarillo claro ó amarillo verdoso, de olor agradable y de buen gusto sin nada de acritud; no debe espesarse en contacto del aire, y á la temperatura de 0° debe formar una masa blanda y grumosa; á la temperatura de 8 á 10° sobre cero empieza á formar grumos de margarina que quedan suspen-

didos en el líquido (oleina) ó adheridos á las paredes de la vasija.

El aceite de olivas tiene numerosas aplicaciones: como alimento, para hacer jabon, para el alumbrado, etc. Se le adultera con frecuencia mezclándole con aceite de algodón, de adormideras y otros aceites más baratos (véase mi *Tratado de Química Orgánica*, tomo II, página 390).

Aceite de almendras dulces.—Se obtiene prensando las almendras dulces en polvo, envueltas en un lienzo; por el reposo se clarifica y si es necesario se filtra. La torta que queda de residuo se usa para lavar las manos. De las almendras amargas se obtiene tambien aceite, teniendo cuidado de que no intervenga el agua ó humedad para evitar que se produzca la fermentacion amigdálica, es decir, la formacion de esencia y ácido prúsico. Es de color amarillo claro, muy flúido, sin olor y de sabor agradable. A—20° se congela. Se usa en medicina y en perfumería.

Aceite de cacahuets.—Se obtiene por expresion de las semillas de cacahuets. Es casi incoloro é inodoro cuando se obtiene en frio, pero extraído en caliente tiene color amarillento y olor desagradable. Se congela completamente á—7°. Se usa en perfumería y para hacer jabones.

Aceite de algodón.—Se obtiene por presion de las semillas del algodouero, y viene principalmente de los Estados Unidos, Brasil y Egipto. Es de color amarillo rojizo, de olor y sa-

bor particular. En América se emplea como comestible, y hace pocos años le usan en España por su baratura para adulterar el aceite de olivas.

Hay otros aceites no secantes que son: el de *sésamo*, *avellanas*, *colza*, *fabuco*, etc.

ACEITES CONCRETOS VEGETALES Ó MANTECAS VEGETALES.

Se obtienen en general reduciendo á pasta las semillas ú otros órganos vegetales donde existen; la pasta se mezcla con un poco de agua caliente y se somete á la accion de la prensa. Las principales son: la *manteca de cacao*, que es blanca, de olor y sabor análogos al del chocolate; la *manteca de nuez moscada*, de color amarillo marmoleado y muy olorosa; la *manteca de laurel*, muy blanda y de color verde; la *manteca ó aceite de palma*, de color amarillo anaranjado; y la *manteca ó aceite de coco*, que es muy blanca.

GRASAS DE ORIGEN ANIMAL.

Las principales son las siguientes: la *manteca de cerdo*, que se obtiene de las pellas del cerdo lavándolas con agua y calentándolas despues para que se funda y salga la grasa; el *sebo* que procede de los carneros, bueyes y cabras; la *manteca de leche de vacas*, que se obtiene sometiendo la leche de vacas á la agitacion por medio de un palo ó un eje con paletas para

que se reuna la manteca formando lo que se llama crema; el *aceite de hígado de bacalao*, que se obtiene de los hígados de los bacalaos; el *aceite de yemas de huevo*, etc.

APÉNDICE Á LOS CUERPOS GRASOS.

La esperma de ballena y las ceras son muy parecidas á las materias grasas, pero no dan por la saponificación glicerina, sino otro alcohol.

La *esperma de ballena* ó *cetina* existe en estado líquido en la cabeza del cachalote, y despues de la muerte del animal se concreta. Es blanca, nacarada, laminosa y fusible á 45°. Por la acción de la potasa en caliente se forma palmitato de potasa y se separa el ethal ó alcohol cetílico.

Las *ceras* proceden, unas desecreciones de insectos, y otras son producidas por ciertos vegetales.

La *cera de abejas* se extrae exponiendo los panales al sol para separar la miel, y despues se funde con agua. Esta es la cera amarilla ó cera vírgen, la cual se blanquea reduciéndola á laminitas y exponiéndola á la acción del aire y del sol. Se funde á 62°.

La *cera de palma* procede de una planta llamada *Ceroxylon andicola*; la *cera de carnauba* es producida por una palmera del Brasil, la *Coripha cerifera*, etc.

APLICACIONES DE LAS MATERIAS GRASAS.

Las materias grasas tienen muchas y muy importantes aplicaciones en la industria y en

las artes; siendo las más importantes para fabricar el jabon y las bujías esteáricas.

Jabones.—Se da este nombre á las combinaciones de los ácidos grasos, oléico, margárico y esteárico, con las bases minerales; se obtienen saponificando los aceites y grasas con los álcalis ó con los óxidos metálicos, en cuyo caso hay eliminacion de óxido glicérico que se hidrata y forma la glicerina. El más usado es el *jabon de sosa*, que se obtiene en las fábricas tratando en grandes calderas el aceite con lejías de sosa cáustica, cuya accion se auxilia por medio del calor. Para separar despues la glicerina se añade una lejía de sosa cargada de sal comun, que coagula el jabon formado: la glicerina y líquidos excedentes se separan abriendo una llave que tiene la caldera. Luégo se echa el jabon fundido en moldes y se deja enfriar, cortándole, por último, en pedazos.

Bujías esteáricas.—Se fabrican con sebo, saponificando esta grasa por medio de la cal, á fin de formar un jabon calizo que despues se descompone por medio del ácido sulfúrico. De esta manera se obtiene ácido esteárico mezclado con los otros ácidos grasos del sebo, los cuales se separan por la presion, haciendo, por último, las velas ó bujías con el ácido esteárico.

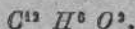
CAPITULO XI.

Fenoles.

Se da el nombre de fenoles á ciertos compuestos orgánicos que participan á la vez de

propiedades de ácidos y de alcoholes, pero que no pueden considerarse ni como verdaderos ácidos, ni como verdaderos alcoholes. El tipo de estos cuerpos es el *ácido fénico* ó *fenol ordinario*; se incluyen en el grupo el *fenol cresílico* ó *cresilol*, que se encuentra en la creosota; el *fenol timólico* ó *timol*, en la esencia del tomillo; el *pirogalol* ó ácido pirogálico, etc.

ÁCIDO FÉNICO Ó FENOL ORDINARIO.



Se llama también *ácido carbólico* y *alcohol fénico* ó *fenílico*. Se obtiene de la brea de hulla, tratando los líquidos resultantes de la destilación á 200°, con una disolución de sosa; se separa el aceite insoluble y se añade ácido clorhídrico, que deja libre el ácido fénico, el cual se destila sobre cloruro de calcio. Cristaliza en prismas incoloros, que toman color rojizo en contacto del aire, fusible á 35° y con un olor fuerte y sabor cáustico. Es poco soluble en agua y mucho en alcohol. Ataca fuertemente la piel y produce manchas en la misma.

El ácido fénico tiene muchas aplicaciones. Es un poderoso antiséptico y antipútrido; por lo cual se emplea para conservar las maderas, pieles, huesos y otras sustancias orgánicas, introduciéndolas durante veinte y cuatro horas en disoluciones acuosas de dicho ácido. Para conservar las materias alimenticias no sirve porque es venenoso. En medicina se usa disuelto

en agua para lavar las llagas purulentas, úlceras cancerosas, sarna, etc.

Ácido nitro-pícrico.—Este cuerpo resulta de la acción del ácido nítrico sobre el ácido fénico. Cristaliza en laminitas de color amarillo y se usa en tintorería. Con las bases forma nitropícratos ó pícratos, siendo el de potasa muy explosivo.

CAPITULO XII.

Ácidos orgánicos.

Los ácidos orgánicos, lo mismo que los ácidos minerales, se caracterizan principalmente por la propiedad química fundamental de neutralizar á las bases para formar sales. Muchos ácidos son naturales, es decir, que se encuentran formados en los seres orgánicos, en especial en los vegetales, y otros resultan de la acción de los agentes químicos sobre diversas materias orgánicas.

Clasificación de los ácidos.—Se dividen, atendiendo á su basicidad, en monobásicos, bibásicos, tribásicos, etc., segun que en estado libre contengan 1, 2, 3 equivalentes de agua, y formen sal neutra con 1, 2, 3 equivalentes de base, la cual sustituye al agua. Atendiendo á la atomicidad se dividen en monoatómicos, biatómicos, triatómicos, tetratómicos, etc. Un ácido monoatómico es siempre monobásico, pero entre los ácidos diatómicos puede haberlos monobásicos y bibásicos; y entre los triatómicos,

mono, bi y tri-básicos. En general, una clase de ácidos, de una atomicidad dada, comprende tantos grupos de ácidos de basicidad diferente como unidades hay en el número que indica la atomicidad de dichos ácidos.

Los ácidos orgánicos forman series correspondientes á las de los alcoholes, de los cuales se derivan por oxidacion; así es que los ácidos monoatómicos corresponden á la serie de alcoholes monoatómicos, los ácidos diatómicos á los alcoholes de igual atomicidad, etc.

Anhidridos orgánicos.—Se da este nombre á los ácidos orgánicos anhidros. Se obtienen tratando una sal desecada del ácido monobásico por el oxiclóruo de fósforo; se forma primero clóruo del radical del ácido, el cual reacciona con otra porcion de sal, resultando el anhidrido. Los anhidridos de ácidos polibásicos se obtienen destilando dichos ácidos, ó bien tratándolos por cuerpos muy ávidos de agua.

Amidas.—Así se llaman ciertos compuestos nitrogenados que se derivan de las sales amoniacales por separacion de los elementos del agua y que pueden regenerar dichas sales por fijacion de los mismos elementos del agua.

Nitrilos se llaman los compuestos resultantes de la separacion de 2 equivalentes de agua de las amidas neutras.

ÁCIDOS MONOATÓMICOS Y MONOBÁSICOS.

Estos ácidos se derivan de los alcoholes monoatómicos por sustitucion de 2 equivalentes de

oxígeno á 2 de hidrógeno. Estudiaremos sumariamente los más importantes, indicando también sus sales que tengan interés.

Acido fórmico (C^2HO^3 , HO).—Se encuentra en el líquido ácido é irritante que exudan las hormigas en los meses de Junio y Julio; también se halla en las ortigas. Se obtiene artificialmente destilando (fig. 2.^a) una mezcla de 10 partes de almidon, 37 de bióxido de manganeso, 30 de agua y 30 de ácido sulfúrico. También se obtiene calentando el ácido oxálico con la glicerina. Es un líquido incoloro, cristizable á 0°, y hierve á 100°. Es corrosivo y se parece al ácido acético.

Acido acético ($C^4H^5O^3$, HO).—Este ácido es muy importante, y se presenta bajo diferentes estados: 1.º ácido acético anhidro ó anhídrido acético; 2.º ácido monohidratado ó cristizable; 3.º ácido ordinario; 4.º vinagre radical; 5.º vinagre comun ó de vino; 6.º vinagre destilado; y 7.º ácido piroleñoso ó vinagre de madera.

El *anhídrido acético* ($C^4H^5O^3$) se obtiene destilando una mezcla de acetato de sosa desecado y oxiclورو de fósforo; el producto se rectifica sobre nueva cantidad de acetato de sosa seco.

El ácido *acético monohidratado ó cristizable* ($C^4H^5O^3$, HO) se obtiene destilando una mezcla de partes iguales de acetato de plomo neutro desecado y bisulfato de potasa, en el aparato representado por la fig. 2.^a

El *ácido acético ordinario*, ó sea el que se

emplea más comunmente, contiene 2 ó 3 equivalentes de agua, y se distingue del monohidratado en que no cristaliza, aunque se le someta á una temperatura de 4°. Se obtiene destilando el acetato de sosa ó el de plomo con ácido sulfúrico concentrado. Resulta con ácido sulfuroso, cuyo cuerpo se separa destilando el producto con bióxido de plomo ó de manganeso.

El *vinagre radical* se obtiene sometiendo á la destilacion seca los cristales de Vénus ó acetato de cobre neutro. Resulta un ácido acuoso que contiene cierta cantidad de acetona.

El *vinagre comun ó de vino* resulta de una fermentacion que experimenta el vino, por la cual el alcohol va absorbiendo oxígeno del aire y se convierte en ácido acético. La cerveza y otros líquidos alcohólicos experimentan igual fermentacion, y se convierten tambien en vinagre. Segun Pasteur, en la formacion del vinagre interviene un sér microscópico llamado *Mycoderma aceti*, al cual considera como el fermento, y dice que actúa tomando oxígeno del aire y fijándole sobre el alcohol para convertirle en ácido acético.

El procedimiento más empleado para preparar el vinagre consiste en colocar en varios toneles de madera el vino, al cual se añade una porcion de vinagre caliente y se deja durante algunos dias á la temperatura de 25° á 30° para que se verifique la fermentacion ácida. La tapadera de los toneles debe tener dos agujeros, uno para echar el vino y otro para que salga el aire. El procedimiento llamado aleman

es muy rápido; consiste en hacer pasar el vino ó aguardiente mezclado con un poco de zumo de remolachas ó miel por virutas de haya en un tonel convenientemente dispuesto. Los vinagres suelen tener unos 6 por 100 de ácido acético.

El *ácido piroleñoso ó vinagre de madera*, se obtiene de los productos de la destilacion seca de la madera; se separan primero los líquidos más volátiles por destilacion, y el residuo se trata con carbonato de sosa para formar acetato de sosa; esta sal se purifica, y despues se somete á la destilacion con ácido sulfúrico. Cuando el ácido piroleñoso es puro, es enteramente igual al ácido acético.

El ácido acético puro y monohidratado cristaliza en tablas exagonales, en cuyo estado se mantiene hasta 17° ; á una temperatura superior se liquida, apareciendo bajo la forma de un líquido incoloro, de olor fuerte á vinagre, sabor ácido enérgico, cáustico y corrosivo. Hierve á 120° , y su vapor es inflamable. Cuando se hacen pasar vapores de ácido acético por un tubo de porcelana enrojecido, se descompone, produciendo ácido carbónico, agua y *acetona*.

El ácido acético se emplea en la industria y en medicina. El vinagre es de uso frecuente como condimento.

Acetatos. — Estas sales se obtienen neutralizando los óxidos metálicos ó sus carbonatos con el ácido acético. Se reconocen fácilmente los acetatos calentándolos en un tubo con ácido sulfúrico, en cuyo caso se desprenden vapores de olor á vinagre. Los más importantes son: el

acetato de potasa, el de sosa y el de amoniaco que se emplean en medicina; los de plomo y de cobre que se usan en la industria y en medicina. El más importante de los acetatos de plomo es el neutro llamado *sal de Saturno* ó *azúcar de Saturno*; se obtiene disolviendo el litargirio en ácido acético; ó colocando láminas delgadas de plomo en vasijas anchas llenas de ácido acético, de modo que se hallen en contacto del líquido por la superficie interior. El *extracto de Saturno* es una mezcla de acetatos básicos, que se emplea para preparar el agua de vegetal.

Los acetatos de cobre son tambien importantes; el neutro, llamado *cristales de Venus*, se obtiene disolviendo el cardenillo en un exceso de ácido acético y evaporando el líquido para que cristalice. El *cardenillo* es una mezcla de acetatos básicos de cobre. Se prepara en grande colocando capas de orujo entre láminas de cobre unas sobre otras, de modo que resulten alternativamente planchas de cobre y capas de orujo, en cuyo estado se deja durante algunas semanas, y despues se separan las láminas de cobre, se humedecen con agua y se las expone nuevamente al aire. Entónces se las raspa, recogiendo el cardenillo formado, el cuál se coloca en moldes con vinagre, prensando despues la masa. En los países donde no tienen orujo de uva, como en Suecia, emplean telas ó mantas de lana impregnadas de ácido piroleñoso ó vinagre de madera, colocándolas entre láminas de cobre. Vulgarmente se llama tambien *cardenillo* á la capa más ó ménos azulada ó ver-

dosa de que se cubren los objetos de cobre, de latón ó bronce cuando se hallan expuestos á la acción del aire húmedo; dicha capa está constituida por hidrocarbonato de cobre básico.

Ácido valeriánico ó valérico ($C^{10}H^9O^3, HO$).

—Se encuentra este ácido en la raíz de valeriana, y entre los productos de la descomposición del queso en putrefacción y de otras materias orgánicas. Se obtiene destilando la raíz de valeriana con agua, neutralizando el producto con carbonato de sosa, evaporando los líquidos para separar el valerianato de sosa, al cual se añade ácido sulfúrico diluido y se destila de nuevo, recogiendo solamente el líquido oleoso, que es el ácido valeriánico. También se obtiene oxidando el alcohol amílico con una mezcla de bicromato de potasa y ácido sulfúrico. Es un líquido incoloro cuando está puro, y de olor fuerte desagradable á raíz de valeriana. Solamente se emplea en medicina, así como sus sales que son el valerianato de zinc y valerianato de quinina.

Ácidos oléico, margárico y esteárico.—Estos ácidos son los que forman con el óxido glicérico los cuerpos grasos oleína, margarina y estearina (pág. 48.) Se obtienen saponificando con un álcali ó un óxido metálico dichos cuerpos grasos y desalojándolos después por medio de un ácido mineral. El ácido oléico es líquido, el margárico es sólido, fusible á 60° , y el esteárico es también sólido, fusible á 69° . El ácido esteárico se emplea para la fabricación de bujías (pág. 55.)

Acido benzóico ($C^{14}H^5O^3, HO$).—Se obtiene del benjuí, sometiendo esta sustancia á la sublimacion en un aparato compuesto de una vasija de cobre cilíndrica de poca altura, la cual se tapa con un papel de filtro, al traves del cual pasa el ácido y se condensa en un recipiente de carton que se une á la vasija. Tambien puede obtenerse el ácido benzóico, hirviendo el benjuí con agua é hidrato de cal para que se forme benzoato de cal, de cuya sal se separa añadiendo ácido clorhídrico. En la industria le obtienen artificialmente hirviendo las orinas de vacas y caballos con ácido clorhídrico.

El ácido benzóico cristaliza en prismas aciculares, blancos, brillantes y de lustre sedoso; es inodoro cuando se obtiene por precipitacion, pero por sublimacion del benjuí posee un olor aromático debido á la esencia que le acompaña. Es poco soluble en agua y muy soluble en alcohol y éter. Haciendo pasar los vapores de ácido benzóico por un tubo enrojecido se descompone en bencina y ácido carbónico. Se usa en medicina.

ÁCIDOS DIATÓMICOS.

Estos ácidos se derivan de los alcoholes diatómicos ó glicoles, por sustitucion de 2 equivalentes de oxígeno á 2 de hidrógeno, en cuyo caso son ácidos monobásicos, ó por sustitucion de 4 de oxígeno á 4 de hidrógeno, siendo entonces bibásicos.

Los ácidos *diatómicos monobásicos* más interesantes son los siguientes:

Acido láctico ($C^3 H^5 O^3, HO$).—Se encuentra en la leche agria y en varios líquidos animales. Cuando la leche se agria se verifica la fermentación láctica, trasformándose el azúcar de leche por la acción de la caseína en ácido láctico. Se obtiene este ácido exponiendo á una temperatura de 25° á 30° durante diez días una mezcla de leche descremada, azúcar y creta en polvo. El líquido se hierve con objeto de que se coagule la caseína excedente, y se cuela por un lienzo para separar esta sustancia y la creta sobrante; despues se evapora para que cristalice el lactato de cal formado, el cual se disuelve en agua y se descompone por el ácido oxálico. Por la oxidación del propilglicol ha obtenido Wurtz ácido láctico.

El ácido láctico es un líquido incoloro siruposo, de sabor ácido, muy soluble en agua y en alcohol. Se usa, aunque poco, en medicina, así como tambien el lactato ferroso.

Acido cantarídico ($C^{10} H^8 O^6$).—Este ácido no tiene importancia por sí; pero la tiene porque el principio inmediato llamado *cantaridina*, que existe en las cantáridas, se considera como el anhidrido cantarídico.

Acido salicílico ($C^{14} H^5 O^5, HO$).—Se produce este ácido dirigiendo una corriente de ácido carbónico sobre el fenol sódico. Tambien se forma por la acción de la potasa fundida sobre la salicina, y por la oxidación del alcohol salicílico y del aldehido salicílico. Cristaliza

en prismas aciculares muy pequeños, incoloros é inodoros, muy soluble en alcohol y poco en agua. Se usa en medicina, así como tambien los salicilatos de sosa, de amoniaco y de quina. Posee propiedades antisépticas y antipútridas, por lo cual se ha propuesto para conservar el vino, la carne y otras materias alimenticias, pero debe tenerse presente que puede ser nocivo.

Los *ácidos diatómicos bibásicos* más importantes son los siguientes:

Acido oxálico ($C^A O^6, 2 HO$).—Se encuentra este ácido en los tres reinos: en el mineral, sobre algunos lignitos en estado de oxalato de hierro; en el reino vegetal, en las acederas (*rumex*) y acederillas (*oxalis*), en estado de bioxalato de potasa, y en otras plantas en estado de oxalato de cal; en el reino animal, en la orina y cálculos moriformes en estado de oxalato de cal. Puede obtenerse del zumo de las acederas, pero más comunmente se obtiene colocando en un matraz ó retorta 1 parte de azúcar y 8 de ácido nítrico de 40° ; se calienta suavemente hasta que cese el desprendimiento de vapores nitrosos, y despues se evapora el líquido en una cápsula, y se deja para que se formen cristales por enfriamiento. Cristaliza en prismas de cuatro caras oblicuos con apuntamientos; es soluble en agua; y por la accion del ácido sulfúrico en caliente se descompone sin ennegrecerse, produciendo óxido de carbono y ácido carbónico.

El ácido oxálico se emplea en disolucion en agua para limpiar las vasijas de cobre, y para

quitar las manchas de tinta y de hierro en las telas blancas. Se utiliza tambien para decolorar la paja con que se hacen los sombreros, y para destruir los mordientes en las telas pintadas. Debe tenerse presente que el ácido oxálico es venenoso.

Oxalatos.—Tiene uso el bioxalato de potasa ó *sal de acederas*, la cual se puede obtener por clarificación y evaporación del zumo de acederas; ó bien tratando el carbonato de potasa con ácido oxálico en proporción conveniente. Se usa para quitar las manchas de tinta y de hierro y para limpiar metales. El *oxalato amónico* se emplea como reactivo de las sales de cal; y por último, se usa en medicina el *oxalato ferroso* obtenido mezclando dos disoluciones de oxalato neutro de potasa y sulfato ferroso.

Acido succínico ($C^8 H^4 O^6, 2 HO$).—Este ácido existe en el succino, y se obtiene sometiendo esta sustancia á la destilación seca en un aparato compuesto de retorta, alargadera y recipiente (fig. 2.^a). Los cristales que aparecen en el cuello de la retorta y en la alargadera son de ácido succínico impuro, que antiguamente se llamaba *sal volátil de succino*. En el recipiente se encuentran dos líquidos, uno oleoso, que forma la capa superior, que se llama *aceite volátil de succino*, y otro acuoso que forma la capa inferior, y se llama *espíritu volátil de succino*. Estos tres productos se usaban ántes en medicina.

Artificialmente se obtiene el ácido succínico por la acción en caliente del ácido nítrico sobre los ácidos margárico y esteárico.

ÁCIDOS TRIATÓMICOS

Estos ácidos se derivan por oxidacion de los alcoholes triatómicos. Carecen de aplicaciones, siendo el más interesante el ácido málico.

Acido málico ($C^8 H^4 O^8, 2 HO$).—Se encuentra este ácido principalmente en las manzanas y en otros frutos ácidos como las acerolas, serval, grosellas, etc., asociado por lo general con los ácidos cítrico y tártrico. Se obtiene del zumo de las manzanas ó de los frutos agrios del serval, añadiendo acetato de plomo y descomponiendo despues el malato de plomo que se forma por ácido sulfúrico diluido.

ÁCIDOS TETRATÓMICOS

Estos ácidos corresponden á los alcoholes tetratómicos, pero no se han obtenido directamente por la oxidacion de dichos alcoholes. Los más importantes son los siguientes:

Acido gálico ó agállico ($C^{14} H^5 O^9, HO$).—Este ácido se encuentra en las agallas, en el zumaque, y en las hojas de gayuba; se produce por la accion de los ácidos, de los álcalis, del fuego y de los fermentos sobre el ácido tánico. Cristaliza en agujas sedosas, blancas, de sabor astringente, soluble en agua y más en alcohol. Por la accion del fuego se convierte el ácido gálico en *ácido pirogálico ó pirogalol*. Este último se emplea en fotografia para reducir las sales de plata, y se obtiene sometiendo

á la sublimacion el extracto acuoso de agallas: por la accion del fuego se trasforma el ácido tánico de las agallas en ácido gálico y despues éste en pirogálico.

Acido tánico ó tanino ($C^{28} H^8 O^{16}, 2 HO$) (Acido digálico).—Se encuentra este ácido en las agallas de encina y de roble y en el zumaque. Se obtiene colocando las agallas trituradas en el aparato de lixiviacion de Robiquet (fig. 3.^a), y sobre ellas se vierte un volúmen igual de éter acuoso; se tapa imperfectamente la alargadera y se deja hasta el día siguiente, añadiendo otro tanto éter. El líquido que cae á la botella se divide en dos capas, y por medio de un embudo de llave se separa la inferior siruposa y se evapora para obtener el tanino. Se presenta el ácido tánico en polvo ligero, de color amarillento ó verdoso, muy soluble en agua y alcohol, de sabor astringente, y con las sales de hierro forma un precipitado negro azulado. Precipita la jelatina de sus disoluciones y se combina con la dérmis de las pieles formando compuestos imputrescibles, en lo cual está fundado el curtido de las pieles con materias vegetales que contienen tanino.

El ácido tánico se combina con las bases, y forma las sales llamadas *tanatos*, de los cuales el más importante es el tanato férrico, que forma la base de la *tinta negra* de escribir. Esta se prepara con 6 partes de agallas de Alepo, 3 de caparrosa, 3 de goma arábica y 100 de agua; se contunden las agallas y se hierven con el agua por algunos minutos, dejándolo enfriar y

en maceracion hasta el dia siguiente; se cuele el líquido y se añade la goma en polvo ó disuelta en un poco de agua, y por último, se añade la caparrosa previamente disuelta en un poco de agua. Comunmente se añade á la tinta azúcar para que tenga más lustre y algunas gotas de esencia de espliego para evitar que se enmohezca. Tambien se prepara la tinta poniendo en vez de las agallas extracto de campeche, ó mejor una mezcla de agallas y de campeche.

Principios análogos al tanino.—Muchas materias vegetales contienen principios astringentes que poseen propiedades parecidas al tanino de las agallas, tales son el catecú, las cortezas de encina y de roble, el zumaque, hojas de gayuba, corteza de nueces verdes, conos de cipres, etc.

Acido tártrico ($C^8H^4O^{10}, 2HO$).—Se conocen varias modificaciones de este ácido que se distinguen con los nombres de ácido dextrotártico, levotártico, paratártico ó racémico, y ácido tártrico inactivo; pero sólo trataremos del dextrotártico que es el ordinario, y el que existe en las uvas en estado de bitartrato de potasa.

Se obtiene el ácido tártrico del bitartrato de potasa ó crémor tártaro, para lo cual se disuelve esta sal en agua hirviendo, se neutraliza con creta en polvo, y despues se retira del fuego; cuando está frio el líquido, se decanta y se recoge el precipitado de tartrato de cal sobre un lienzo, lavándole con agua. En disolucion que-

da tartrato neutro de potasa soluble, el cual se trata con cloruro de calcio para recoger más tartrato de cal. Una vez obtenido todo el tartrato de cal, se coloca en una caldera de plomo con la suficiente cantidad de agua para formar una papilla, y se añade ácido sulfúrico diluido, exponiendo la mezcla á un calor suave, y agitando continuamente. El ácido sulfúrico forma sulfato de cal casi insoluble en agua, y el ácido tártrico queda libre.

El ácido tártrico cristaliza en prismas romboidales oblicuos con apuntamientos diedros en un sólo extremo; es incoloro, trasparente, de sabor fuertemente ácido, agradable, muy soluble en agua y en alcohol. Echado sobre las ascuas, huele á azúcar quemada. Se usa mucho para preparar bebidas refrescantes, y entra en los polvos de seltz y de seidlitz. En la industria se usa para la pintura de las indianas y para la preparacion del azul de Francia y azul vapor, que se aplica sobre los tejidos de lana, algodón y seda.

Tartratos.—Estas sales se reconocen porque calcinándolas se hinchan y desprenden humos de olor á azúcar quemada, dejando un residuo negro carbonoso. El más importante es el *bitartrato de potasa* ($C^8H^4O^{10}$, HO , KO), ó *crémor de tártrato*, que se encuentra en gran cantidad en las uvas, especialmente ántes de madurar, y en menor proporcion en el vino, del cual se precipita en las tinajas bajo la forma de costras duras, que es lo que se llama *tártaro crudo*; éste contiene, además del bitartrato de

potasa, tartrato de cal, materias colorantes y á veces otros cuerpos extraños. La obtencion del bitartrato de potasa está reducida á purificar el tártaro crudo hirviéndole en grandes calderas con agua y arcilla blanca, y despues con carbon animal, para separar la materia colorante; por enfriamiento cristaliza el crémor en la parte superior. Los cristales son prismas romboidales, incoloros, duros, que rechinan entre los dientes, de sabor ácido terroso, poco solubles en agua fria y más en la caliente, é insolubles en alcohol. Por la calcinacion queda un residuo compuesto de carbon y carbonato de potasa que se llama *flujo negro*; y si se calcina con el doble de su peso de nitro, resulta un polvo blanco constituido por carbonato de potasa que se llama *flujo blanco*.

El crémor de tártaro se emplea para obtener otros tartratos, para la extraccion del ácido tártrico, y preparacion del carbonato de potasa. Se usa mucho como purgante y refrescante; y en las artes se emplea como mordiente.

Otros tartratos se usan en medicina, tales son: el tartrato neutro de potasa ó tártaro soluble, el tartrato bórico-potásico ó crémor soluble, el tartrato de potasa y sosa ó sal de Seignette, el tartrato férrico potásico, y el tartrato antimónico potásico ó tártaro emético. Estos tartratos dobles se obtienen saturando el bitartrato de potasa con los óxidos correspondientes.

Acido cítrico ($C^{12}H^2O^{11}, 3HO$).—Existe este ácido en los limones y además en las ci-

dras, naranjas, grosellas y otros frutos ácidos. Se obtiene del zumo de los limones, el cual se clarifica y despues se neutraliza con carbonato de cal en polvo, para que se forme citrato de cal; esta sal se descompone en vasijas de plomo por medio del ácido sulfúrico diluido que forma sulfato de cal casi insoluble y ácido cítrico. Por último, es necesario purificar el ácido cítrico decolorándole con carbon animal lavado con ácido clorhídrico, y haciéndole cristalizar.

El ácido cítrico cristaliza en prismas romboidales, de sabor agrio agradable, soluble en agua y en alcohol. Por la accion del calor se convierte en ácido aconítico, y si se eleva mucho la temperatura, se forman los ácidos itacónico y citracónico. Se emplea para preparar limonadas refrescantes con agua y azúcar; y para la *limonada seca*, mezclando exactamente una parte de ácido cítrico en polvo, treinta de azúcar y dos gotas de esencia de limón; de una manera análoga preparan los confiteros varios polvos refrescantes, añadiendo algunas gotas de esencia y dándoles diversos colores. En las artes se usa el ácido cítrico para avivar la tinctura roja de cártamo; y tambien se emplea para quitar manchas de hierro y las manchas producidas por los álcalis en las telas rojas.

En el comercio suelen sustituir el ácido cítrico por el tártrico, porque este último es más barato, pero se distingue en que el tártrico, echado en las áscuas, huele á azúcar quemada, y su disolucion precipita con el acetato de potasa.

Citratos. — Estas sales se usan en medicina, especialmente el citrato de magnesia como purgante; y el citrato férrico como tónico reconstituyente. Se obtiene el primero neutralizando el ácido cítrico, disuelto en agua con carbonato de magnesia, y el segundo con hidrato férrico.

CAPITULO XIII.

Apéndice á los ácidos orgánicos. — Compuestos de cianógeno.

Cianógeno ($C^2N = Cy$). — Este cuerpo es un radical compuesto que funciona como un cuerpo simple, á la manera que el cloro. Se obtiene calentando el cianuro mercúrico pulverizado y seco, en una retorta de vidrio que comunica por medio de un tubo con una cuba hidrargiro-neumática. A 300° se descompone el cianuro mercúrico en mercurio y cianógeno, que se recoge en campanas colocadas en la cuba. En la retorta queda un polvo negro llamado *paracianógeno*. El cianógeno es un gas incoloro de olor fuerte, penetrante, que arde con una llama de color purpúreo.

Oxácidos del cianógeno. — El cianógeno forma con el oxígeno tres ácidos que tienen igual composición centesimal, pero propiedades distintas. Estos son el *ácido ciánico* (CyO, HO); el *ácido diciánico* ($Cy^2O^2, 2HO$); y el *ácido triciánico* ó *cianúrico* ($Cy^3O^3, 3HO$). El ácido ciánico forma cianatos, de los cuales son importantes

el cianato de potasa y el cianato amónico. El primero se forma cuando se oxida el cianuro potásico; y el segundo, por doble descomposicion, entre el cianato de potasa y el sulfato amónico.

Fulminatos. — Hace bastante tiempo que se conocen dos cuerpos con el nombre de plata fulminante y mercurio fulminante, á los cuales consideró Liebig constituidos por ácido fulmínico, en combinacion con los óxidos de dichos metales. Se forman cuando se trata la plata ó el mercurio con un exceso de ácido nítrico y alcohol. La preparacion de estos cuerpos es muy peligrosa, habiendo ocurrido muchas desgracias á los preparadores. (Véase mi *Tratado de Química Orgánica*, tomo II, pág. 526, segunda edicion.) El fulminato de mercurio se emplea para cebete de los pistones ó cápsulas fulminantes; y el fulminato de plata, que es más explosible, se emplea para los llamados *garbanzos de pega* ó *petardos*.

Acido cianhídrico ó *ácido prúsico* ($CyH=C^2NH$).—Este cuerpo se produce en la fermentacion de la amigdalina que existe en las almendras amargas y en otras semillas y hojas de ciertas plantas de las rosáceas. Los antiguos alquimistas conocian este terrible veneno, ó por lo ménos sus efectos, puesto que los sacerdotes de Egipto empleaban un preparado de hojas y flores de albérchigo para quitar la vida á los iniciados que quebrantaban el secreto del arte sagrado. En algunos licores, como el noyó y el kirschwasser, que se preparan con semillas

de amigdaléas, se encuentra el ácido prúsico, aunque en cortas cantidades; y en la esencia de almendras amargas se halla en bastante cantidad para hacerla de uso peligroso.

Se obtiene el ácido prúsico por muchos procedimientos: 1.º tratando el cianuro mercúrico por el ácido clorhídrico; 2.º descomponiendo el cianuro potásico por el ácido sulfúrico ó por el ácido clorhídrico; 3.º destilando en el aparato representado por la fig. 2.^a una mezcla de cianuro ferroso potásico, ácido sulfúrico y agua, etc. Este último medio es el más empleado, pero debe advertirse que la obtencion de este cuerpo es muy peligrosa.

El ácido anhidro es un líquido incoloro, de olor fuerte sofocante á esencia de almendras amargas; hierve á 26°; muy soluble en agua y alcohol; arde con una llama blanca con reflejos de color de violeta. El cloro y el bromo le descomponen; y en contacto de la luz se altera con gran facilidad. Aunque esté muy diluido en agua da con el nitrato de plata un precipitado blanco; con una mezcla de sal ferrosa y sal férrica, habiendo añadido ántes algunas gotas de disolucion de potasa, forma un precipitado azul.

El ácido prúsico es el veneno más terrible y el que obra más rapidamente en el organismo, mata al hombre y á los demas animales con la prontitud del rayo sin dejar lesiones aparentes en los tejidos. Sobre las plantas ejerce la misma accion mortal que en los animales, de modo que puede decirse que es el enemigo más declarado de la vida. Basta tocar con una vari

lla de cristal impregnada de ácido prúsico, puro, en la lengua de un perro para que caiga muerto á los pocos momentos; si se le toca en un ojo, la accion es más rápida y muere instantáneamente. El hombre sucumbe igualmente por la accion de este poderoso y enérgico veneno, pues bastan 5 centígramos si se ingiere en el estómago. Si se respiran sus vapores ó si cae una gota en la piel, sus efectos son tambien terribles, pues si es anhidro y puro, desorganiza el tejido y es absorbido, produciendo su accion tóxica; y en prueba de esto, tenemos el caso citado por Berzelius, de la muerte de un químico por una gota de ácido prúsico que le cayó en el brazo.

La medicina hace uso del ácido cianhídrico muy diluido en agua y á dosis muy cortas.

Cianuros.—Son combinaciones del cianógeno con los metales, y muchos se obtienen por la accion del ácido cianhídrico sobre los óxidos metálicos. Los cianuros alcalinos y alcalino-térreos son solubles en agua, y los demas son insolubles, excepto el de mercurio. Los solubles dan con el nitrato de plata un precipitado blanco de cianuro de plata, el cual se descompone por la accion del calor y produce cianógeno. Con una mezcla de sal ferrosa y férrica dan un precipitado azul; y por la accion de un ácido mineral producen ácido cianhídrico.

El más importante es el *cianuro potásico* (*CyK*), que se obtiene calcinando hasta el rojo el cianuro doble ferroso potásico desecado; en este caso, el cianuro potásico queda sin descom-

poner, y el cianuro ferroso se descompone con formacion de carburo de hierro y desprendimiento de nitrógeno. Tambien se obtiene haciendo llegar ácido cianhídrico á una disolucion de potasa pura en alcohol. Es blanco, cristallizable en cubos, de sabor acre amargo, y muy venenoso. Se disuelve mucho en agua, y en contacto del aire atmosférico se delicuesce y desprende ácido prúsico. Se emplea el cianuro potásico para preparar los baños en el dorado y plateado galvánico, y en fotografia, pero debe tenerse mucho cuidado en el manejo de este cuerpo porque es muy venenoso. Por esta razon no debe emplearse, como hacen algunos, para quitar las manchas de nitrato de plata en la piel, pues fácilmente puede ser absorbido por alguna heridita y producir efectos tóxicos.

Otros cianuros tienen algun uso en medicina, y el *cianuro aurico-potásico* se usa para el dorado galvánico; éste se prepara tratando una disolucion en agua de cloruro de oro con otra en exceso de cianuro potásico.

Cianuros dobles.—Estos cuerpos resultan de la combinacion de los cianuros simples entre sí, siendo los más importantes los formados por el cianuro ferroso y el cianuro férrico. Muchos químicos no los consideran como cianuros dobles, sino como compuestos del radical *ferrocianógeno*, en los que entra el cianuro ferroso, y del radical *ferricianógeno* los formados por el cianuro férrico. Los más importantes son los siguientes:

Cianuro ferroso-potásico ó ferrocianuro po-

tásico ($CyFe, 2 CyK + 3 HO$). — Este cuerpo, llamado también *cianuro amarillo* y *prusiato amarillo*, se obtiene en las fábricas calcinando en vasijas de hierro con carbonato de potasa varias materias animales, como sangre y carne desecadas, desperdicios de los mataderos, etc., añadiendo á la mezcla limaduras de hierro. Cuando la masa está fundida se traslada á otra vasija y se lixivia con agua caliente, evaporando despues los líquidos, para que cristalice el cianuro ferroso-potásico. En el dia se sigue otro procedimiento más económico debido á Desfosses, que consiste en hacer llegar nitrógeno fuertemente calentado á una mezcla de carbon y carbonato de potasa. Se forma cianuro potásico primero, y despues se calienta con hierro oligisto, lixivando la masa con agua, como se ha dicho en el procedimiento anterior. En pequeño se puede obtener hirviendo con agua una mezcla de azul de Prusia y potasa cáustica ó carbonato de potasa; se filtra para separar el óxido férrico, y por evaporacion, se obtiene cristales de cianuro ferroso-potásico. En el comercio se encuentra en grandes cristales tubulares agrupados, de color amarillo.

El cianuro ferroso-potásico se emplea para preparar otros cianuros, y como reactivo de varias sales, especialmente de las férricas y cúpricas. En las artes se hace gran consumo del cianuro amarillo para preparar con las sales de hierro la tintura azul para el teñido de los paños y telas.

Cianuro ferroso-férrico ó ferrocianuro fér-

rico. 3 ($Cy\ Fe$), 2 ($Cy^3\ Fe^2$). Este cuerpo, llamado más comunmente *azul de Prusia*, se obtiene tratando una disolucion de una sal férrica por otra de cianuro ferroso-potásico, en cuyo caso se forma un precipitado azul, que se recoge, se lava y se seca. En las fábricas se obtiene tratando el sulfato ferroso ó caparrosa por el cianuro ferroso-potásico ó prusiato amarillo: se forma un precipitado blanco verdoso, que despues se trasforma en azul de Prusia por la accion del ácido nítrico ó del cloro.

El azul de Prusia del comercio se presenta en pedazos terminados por caras, de color azul oscuro con reflejos cobrizos; es insoluble en agua, pero por la adicion del cianuro ferroso-potásico se disuelve algo, formándose *azul de Prusia soluble*. Es insípido y no es venenoso. En una disolucion acuosa de ácido oxálico se disuelve, formando un líquido que sirve como *tinta azul*. El ácido sulfúrico concentrado forma con el azul de Prusia, una masa blanca, y si se vierte agua sobre ella, resulta un líquido azul.

El azul de Prusia se usa mucho para teñir las telas, para pintar papel y para la pintura en general. En el comercio distinguen varias especies con los nombres de *azul de Berlin*, *azul de París*, *azul oscuro*, etc.

Cianuro férrico-potásico ó *ferricianuro potásico* ($Cy^3\ Fe^2$, 3 $Cy\ K$).—Este cuerpo, llamado *cianuro rojo*, se obtiene haciendo llegar una corriente de cloro lavado á una disolucion acuosa de cianuro ferroso-potásico, hasta que cambie el color amarillo en rojizo oscuro, y no

precipite el líquido con una sal férrica. Por evaporacion del líquido se obtienen cristales romboidales oblicuos, de color rojo. Es soluble en agua, y con las sales ferrosas da un precipitado azul.

El cianuro rojo se emplea como reactivo de las sales ferrosas. En las artes se usa mucho para preparar, con una sal ferrosa, el color llamado azul de Turnbull. En las fábricas de Indianas se usa el cianuro rojo para decolorar el azul, la cochinilla y las lacas, con el objeto de hacer dibujos blancos sobre los fondos teñidos con dichas materias.

Cianuro férrico-ferroso ó azul de Turnbull ($Cy^5Fe^2, 3 CyFe$).—Se obtiene vertiendo una disolucion de cianuro rojo sobre otra de sulfato ferroso. Resulta un cuerpo azul que no es idéntico en su composicion al azul de Prusia, pero que se emplea lo mismo en la pintura.

Nitroprusiatis.—Estos compuestos se forman tratando los ferrocianuros con ácido nítrico. El más importante es el *nitroprusiato de rosa*, que se emplea como reactivo para descubrir pequeñas cantidades de azufre en estado de sulfuro alcalino.

Platinocianuros.—Estos cuerpos son cianuros dobles formados por la combinacion del cianuro platínico con otros cianuros. Carecen de aplicaciones, pero son notables por sus cristalizaciones y colores, lo cual ha hecho decir con razon, que son los compuestos más bellos de la química (1).

Sulfocianuros.—El radical hipotético *sulfo-*

cianógeno ($Cy S^2$) forma con los metales los compuestos llamados sulfocianuros, que algunos químicos llaman sulfocianatos. El más importante es el *sulfocianuro potásico* ($Cy S^2, K$), que se obtiene fundiendo en un crisol de barro una mezcla de 46 partes de cianuro ferroso-potásico seco, 17 de carbonato de potasa desecado y 32 de flor de azufre. Después de fría la masa se lixivia con agua hirviendo, se filtra el líquido y se evapora á sequedad. Cristaliza en prismas largos, estriados é incoloros; es delicuescente, muy soluble en agua y en alcohol. Es un cuerpo muy venenoso. Con las sales férricas, por corta que sea la cantidad que haya en un líquido, produce una coloracion roja, por lo cual se emplea como un precioso reactivo para descubrir el hierro en estado de sal férrica.

Ente los sulfocianuros debemos hacer mencion del *sulfocianuro mercurico y sulfocianuro mercurioso*, con los cuales preparan los juguetes llamados *culebras de Faraon*. Dichos cuerpos tienen la propiedad notable, cuando se que man, de aumentar considerablemente de volumen, resultando una cosa parecida á una culebra en la forma y en el color. Se preparan tratando una disolucion de nitrato mercurico é mercurioso con otra de sulfocianuro potásico; se forma un precipitado blanco, el cual, después de lavado, se divide en pedacitos y se seca.

(1) En la Exposicion universal de París de 1878 (seccion francesa) vi una coleccion de platinocianuros que llamaban la atencion por sus grandes y hermosos cristales de variados colores.

Tambien pueden prepararse mezclando 1 parte de azufre, 6 de cianuro mercurico y algunas gotas de agua. Las autoridades debian prohibir la venta de estos juguetes, porque están formados por una sustancia venenosa, y los vapores que desprenden al quemarse son tambien peligrosos, pudiendo ocurrir accidentes graves á los niños que se divierten con ellos.

CAPÍTULO XIV.

Alcalóides ó álcalis orgánicos.

Se llaman alcalóides los compuestos orgánicos nitrogenados que neutralizan á los ácidos para formar sales á la manera que el amoniaco. Existen muchos formados naturalmente en las plantas, que son los primeros que se conocieron, pero hay otros que resultan por reacciones diversas sobre las sustancias orgánicas y de aquí la division de estos cuerpos en *alcalóides naturales y alcalóides artificiales*.

Los *alcalóides naturales* están formados de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, si bien hay algunos, como la cicutina y nicotina, que no contienen oxígeno. En un principio se les consideró como óxidos de un radical orgánico, cuya opinion se abandonó porque no tiene fundamento. Berzelius los ha considerado como amoniacos copulados, es decir, formados por amoniaco unido á un grupo molecular que hace las veces de cópula. Fundábase el insigne químico sueco para opinar de esta manera, en las

grandes analogías que existen entre el amoniaco y los alcalóides en sus funciones químicas. Modernamente se les considera constituidos del mismo modo que los alcalóides artificiales, esto es, como amoniacos en los que uno ó más equivalentes de hidrógeno se hallan reemplazados por igual número de equivalentes de un radical orgánico electro-positivo.

Propiedades generales.—Los alcalóides naturales que no contienen oxígeno son líquidos y volátiles y se parecen mucho á los alcalóides artificiales. Los alcalóides oxigenados son sólidos, incoloros y cristalizables. Por lo general los alcalóides poseen un sabor muy amargo y muchos son venenosos. Algunos se disuelven en agua, pero la mayor parte son insolubles ó poco solubles. En alcohol y en éter se disuelven la mayor parte, si bien algunos son insolubles. Los alcalóides enverdecen las tinturas azules de los vegetales y saturan á los ácidos para formar sales, habiendo algunos, como la estriknina, que son tan enérgicos que desalojan al amoniaco de sus combinaciones.

Obtención.—Los alcalóides naturales existen en varias plantas combinados con ácidos orgánicos. Para obtenerlos se pueden dar tres procedimientos generales que corresponden á los tres grupos en que se dividen los alcalóides para este objeto, que son: 1.º alcalóides sólidos é insolubles en agua; 2.º alcalóides sólidos y solubles en agua; y 3.º alcalóides líquidos y volátiles. Los del primer grupo se obtienen tratando la parte vegetal ó producto orgánico con

un disolvente que puede ser agua sola, agua acidulada ó alcohol; los líquidos se filtran y se les añade un álcali ó un carbonato alcalino que produce la precipitación del alcalóide; y por último se purifica éste. El procedimiento para obtener los alcalóides sólidos y solubles consiste en tratar la parte orgánica con agua sola ó acidulada, filtrar y evaporar, añadiendo al líquido potasa y éter para que quede libre el alcalóide y se disuelva en el éter; la disolución etérea se evapora y resulta el alcalóide. Los alcalóides líquidos se obtienen de este modo: se destila la parte vegetal con una disolución de potasa cáustica; se satura el líquido destilado con ácido sulfúrico diluido y se evapora hasta sequedad; el producto se trata con alcohol, y la solución se evapora después; al residuo se añade una mezcla de potasa, alcohol y éter, á fin de que el alcalóide quede libre en disolución en el éter y alcohol; y por evaporación resulta al fin el alcalóide.

ALCALÓIDES DE LAS RUBIÁCEAS.

Los principales alcalóides de las plantas de esta familia son la *quinina* y *cinchonina* que existen en las quinas, la *emetina* en la ipecacuana y la *cafeína* en el café. Indicaremos brevemente sus propiedades y obtención.

Quinina ($C^{40} H^{24} N^2 O^4$).—Puede obtenerse directamente de las quinas, pero como se prepara en las fábricas el sulfato de quinina en grandes cantidades, se emplea esta sal para ob-

tener el alcalóide puro. Para esto se disuelve el sulfato de quinina en agua ligeramente acidulada con ácido sulfúrico y se añade amoniaco que forma un precipitado de quinina, blanco y amorfo. La quinina tiene un sabor muy amargo, es casi insoluble en alcohol, en éter y cloroformo. La quinina y sus sales se reconocen fácilmente por la reaccion siguiente: disuelta en agua acidulada con ácido sulfúrico, y añadiendo á esta disolucion sucesivamente agua de cloro en exceso y algunas gotas de amoniaco, toma una coloracion verde esmeralda. Otra reaccion característica de la quinina consiste en tratar la disolucion con agua de cloro en exceso, añadiendo en seguida algunas gotas de ferrocianuro potásico y de amoniaco; aparece en este caso una coloracion rojo-vinosa, que al cabo de algun tiempo pasa á verde.

La quinina es el primer febrífugo que se conoce, pero no se emplea libre, sino en estado salino, especialmente en el de sulfato de quinina.

Sales de quinina.—La sal más importante es el *sulfato de quinina*, que se obtiene de la manera siguiente: Se hace una decoccion de la quina con agua acidulada con ácido clorhídrico, repitiendo con el residuo hasta una tercera decoccion. Los líquidos se reunen, se concentran y se tratan con carbonato de sosa. Se agita el líquido, y despues del reposo se forma un depósito que se recoge sobre un lienzo, se exprime y se deseca. El precipitado desecado se trata con cuatro veces su peso de alcohol de

86° en baño de maría, repitiendo estos tratamientos hasta cinco ó seis veces. Los líquidos que quedan de las destilaciones se neutralizan con ácido sulfúrico diluido y se filtran, evaporando convenientemente para obtener cristales de sulfato de quinina impuro. Este se purifica disolviéndole en agua caliente con carbon animal y haciéndole cristalizar.

Se presenta en agujas blancas, sedosas, ligeras y flexibles, de sabor fuertemente amargo, muy poco soluble en agua fría, pero por la adición de unas gotas de ácido sulfúrico se disuelve en el agua, tomando un viso azulado, y formándose en este caso *sulfato ácido*. Es un medicamento precioso contra las intermitentes.

El *valerianato de quinina* también se usa en medicina. Se prepara disolviendo la quinina recién precipitada en alcohol y añadiendo ácido valeriánico hasta que se sature. Después se agrega un volumen doble de agua y se deja que se formen cristales por evaporación espontánea.

Cinconina ($C^{40} H^{24} N^2 O^2$).—Se obtiene lo mismo que la quinina, precipitando por el amoníaco el sulfato de cinconina. Se distingue de la quinina en que es casi insoluble en éter y en alcohol débil, y además, porque no da la coloración verde que la quinina con el agua de cloro y amoníaco. Forma sales como la quinina, que son febrífugas, pero en menor grado.

Cafeína ó teína ($C^{16} H^{10} N^4 O^4$).—Este alcaloide se encuentra en el café, en el té y en la guarana ó paulinia. Uno de los procedimientos

de obtencion es como sigue: hacer decocciones de café ó té; precipitarlas por subacetato de plomo, filtrar el líquido, haciendo pasar despues una corriente de hidrógeno sulfurado para precipitar el exceso de sal plúmbica; filtrar de nuevo, y evaporar hasta 20° Beaumé para obtener cristales de cafeína.

Cristaliza en prismas aciculares, muy delgados y largos, blancos, sedosos y agrupados en forma de estrellas: fusible á 178°, y volátil á 184°, sublimándose en agujas; soluble en agua, alcohol y éter. Es una base muy débil.

ALCALÓIDES DE LAS PAPAVERÁCEAS.

Los alcalóides más importantes de esta familia son la *morfina*, *codeína*, *narcotina* y *narceína*, que existen en el opio. El *opio* es un jugo contenido en los vasos laticíferos de los frutos de la adormidera, que se obtiene por incisiones en los mismos y se concreta por el contacto del aire. La composicion del opio es muy compleja y su análisis inmediata una de las operaciones más difíciles y delicadas. Además de los alcalóides citados contiene otros y varios principios.

Morfina ($C^{54}H^{49}NO^6$).—Este alcalóide corresponde al grupo de los sólidos é insolubles, de modo que el procedimiento de obtencion comprende tres períodos: 1.º tratamiento del opio con agua ó con alcohol para disolver el meconato de morfina que se encuentra en el opio;

2.º adición de amoníaco ó un carbonato alcalino á los líquidos resultantes para precipitar la morfina; y 3.º purificación de la misma formando primero una sal con ácido clorhídrico, descomponiéndola después por amoníaco y decolorando por último la morfina con carbon animal.

La morfina cristaliza en prismas incoloros, de sabor muy amargo, casi insoluble en agua; soluble en 40 partes de alcohol en frío y en 30 hirviendo. Con el ácido nítrico toma un color rojo; y en contacto de una sal férrica un color azul. Es un veneno narcótico, que se usa en medicina á dosis muy cortas en estado de sal.

Sales de morfina.—Se usan en medicina á dosis muy cortas el cloruro, acetato, sulfato, etc. Se obtienen estas sales saturando la morfina con los ácidos diluidos en agua.

Narcotina.—Puede obtenerse directamente del opio, pero generalmente se extrae de los residuos de la obtención de la morfina, tratándolos con éter y evaporando después las disoluciones etéreas. Cristaliza en prismas, es insoluble en agua y soluble en éter.

Codeína.—Se obtiene de las aguas madres de donde se ha precipitado la morfina por el amoníaco, evaporando los líquidos y precipitando con potasa la codeína.

Narceína.—Se obtiene de las aguas madres incristalizables de donde se han separado los cloruros de morfina y codeína en la obtención de estos alcalóides por el procedimiento de Gregory.

ALCALÓIDES DE LAS ESTRÍCNEAS.

Estos alcalóides son venenos terribles. La *estrichina*, *brucina* é *igasurina*. se encuentran en la nuez vómica, en las habas de San Ignacio, en la angostura falsa y en el leño colubrinio. Además hay otro alcalóide llamado *curarina* en el curare.

Estrichina ($C^{42} H^{22} N^2 O^4$). Se obtiene de las semillas de nuez vómica, limándolas con una escofina é hirviendo el polvo resultante con agua acidulada con ácido sulfúrico; los líquidos se tratan con una lechada de cal, y el precipitado que se forma, con ácido nítrico diluido, evaporando convenientemente para obtener cristales de nitrato de estrichina, el cual se purifica con carbon animal y se descompone por el amoniaco para precipitar la estrichina. Cristaliza en octaedros, es incolora, de sabor muy amargo, casi insoluble en agua y en éter, y poco soluble en alcohol. Triturando en un vidrio de reloj un poco de estrichina con bióxido de plomo y unas gotas de ácido sulfúrico que contengan un décimo de ácido nítrico, toma un color azul que desaparece rápidamente, pasando al violado, despues al rojo, y por último amarillento. Es muy venenosa, y como contraveneno se usa el ioduro potásico iodurado ó la infusion de agallas. El *sulfato de estrincina* se emplea en medicina, preparándole por saturacion de la estrichina con ácido sulfúrico diluido.

Brucina.—Existe en la nuez vómica, en las

habas de San Ignacio y en la falsa angostura. Se obtiene del nitrato que queda en las aguas madres al cristalizar el de estricnina por el procedimiento dicho ántes; se precipita con una lechada de cal, y el precipitado se purifica por tratamiento con alcohol hirviendo. Cristaliza en prismas romboidales, es poco soluble en agua, insoluble en éter, y muy soluble en alcohol. El ácido sulfúrico produce un color de rosa con la brucina, y el ácido nítrico la hace tomar color rojo. Es más venenosa que la estricnina.

Igasurina.—Se encuentra en las aguas madres de donde se ha precipitado la estricnina y la brucina por la cal á la temperatura de la ebullicion.

Curarina.—Existe este alcalóide en el *curare*, sustancia que emplean para envenenar las flechas los salvajes de los países próximos al Orinoco, Rio Negro y Amazonas. Segun Humboldt, el *curare* es un extracto de una planta venenosa, que Martius cree sea el *Strycnos guianensis*, y Richard el *Strycnos toxicaria*.

ALCALÓIDES DE LAS SOLANÁCEAS.

Muchas plantas de esta familia son venenosas y narcóticas, cuya propiedad la deben á los alcalóides que contienen. En la belladona se encuentra la *atropina*, en los solanos la *solanina*; en los beleños la *hiosciamina*; en el estramonio la *estramonina*, y en el tabaco la *nicotina*.

Atropina ($C^{34} H^{23} NO^6$).—Se obtiene tratando el zumo de la belladona ó una infusion de

hojas de esta planta con ácido tánico, que forma un precipitado de tanato de atropina, el cual se tritura con hidrato de potasa y éter: por evaporacion de la solucion etérea resulta la atropina. Cristaliza en agujas blancas, de sabor amargo y acre, poco soluble en agua, y soluble en alcohol y éter. Es un veneno violento, y produce gran dilatacion en la pupila. Como contraveneno se usa una disolucion de tanino.

El *sulfato de atropina* se usa en medicina y se obtiene saturando la atropina con ácido sulfúrico diluido.

Nicotina ($C^{10} H^{14} N^2$).—Este alcalóide no contiene oxígeno y se presenta en estado líquido. Es muy venenoso y tiene un olor fuerte viroso; se obtiene del tabaco por el procedimiento de los alcalóides líquidos y volátiles: dicho en la pág. 85. La accion tóxica de la nicotina nos explica los efectos del tabaco en los fumadores, especialmente en los que no están habituados.

ALCALÓIDES DE DIVERSAS FAMILIAS.

Veratrina ($C^{64} H^{50} N^2 O^{18}$).—Se encuentra este alcalóide en la cebadilla y en el eléboro blanco de la familia de las colchicáceas. Cristaliza en prismas romboidales, incolora, de sabor acre, y produce violentos estornudos; insoluble en agua y soluble en alcohol y éter. Es un veneno violento.

Además de la veratrina hay otros alcalóides en las colchicáceas, que son: la *sabadilina*

que se halla en la cebadilla; la *colchicina* en el cólchico de otoño; y la *yerbina* en el eléboro blanco.

Aconitina ($C^{34} H^{40} NO^{20}$). — Se encuentra en el acónito, planta de la familia de las ranunculáceas. Se obtiene tratando [el extracto alcohólico de acónito con agua acidulada, y precipitando con amoniaco el alcalóide, el cual se purifica despues. Es un polvo blanco de sabor muy amargo y muy venenoso.

Delfina. — Se halla en las semillas de estafisagria, de la familia de las ranunculáceas.

Cicutina ó conina ($C^{16} H^{15} N$). Este alcalóide es líquido como la nicotina y no contiene oxígeno. Existe en la cicuta de la familia de las umbeladas; y se obtiene por el procedimiento de los alcalóides líquidos y volátiles, dicho en la pág. 85. Es un veneno narcótico que actúa con gran rapidez.

Además de la cicutiña se encuentra en la cicuta otro alcalóide llamado *conhidrina*.

Eserina. — Este alcalóide se obtiene del haba del calabar, y es notable porque produce el efecto contrario que la atropina, pues contrae considerablemente la pupila, de lo cual sacan gran partido los oculistas.

ALCALÓIDES ARTIFICIALES.

El número de estos cuerpos es considerable, y su estudio ofrece gran interes en la química general y tambien por sus aplicaciones, siendo prueba de esto último las hermosas materias colorantes derivadas del alcalóide artificial ani-

ina. Unverdorben fué el primero que llamó la atención en 1826 acerca de las bases volátiles contenidas en el aceite animal de Dippel, que es un producto de la destilacion seca de ciertas materias animales. Runge tambien encontró bases orgánicas en el aceite de las breas del carbon de piedra; Woelher obtuvo un cuerpo igual á la *urée* que existe en las orinas, combinando el ácido ciánico con amoniaco; Liebig en 1834 descubrió tres alcalóides, la *melamina*, *amelina* y *amelida*. Despues se descubrió la *thiosinamina* y *sinamina*; en 1840 Fritzsche obtuvo otro alcalóide artificial destilando el añil con la potasa cáustica, al cual llamó *anilina*, y se vió que era igual al *kianol* encontrado por Runge en las breas de hulla; y por último, en 1842 Gerhardt obtuvo un nuevo alcalóide, la *quinoleina*. Pero todos estos descubrimientos eran hechos aislados, hasta que Zinin en 1842 dió un método general de obtencion de alcalóides artificiales; y despues Hoffmann, Wurtz y P. Thenard dieron nuevos procedimientos generales, de los cuales haremos una breve indicacion.

El método de Zinin consiste en tratar ciertos carburos de hidrógeno con ácido nítrico, por cuya accion se combina un equivalente de hidrógeno del carburo con otro de oxígeno del ácido, quedando reducido éste á ácido hiponítrico que sustituye al hidrógeno separado. Resulta así un compuesto nitrado que por la accion del hidrógeno sulfurado ó del sulhidrato amónico, se forma un alcalóide artificial. Así

obtuvo la anilina, naftalidina, toluidina, etc.

Wurtz en 1849 publicó un importante trabajo sobre los alcalóides artificiales, á los cuales dió el nombre de *amoniacos compuestos*, supo-

niéndolos derivados del tipo amoniaco $\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix} \bigg\} N$,

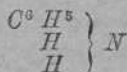
por sustitucion del hidrógeno con los radicales alcohólicos etilo, metilo, amilo, etc. Estos cuerpos los obtuvo Wurtz destilando los éteres ciánicos con potasa.

En 1850 Hoffmann obtuvo los mismos amoniacos compuestos, poniendo una disolucion alcohólica de amoniaco en contacto con los bromuros ó ioduros de radicales alcohólicos (éteres bromhídricos ó iodhídricos), en tubos cerrados á la lámpara y colocados en un aparato especial á la temperatura de 100°. De esta manera resultan primero bromurós ó iodurós de los alcalóides, los cuales se separan destilando dichos compuestos con potasa.

A los amoniacos compuestos ó alcalóides artificiales, correspondientes al amoniaco, se les da el nombre de *aminas*; tales son la etilamina, metilamina, propilamina, amilamina, fenilamina, etc.

De la misma manera que resultan alcalóides artificiales derivados del amoniaco, pueden tambien formarse alcalóides por sustituciones análogas en el hidrógeno fosforado, hidrógeno arseniado é hidrógeno antimoniado, recibiendo estos últimos, respectivamente, los nombres de *fosfinas*, *arsinas* y *estibinas*.

ANILINA Ó FENILAMINA.



Este es el alcalóide artificial más importante por las materias colorantes que con él se obtienen. Se prepara en grande en las fábricas, convirtiendo la bencina en nitrobencina por medio del ácido nítrico, para cuyo objeto se emplean las bencinas obtenidas por destilación de la brea de hulla y de los aceites minerales. Después se reduce la nitrobencina con limaduras de hierro y ácido acético.

La anilina es un líquido incoloro cuando está puro, de olor desagradable y sabor acre. Es venenosa. Por la acción de ciertos cuerpos, da lugar la anilina á varias materias colorantes que se usan mucho para teñir las telas.

Colores de anilina.—La anilina que se emplea para la obtención de las materias colorantes, es impura y es más bien una mezcla de anilina, toluidina y pseudotoluidina, lo cual se conoce en la industria con el nombre de aceite de anilina. Los colores de anilina son la *fuchsina* ó *rojo de anilina*, que se obtiene por la acción del cloruro de estaño, de sales férricas, del ácido arsénico y otros reactivos sobre la anilina; el *color violeta*, que resulta del tratamiento del acetato de anilina por oxidantes enérgicos; el *violeta imperial*, que se prepara calentando la anilina con la fuchsina; los *verdes de anilina*; los colores *amarillos* y *anaranja-*

dos; el negro de anilina, etc. (Véase mi *Tratado de Química Orgánica*, pág. 43, tom. II, segunda edicion.)

CAPITULO XV.

Sustancias neutras.

Tomando por tipo de los cuerpos comprendidos en este grupo al azúcar de caña (*sacharum*) podemos darles el nombre de *principios sacarídeos*. Son principios inmediatos, compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, que no posean propiedades ácidas ni básicas bien marcadas, y que por lo general contienen el hidrógeno y el oxígeno en las proporciones para formar agua. Por esta última circunstancia se han llamado *hidratos de carbono*. En el día se consideran algunos de estos cuerpos como alcoholes; y otros como derivados de alcoholes, así la *eritríta* se considera como alcohol tetratómico; la *pinita* y *quercita* como alcohol pentatómico; la *manita*, *dulcita* y *sorbita* como alcoholes exatómicos; las *glucosas* como aldehidos de un alcohol exatómico; las *sacarosas* como alcoholes poliglucósidos; las *glucósidas* como éteres de las glucosas, las *materias amiláceas*, *gomas* y *celulosa* como anhídridos poliglucósidos.

La clasificacion que adoptamos para el estudio de las sustancias neutras es la siguiente: 1.º *Azúcares*; 2.º *Glucósidas*; 3.º *Sustancias amiláceas ó Féculas*; 4.º *Gomas y Mucilagos*; 5.º *Pectina* y sus derivados; y 6.º *Celulosa*.

AZÚCARES.

Entendemos por azúcares las sustancias neutras susceptibles de experimentar directa ó indirectamente la fermentacion alcohólica; es decir, de trasformarse por la accion de los fermentos en alcohol y ácido carbónico. Hé aquí el cuadro de la clasificacion de los azúcares:

CLASES.	ESPECIES.	VARIEDADES.
1.ª CLASE. Azúcares propios mente dichos.	Azúcar de caña $C^{12} H^{14} O^{11}$ (sacarosa).....	De caña, remolacha, sorgho, arce, palmera, maíz, zanahoria, y de varios frutos no ácidos.
	Azúcar de uva $C^{12} H^{12} O^{12} + 2HO$ (glucosa)...	De uva, de frutos ácidos, de miel, de diabetes, de fécula y de leñoso.
	Azúcar incristalizable $C^{12} H^{12} O^{12}$ (levulosa).....	Procedente de la inversion del azúcar de caña por los ácidos, y la contenida en la miel y en los frutos.
	Azúcar de leche $C^{24} H^{24} O^{24}$ (lactosa).....	Variedad única.
	ESPECIES MENOS IMPORTANTES.	
	Melitosa $C^{24} H^{22} O^{22}$	
	Trehalosa "	
	Melezitosa "	
	Sinantrosa. "	
2.ª CLASE.	(Sorbina $C^{12} H^{12} O^{12}$	
	Eucalina "	
	Inosita "	
3.ª CLASE.	(Manita, Dulcita ó Melampirita, Sorbita $C^{12} H^{14} O^{12}$	
	Pinita, Quercita $(C^{12} H^{12} O^{10})$	
	Ficita ó Eritrita $(C^8 H^{10} O^8)$	

En el día las palabras glucosa y sacarosa se emplean para designar grupos de principios azucarados que tienen entre sí la mayor analogía tomando por tipo al azúcar de uva de las *glucosas* y al azúcar de caña de las *sacarosas*.

Azúcar de caña ($C^{12} H^{11} O^{11}$).—Se obtiene de la caña de azúcar, de la remolacha, del sorgho, de las palmeras y de los arces, pero principalmente de la caña de azúcar y de la remolacha. Se exprimen las cañas de azúcar para extraer el zumo en molinos compuestos de tres cilindros; el zumo que se obtiene se llama *vesou*, y las cañas esprimidas *bagazo*. El zumo se clarifica calentándole con un poco de cal; después se evapora en otra caldera hasta consistencia de jarabe, y se deja cristalizar en toneles de madera. Por unos agujeros que tienen los toneles en el fondo sale un líquido espeso incristalizable, llamado *melaza*.

El azúcar que se obtiene en la primera cristalización es muy moreno, y se llama *azúcar mascabado*: se purifica ó refina decolorándole con carbon animal y albúmina, y haciéndole cristalizar. El azúcar purificado en vasijas cónicas resulta en forma de cono, y es lo que se llama *azúcar de pilon*. El *azúcar piedra* ó *cande* es el azúcar cristalizado; se obtiene evaporando una disolución hasta 38° , y dejándola cristalizar.

El azúcar cristaliza en prismas romboidales oblicuos, fosforece en la oscuridad por el choque, muy soluble en agua, é insoluble en éter y alcohol anhidro; se funde á 160° , y por enfriamiento se convierte en una masa amorfa llama-

da *azúcar fundido*, que son los caramelos de los confiteros. A 215° se convierte en una materia parda llamada caramelo por los químicos el cual está compuesto de caramelana, caramelena y caramelina. Por la acción de los ácidos diluidos se convierte en azúcar invertido, que es una mezcla de partes iguales de glucosa y levulosa. Por la acción de los fermentos experimenta la misma transformación, y después pasa á alcohol y ácido carbónico. El ácido nítrico concentrado transforma el azúcar en ácido oxálico. El azúcar de caña reduce las sales de cobre, excepto el tartrato cúprico-potásico, en lo cual se diferencia de la glucosa. Con las bases forma sacaratos, de los cuales el más notable es el *sacarato de cal*, que se obtiene triturando el azúcar con una lechada de cal y filtrando después el líquido.

Azúcar de uva ó glucosa ($C^{12} H^{12} O^{12} + 2HO$). — Se obtiene del zumo de las uvas albillas, añadiéndole un poco de creta para que sature los ácidos, y clarificando con un poco de albúmina: se filtra, se concentra bastante y se deja que se formen cristales, que se purifican lavándolos con alcohol de 90° . Cristaliza formando masas mamelonares; es ménos dulce que la sacarosa y ménos soluble en agua; soluble en alcohol débil. El ácido sulfúrico concentrado forma ácido sulfoglucósico. El ácido nítrico forma ácido oxálico. La potasa y la sosa la hacen tomar color pardo, y se forman los ácidos glúsico y melásico. Por los fermentos experimenta la fermentación alcohólica. La glucosa reduce

todas las sales de cobre, incluso el tartrato cúprico-potásico. Se combina con el óxido de plomo, cal, barita, etc., formando glucosatos.

La glucosa puede obtenerse también de la miel, tratándola con una corta cantidad de alcohol de 90° en frío, que disuelve el azúcar incristalizable y no la glucosa. En la industria se prepara la glucosa por la acción en caliente del ácido sulfúrico diluido sobre el almidón; primero se convierte el almidón en dextrina, y después fija 2 equivalentes de agua y pasa a glucosa. Por último, en la orina de los individuos que padecen la diabetes, existe cierta cantidad de glucosa.

Para determinar la cantidad de glucosa que existe en un líquido, se emplea el reactivo de Fehling ó el de Barreswill, que están constituidos por tartrato cúprico-potásico. (1)

Azúcar incristalizable ó levulosa ($C^{12}H^{12}O^{12}$).

—Esta especie de azúcar se distingue del azúcar de caña y de la glucosa, en que no cristaliza y en que desvía fuertemente el plano de polarización de la luz a la izquierda, por cuya razón se llama levulosa. Existe naturalmente en los frutos maduros ácidos, formando en unión de la glucosa el azúcar invertido, y se

(1) En mi práctica empleo un líquido cupro-potásico preparado con las sustancias siguientes: crémor de tártaro, 16 gramos; sulfato de cobre, 4 gramos; potasa cáustica, 30 gramos; agua destilada, 80 gramos. Para los análisis cuantitativos se gradúa previamente el líquido, es decir, se determina la cantidad de glucosa a que corresponde un volumen dado del líquido cupro-potásico.

produce por la accion de los ácidos diluidos sobre el azúcar de caña.

Azúcar de leche ó lactosa ($C^{24} H^{22} O^{23} + 2 HO$).—Se llama tambien lactina, y existe en la leche. Se obtiene calentando ligeramente la leche y añadiendo un ácido para separar la caseina y manteca coaguladas; despues se filtra y evapora el suero resultante hasta la consistencia debida, para que dé cristales de azúcar de leche. Cristaliza en prismas romboidales, blancos y duros; de sabor dulce algo gomoso, soluble en agua, é insoluble en alcohol y éter. Por la accion del ácido nítrico en caliente se trasforma en ácido mícico y oxálico. Por la accion de la caseina en putrefaccion, se convierte en ácido láctico.

Manita ($C^{12} H^{14} O^{12}$).—Se obtiene tratando el maná con agua hirviendo durante algunos minutos, y filtrando para que cristalice por enfriamiento. Se decolora por nueva cristalización con agua hirviendo y carbon animal. Tambien se obtiene tratando el maná con alcohol hirviendo, y por enfriamiento cristaliza en prismas. Posee sabor dulce; y en contacto de la levadura de cerveza no experimenta la fermentacion alcohólica, pero sí en contacto del queso y creta, y por la accion de ciertos tejidos orgánicos en putrefaccion.

FERMENTACIONES DE LOS AZÚCARES.

Los azúcares pueden experimentar cuatro especies de fermentaciones, que son: la alcohólica, láctica, butírica y viscosa, segun sea la na-

turaliza del fermento y las circunstancias en que se efectúe la descomposicion.

La *fermentacion alcohólica* se caracteriza por dar como productos principales alcohol y ácido carbónico. Es el tipo de las fermentaciones propiamente dichas, y la que está mejor estudiada. Los azúcares del grupo de las glucosas experimentan directamente esta fermentacion, y con más rapidez que ninguna la glucosa contenida en las uvas. El azúcar de caña y las demas sacarosas se trasforman ántes de experimentar la fermentacion alcohólica en glucosas absorbiendo agua. El experimento de la fermentacion alcohólica se practica poniendo 5 á 6 partes de azúcar en 24 de agua, añadiendo un poco de levadura de cerveza que es el fermento, y exponiendo la mezcla á la temperatura de 25 á 30°.

La *fermentacion láctica* es la trasformacion que experimentan los azúcares convirtiéndose en ácido láctico. El azúcar de la leche ó lactina es la especie que produce mejor esta fermentacion, sirviendo de fermento la caseína que existe en la misma leche.

La *fermentacion butírica* se verifica cuando avanza demasiado la fermentacion láctica, descomponiéndose el ácido láctico en ácido butírico con desprendimiento de hidrógeno y ácido carbónico.

La *fermentacion viscosa* se efectúa cuando el azúcar, en contacto de ciertos fermentos alterados, se transforma en una materia gomosa y manita. Los vinos blancos experimentan esta trasformacion cuando se engrasan.

FERMENTACION DEL ZUMO DE LAS UVAS.
VINOS.

El zumo de las uvas ó mosto da lugar por su fermentacion al líquido llamado *vino*. El zumo contiene gran cantidad de azúcar (14 á 24 por 100) en disolucion en agua (70 á 80 por 100), materias albuminosas, materia colorante, etc.; cuando se deja por algunos dias en contacto del aire á la temperatura de 15° á 25°, se convierten las materias albuminosas en fermento, el cual actúa sobre el azúcar contenido en el mosto (mezcla de glucosa y levulosa) trasformándole en alcohol y ácido carbónico; este último se desprende produciendo espuma, y el alcohol queda en el vino; además se produce éter oenántico que caracteriza la fermentacion vinosa y da el olor al vino en union de otros principios.

La preparacion del vino comprende las operaciones siguientes: 1.° *vendimia*; 2.° *despalillado*; 3.° *expresion ó pisado de las uvas*; 4.° *fermentacion tumultuosa del mosto*; 5.° *trasiego*; 6.° *fermentacion lenta*; 7.° *segundo trasiego*; y 8.° *clarificacion del vino*.

El despalillado se hace separando los granos de uva del escobajo por medio de una horquilla, colocando los racimos en un tonel, ó por medio de las zarandas. La expresion de las uvas se practica generalmente pisándolas varios hombres en el lagar de la cueva, ó mejor por medio de máquinas á propósito. El zumo ó mosto, que debe señalar unos 14°, se deja en toneles ó en

tinajas en contacto del aire para que experimente la fermentacion la cual dura algunos dias. Despues se hace el trasiego, es decir, se pasa el vino á las tinajas, en donde se deja para que termine la fermentacion lentamente, teniendo tapadas las tinajas con una tabla. Por último, se hace un segundo trasiego y se clarifica el vino, añadiéndole clara de huevo batido, cola ó jelatina disuelta previamente en un poco de vino. Los vinos pueden ser blancos ó tintos, dulces ó secos, espumosos, etc. La *sidra* es un vino preparado con zumo de manzanas y de peras. (Véase con extension la fabricacion de vinos en mi *Tratado de Química Orgánica*, página 115, tomo II, edicion 2.^a)

La cantidad de alcohol contenida en el vino se determina por medio del alambique de Salleron, representado en la figura 4.^a Se mide en la campana *L* un volúmen de vino hasta la señal α , y se vierte en el globo de cristal *B*, el cual comunica con el serpentín *C* por medio de un tubo *D*. Debajo del serpentín se coloca la campana *L* para recoger el alcohol que destile: se enciende la lámpara *A* y se aplica fuego hasta que se haya recogido en la campana *L* un volúmen hasta la señal $\frac{1}{2}$. Despues se añade agua al alcohol recogido en la campana hasta la señal α , para que sea el volúmen igual al del vino empleado, y se ve con el alcohómetro de Gay-Lussac la cantidad de alcohol, que es precisamente la contenida en el vino que se ensaya. Los vinos comunes contienen 8 á 10 por 100 de alcohol, y los de Málaga, Jerez, Opor-

to, Madera, etc., contienen 17, 18, 20, etc.

La adulteracion más frecuente del vino es añadirle agua; pero fácilmente se conoce, porque disminuye la riqueza alcohólica. Con el objeto de neutralizar el ácido acético en los vinos agrios, añaden carbonato de sosa, potasa y cal, pero se descubre evaporando y examinando el residuo por los reactivos. Se dice que tambien le añaden litargirio, cuya adulteracion es muy punible. Una adulteracion muy frecuente para par dar más color á los vinos, es añadirles zumo de bayas de saúco, de yezgos, campeche, leño del Brasil, orchilla, etc., lo cual se conoce mezclando el vino con una disolucion de jelatina y filtrando; en cuyo caso el vino no falsificado aparece con poco color, y el coloreado artificialmente con mucho color.

En la actualidad se ha hecho muy comun dar color á los vinos tintos con *fuchsina*, la cual se descubre por varios medios, de los que indicaremos uno muy sencillo, que consiste en colocar en un vaso unos 10 á 12 gramos de vino, sumergiendo en él un poco de algodón en rama; despues se lava el algodón con agua, y si el vino no contiene fuchsina ú otra materia colorante, resulta blanco; pero si la contiene, queda de color encarnado. La accion de ciertos reactivos pone de manifiesto fácilmente la fuchsina en los vinos, siendo uno de los mejores el subacetato de plomo líquido. Si el vino tinto es natural, se forma por la adición de dicho reactivo un precipitado azulado, quedando el líquido superior, por el reposo casi incoloro; y si el

vino está coloreado con fuchsina, queda el líquido de color rojo vivo.

GLUCÓSIDAS

Se da este nombre á ciertos principios naturales que se trasforman en glucosa y otros cuerpos por la accion de los ácidos diluidos, y á veces por los fermentos.

La más importante es la *amigdalina* ($C^{40} H^{27} NO^{22}$), que existe en las almendras amargas, en las semillas de melocoton y otras de árboles frutales, en las hojas de laurel cerezo, en las de albérchigo, etc. Se obtiene la amigdalina separando primero el aceite de las almendras amargas por expresion, y despues se pone en digestion la pasta de almendras con alcohol de 94° al calor del baño de maría; se filtra en caliente la solucion, se evapora y se deja en reposo para que cristalice la amigdalina por enfriamiento. Los cristales son blancos y sedosos. Por la accion de los ácidos diluidos, se transforma la amigdalina en glucosa, esencia de almendras amargas y ácido prúsico. La misma trasformacion experimenta en contacto de un principio sulfuro-azoado que existe en las almendras llamado emulsina ó sináptasa, denominándose esta trasformacion fermentacion amigdalica.

Hay otros muchos principios vegetales comprendidos en el grupo de las glucósidas, tales son la *digitalina*, que se halla en la digital; la *salicina*, en las cortezas de sauce; la *santonina*,

en el santónico; la *glicirricina*, en el regaliz; la *floridzina*, en la corteza fresca del manzano, etc., etc.

FÉCULAS.

La palabra fécula se deriva del latin *fæx*, *fæcis*, heces ó feces, nombre con que se designaba en lo antiguo el depósito que se forma en los líquidos turbios por el reposo. Despues se aplicó el nombre de fécula al almidon obtenido del trigo, y en general á las sustancias amiláceas de diversos vegetales que se depositan en los líquidos turbios.

Las féculas se caracterizan por ser insolubles en agua fria, por formar engrudo con el agua caliente, por tomar color azul con el iodo, y trasformarse en glucosa por la accion de los ácidos diluidos y de la diástasa. El ácido nítrico concentrado las convierte en ácido oxálico. El nombre de *almidon* se aplica á la materia amilácea de los cereales, y el de *fécula* á la obtenida de otros vegetales, añadiendo un nombre específico que indique la procedencia; así se dice fécula de patatas, fécula de arroz, etc. Las féculas están formadas por gránulos constituidos por capas concéntricas, con una abertura llamada hilo, por donde entra la materia amilácea para el crecimiento de los mismos. La forma y tamaño de los gránulos varía, segun la procedencia. La composicion química es como sigue: $C^{12} H^{10} O^{10}$.

El *almidon* se obtiene: 1.º, por fermentacion

del trigo; 2.º, por locion de las harinas. El primer procedimiento consiste en poner el trigo en maceracion con agua durante tres ó cuatro semanas á una temperatura de 25º á 30º, en cuyo caso se depositan la fécula y el glúten; pero este último se descompone entrando en putrefaccion, y queda sólo la fécula, la cual se lava varias veces y se pasa por tamices de seda, desecándola despues. El segundo método consiste en hacer una masa con la harina y agua, y agitarla en una especie de artesa semi-cilíndrica, haciendo caer un chorro de agua que arrastra la fécula y queda sólo el glúten. Por el reposo se deposita la fécula ó almidon; despues se lava con agua, se pasa por tamices y se deseca.

La *fécula de patatas* se obtiene reduciendo á pulpa las patatas por medio de un rallo, y colocando sobre un tamiz metálico la masa, sobre la cual se hace caer un chorro de agua que arrastra la fécula. Por el reposo se deposita ésta y despues se lava y se deseca.

Dextrina.—Es un cuerpo isomérico con el almidon, que se obtiene: por torrefaccion de la fécula; por la accion de los ácidos diluidos; y por la accion de la diástasa sobre la fécula. Es un polvo ligeramente amarillento, soluble en agua, y no toma color azul con el iodo, en lo cual se distingue del almidon. Desvía el plano de polarizacion de la luz á la derecha. Se emplea en las artes con el nombre de *leiocoma* para el engomado de las telas, pudiendo servir para las mismas aplicaciones que la goma, porque da viscosidad al agua, lo mismo que la goma.

Inulina.—Es isomérica con el almidon, y se obtiene de la raíz fresca de énula ó de los tubérculos de dalia, reduciéndolos á pulpa, tratándolos con agua hirviendo y dejando que se deposite por enfriamiento. Es poco soluble en agua, y no toma color azul con el iodo.

Liquenina.—Existe en el líquen islándico. Para obtenerla se separa ántes del líquen el principio amargo (*cetrarina*), poniendo el líquen en maceracion con agua que tenga un poco de carbonato de potasa; despues se hacen fuertes cocimientos con agua, se cuegan y se dejan enfriar para que se deposite la liquenina. Es una masa amorfa amarillenta, que forma una masa gelatinosa con el agua caliente.

HARINAS Y PAN.

Los principios contenidos en el trigo y otros cereales son: almidon, glúten, dextrina, glucosa, materia grasa, celulosa y fosfatos de cal y de magnesia. La celulosa y los fosfatos constituyen especialmente el salvado, que se separa de la harina por la tamizacion. La harina de trigo, despues de separado el salvado, tiene la siguiente composicion:

Materias insolubles en agua.....	{	Almidon.	{	Fibrina vegetal.	
		Glúten.....		Gaseina vegetal.	
				Glutina.	
				Materia grasa.	
Materias solubles..	{	Albúmina.	{		
		Glucosa.			
		Dextrina.			

En la pág. 10 indicamos la manera de hacer el análisis inmediato de la harina. Las cantidades de los principios de la harina de trigo son: 9 á 14 de glúten seco, que equivalen á 24 y 35 de glúten humedo; 56 á 75 de almidon; 4 á 8 de glucosa; 3 á 5 de dextrina; 1 á 2 de restos de salvado; y agua 8 á 12.

Las harinas son objeto de varias *adulteraciones*, y algunas veces se hallan alteradas. La harina de trigo en buen estado debe ser blanca y lustrosa, no debe contener partículas de salvado ni materias extrañas, y por último, mezclada con agua debe formar una masa homogénea, elástica, coherente y susceptible de alargarse sin romperse.

Las harinas alteradas se conocen desde luego por su color amarillento sucio, por el olor á moho y el sabor desagradable. El exámen del glúten, determinando la cantidad y sus propiedades, es un buen medio para conocer si la harina está alterada, si es de calidad inferior ó si se han añadido materias extrañas. El glúten se extrae haciendo una masa con la harina mezclada con la mitad de su peso de agua y lavándola entre las manos con un chorrito de agua, segun se dijo en la pág. 10. La cantidad resultante de glúten se pesa, debiendo tener presente que las buenas harinas contienen unos 30 por 100 de glúten húmedo, que equivalen á 11 ó 12 de glúten seco. El glúten procedente de trigo blanco y bueno es blanco-amarillento, muy coherente, elástico y susceptible de aumentar de volúmen por la accion del calor.

Con el objeto de medir el aumento de volúmen del glúten y deducir de aquí su bondad, se emplea un aparato llamado *aleurómetro*.

La cantidad de agua contenida en la harina se determina por medio de la estufa de Gay-Lussac, sometiéndola á la temperatura de 100°. No debe tener la harina más de 10 á 14 por 100 de agua.

Para averiguar si la harina contiene materias minerales como yeso, creta, arcilla, cal, etc., que la añaden á veces, se incinera y se examina el residuo. Debe tenerse presente que la harina contiene normalmente 1 ó $1\frac{1}{2}$ de materias minerales.

Tambien suelen añadir á la harina de trigo fécula de patatas, harinas de legumbres, de alforfón, de maíz, de centeno, etc. Estas sustancias se descubren por el color, olor, sabor, y sobre todo por el exámen microscópico comparando con una harina tipo. Al mismo tiempo se descubre con el microscopio si la harina contiene ciertas plantas y animales microscópicos que aparecen en las harinas alteradas. El salvado se descubre á simple vista ó con un lente.

La fabricacion del *pan* comprende tres operaciones: 1.^a formacion de la masa ó pasta, mezclando la harina con agua, sal y una porcion de levadura; 2.^a fermentacion de la masa, dejando los panes por espacio de una ó dos horas; y 3.^a coccion del pan en hornos calentados de 290° á 300°. La fermentacion panádica no es más que una fermentacion alcohólica que expe-

rimenta la glucosa que contiene la harina por la accion de la levadura, produciendo alcohol y ácido carbónico, que da esponjosidad á la masa. El pan suele adulterarse añadiendo sulfato de cobre y alumbre para que retenga más agua, y tambien suelen añadir carbonato de magnesia y carbonato amónico para que blanquee y resulte más esponjoso. El sulfato de cobre se descubre pasando por el pan un pincelito impregnado de ferrocianuro potásico, que produce una coloracion rojo-parda.

Las adulteraciones más frecuentes del pan provienen de las harinas, y pueden descubrirse examinando la miga del pan como hemos dicho al tratar de la harina, especialmente con el microscopio.

CERVEZAS.

Se da este nombre á infusiones de cebada germinada, cocidas con lúpulo y fermentadas. La fabricacion de la cerveza comprende las operaciones siguientes:

- | | | |
|-----------------|--------------------------|--|
| 1. ^a | Preparacion de la malta. | 1.º Maceracion en agua de la cebada. |
| | | 2.º Germinacion de la cebada. |
| | | 3.º Deseccacion de la cebada germinada. |
| | | 4.º Separacion de las ratillas. |
| 2. ^a | Preparacion del mosto. | 1.º Pulverizacion de la malta. |
| | | 2.º Lixiviacion del polvo con agua. |
| | | 3.º Ebullicion del líquido. |
| | | 4.º Decoccion con el lúpulo. |
| | | 5.º Clarificacion por reposo. |
| | | 6.º Enfriamiento. |
| 3. ^a | Fermentacion del mosto. | Se hace de una manera análoga que en el mosto de uvas. |
| 4. ^a | | Clarificacion de la cerveza |

La cerveza contiene: agua, 88 á 92 por 100; alcohol, 3 á 6, y cortas cantidades de azúcar, dextrina, materias azoadas, materia grasa, materia colorante, materias extractivas y amargas, aceite esencial, cloruro de potasio y de sodio, fosfatos de cal y magnesia, é indicios de ácido láctico y acético. La cerveza no espumosa contiene 2 por 100 de ácido carbónico, y la espumosa 8 á 26 por 100.

Es una bebida sana y nutritiva, tónica y diurética.

GOMAS.

Se da este nombre á ciertos productos vegetales que forman con el agua líquidos viscosos, y producen ácido mucico por la accion del ácido nítrico. Son sólidas, incristalizables, incoloras ó amarillentas, de fractura concoidea, insolubles en alcohol y éter, solubles en agua fria, y otras en la caliente. Están constituidas por un principio inmediato y 3 á 4 por 100 de materias minerales. El principio orgánico está formado de carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones para formar agua ($C^{12} H^{10} O^{10}$), como en la fécula y celulosa. Dicho principio presenta caracteres distintos, por lo cual Guerin admite las tres especies siguientes: arabina, cerasina y basorina.

Arabina (ácido gúmico).—Es el principio que existe en la goma arábica y en la del Senegal, en la proporcion de 95 por 100. Se aísla tratando una disolucion de goma arábica por

subacetato de plomo, y el precipitado de gumato de plomo que se forma se descompone por el hidrógeno sulfurado. Es muy soluble en agua y tiene propiedades de ácido débil, formando con las bases gumatos, por lo cual la ha llamado Fremy ácido gúmico.

Cerasina (ácido metagúmico).—Existe en union de la arabina en la goma de los ciruelos, almendros, etc. Se distingue de la arabina en que es insoluble en agua fría, si bien por una larga ebullicion se hace soluble, trasformándose en arabina. Segun Fremy, la cerasina es un ácido llamado metagúmico, isomérico con el gúmico.

Basorina.—Es el principio gomoso que existe en la goma de Basora y en la goma tragacanto (tragantina). Forma con el agua una masa espesa gelatinosa.

Mucílagos.—Se da este nombre á ciertos principios parecidos á las gomas que se encuentran en varios vegetales, como en la zaragotana, semillas de membrillo, lino, en la cinoglosa, sínfito, malvavisco, malvas, etc. En el salep se encuentra el mucílago asociado al almidon.

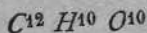
MATERIAS PÉCTICAS Ó PRINCIPIOS JELATINOSOS VEGETALES.

En los frutos sin madurar y en ciertas raíces, como las zanahorias, remolachas, etc., existe una materia neutra no azoada llamada *pectosa*, la cual, por la maduracion ó por la accion de los

ácidos débiles, se convierte en *pectina*. El sabor áspero y como leñoso de los frutos sin madurar es debido á la pectosa, la cual se convierte en pectina por la accion de los ácidos que existen en los órganos vegetales, adquiriendo éstos sabor agradable. Cuando se hierve la pectina con agua se trasforma en un cuerpo isomérico que es la *parapectina*, y si se hierve con los ácidos diluidos, resulta otro cuerpo isomérico que es la *metaptecina*. Por la accion de una solucion alcalina sobre la pectina en frio se forma el ácido *pectósico*; y si se prolonga la accion de los álcalis se forma *ácido péctico*, el cual puede trasformarse por la ebullicion con agua en otros dos ácidos llamados *para péctico* y *meta péctico*.

La *fermentacion péctica* se produce por la accion sobre la pectina de un fermento llamado péctasa que existe en los frutos y las raíces carnosas al lado de la pectina, resultando una masa jelatinosa, en lo cual está fundada la formacion de las *jaleas vegetales*.

CELULOSA.



La celulosa es un principio inmediato que constituye las paredes de las células, fibras y vasos vegetales. Las hilas, las telas bien blancas de hilo ó de algodón y el papel, están constituidos en su mayor parte por celulosa; en el llamado papel Berzelius y en la médula de saúco está casi pura. Las diferentes operacio-

nes que se hacen para preparar las fibras textiles y el blanqueo de las telas y del papel, sirven para purificar la celulosa. Es blanca, sólida, trasparente, insoluble en agua, alcohol y éter. Por la accion del ácido sulfúrico diluido, se convierte en dextrina y despues en glucosa. Por la accion del ácido nítrico, se convierte en piroxilina.

Piroxilina ó algodón pólvora.—Se obtiene introduciendo el algodón cardado durante algunos minutos en ácido nítrico monohidratado ó de 49°, lavándole despues con agua y secándole al aire. En vez de ácido nítrico monohidratado, se emplea una mezcla de ácido sulfúrico y nítrico ordinario; pero es mejor preparar la piroxilina, poniendo 1 parte de algodón cardado en contacto de 20 partes de nitro y 30 de ácido sulfúrico de 66°; se tiene un cuarto de hora, se lava bien y se seca al aire. En esta reaccion se forma celulosa binitrada y trinitrada. La piroxilina tiene el mismo aspecto que el algodón ordinario, y arde rápidamente sin dejar residuo. Se puede emplear para las armas de fuego, pero arde con tal rapidez que las destruye muy pronto, y además hay exposicion en que revienten, por lo cual no se usa para este objeto.

La piroxilina se disuelve en una mezcla de alcohol y éter, y forma entónces un líquido espeso que se llama *colodion*.

Papel pergamino.—Ya hemos dicho que el papel blanco y sin cola está constituido por celulosa. Si se introduce por algunos momentos

el papel sin cola en ácido sulfúrico, experimenta la celulosa una modificación especial, apareciendo el papel, después de lavado con agua y seco, semitransparente y de gran tenacidad, semejante al pergamino, por lo cual se ha llamado papel pergamino ó pergamino vegetal.

El papel pergamino puede servir por su transparencia y tenacidad para varias aplicaciones. En química se emplea para la operación llamada *diálisis*, por medio de la cual se separan los cuerpos colóides ó incristalizables de los cristalizables. Cuando se hallan disueltos unos y otros en un líquido pasan al través del papel pergamino los cristalizables y no los colóides.

CAPITULO XVI.

Aceites esenciales.

Con el nombre de *aceites esenciales* ó *esencias* se comprenden varios cuerpos de composición diversa, que se distinguen por ser olorosos y volátiles.

Se llaman también *aceites volátiles*, y son los principios á que deben su aroma las plantas. Tal como se usan las esencias no son, por lo general, principios inmediatos puros, sino mezclas, por cuya razón los estudiamos en un grupo reunidos. Los principios que constituyen las esencias son unos carburos de hidrógeno y otros oxigenados y sulfurados, perteneciendo por sus funciones químicas á los aldehidos, alcoholes, éteres, etc.

Las esencias ó aceites esenciales no deben confundirse con los aceites fijos ó cuerpos grasos, de los cuales se distinguen bien por sus propiedades físicas y por su composicion. Las esencias poseen olor aromático, sabor picante fuerte; son volátiles, pasando en la destilacion con los vapores acuosos sin descomposicion; y producen una mancha en el papel que desaparece por el calor ó por la exposicion al aire.

Las esencias se encuentran en las flores, en los frutos, en las cortezas, en las hojas, en las raíces y en las semillas de las plantas. Se obtienen por dos procedimientos principalmente:

- 1.º Por expresion de las partes vegetales aromáticas, como la esencia de naranja, de limon, de bergamota, cidra, etc. Se prensa la parte exterior de la corteza de estos frutos, y el líquido se deja en reposo para que se clarifique.
- 2.º Por destilacion de las partes vegetales con agua en un alambique, siendo preferible para este objeto el que representa la fig. 5.^a, el cual tiene una rejilla ó diafragma agujereado *D*, en donde se colocan las partes aromáticas, y se hace llegar vapor de agua por medio de un tubo encorvado *T* que parte de la caldera y atraviesa el diafragma hasta el fondo. De este modo los vapores acuosos se ponen en contacto de las materias vegetales y arrastran la esencia condensándose en el serpentín *S*, de donde salen por el tubo *B* y se recogen en el recipiente florentino *R*. El agua va saliendo por el tubo lateral y la esencia queda en la parte superior, ó cae al fondo si es más pesada que el agua.

Por este medio se obtienen la mayor parte de las esencias, tales son, las de azahar, romero, tomillo, salvia, menta, espliego, anís, rosa, etc., etc. Algunas esencias muy fugaces como la de jazmín, violeta y heliotropo, se obtienen por la acción de un disolvente. Para esto se colocan capas alternativas de flores y paños de algodón empapados en un aceite inodoro, y después se prensa el algodón y se destila el líquido resultante.

Atendiendo á su composición elemental se dividen las esencias en tres grupos: 1.º esencias hidrocarbonadas ó que sólo contienen carbono é hidrógeno; esencias oxigenadas ó compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno; y 3.º esencias sulfuradas que contienen entre sus elementos azufre. Muchas esencias están compuestas de dos principios, uno hidrocarbonado y otro oxigenado, ocurriendo frecuentemente que este último se deposita por una baja temperatura, bajo la forma sólida. En general se ha dado el nombre de *estearoptenas* á las partes sólidas de las esencias y á las esencias concretas; y el de *oleoptenas* á la parte líquida de las mismas.

Las esencias son rara vez incoloras, pues lo general es que tengan un color amarillento más ó menos claro; la de ajénjos tiene color verde y la de manzanilla azul. El punto de ebullición varía entre 140º y 240º; la mayor parte son más ligeras que el agua, pero algunas, como la de canela y clavo, son más pesadas. Son más ó menos solubles en alcohol, y se disuelven bien en éter y en los cuerpos grasos. En agua apé-

nas se disuelven. Por la acción del aire se resinifican en general absorbiendo el oxígeno. El ácido nítrico concentrado ataca á las esencias con violencia, produciendo inflamación en algunas.

ESENCIAS HIDROCARBONADAS.

Todas las esencias de este grupo son isoméricas ó poliméricas, siendo el tipo de ellas la esencia de trementina, cuya fórmula química es $C^{20} H^{16}$. Las principales son:

Esencia de trementina:	Esencia de sabela.
— de limon.	— de elemi.
— de naranja.	— de pimienta.
— de bergamota.	— de copaiba.
— de bayas de enebro.	— de cubebas.

Esencia de trementina $C^{20} H^{16}$. Aguarrás.— Se encuentra en los pinos y abetos mezclada con la resina, formando las trementinas. Se obtiene destilando las trementinas con agua; y se purifica volviéndola á destilar. Es incolora cuando está pura, de olor fuerte, y hierve á 160° . Arde con llama fuliginosa. En contacto del aire absorbe el oxígeno y se resinifica. Por la acción del ácido sulfúrico se convierte en terebena y colofeno. Dirigiendo una corriente de ácido clorhídrico seco al través de la esencia de trementina, se forma una combinación cristallizable que se llama *alcanfor artificial*, por el parecido que tiene con el alcanfor.

Esencia de limon.— Se obtiene del epicarpio ó parte exterior de la corteza de los limo-

nes por expresion ó por destilacion con agua, segun se ha dicho en la pág. 119. Es líquida, de color amarillo claro y olor agradable.

De la misma manera se obtienen la esencia de *corteza de naranja*, de *bergamota* y de *cidra*.

ESENCIAS OXIGENADAS.

La mayor parte de las esencias de este grupo están formadas por un carburo de hidrógeno líquido que mantiene en disolucion un principio oxigenado; éste corresponde por sus funciones químicas á los aldehidos, alcoholes, fenoles ó éteres. Las más importantes son las siguientes:

Esencia de almendras amar.	Esencia de sasafrás.
— gas.	— de menta.
— de canela.	— de tomillo.
— de cominos.	— de espliego ó lavanda.
— de ulmaria.	— de manzanilla.
— de anís.	— de rosas.
— de alcarabea.	— de cayeput.
— de hinojo.	— de eucalipto.
— de valeriana.	Alcanfor de Borneo ó bor-
— de ruda.	neol.
— de clavo.	— ordinario.
— de azahar ó néroli.	

Esencia de almendras amargas.—Esta esencia no existe formada en las almendras, sino que resulta mediante una fermentacion, en la que la amigdalina es la materia fermentescible y la emulsina ó sináptasa el fermento. Se transforma la amigdalina en glucosa, esencia y ácido prúsico (pág. 107.) Se obtiene prensando pri-

mero las almendras amargas para separar el aceite fijo, y despues se pone en maceracion la torta resultante con tres veces su peso de agua, durante veinte y cuatro horas, haciendo la destilacion luégo como se ha dicho en la página 119. La esencia así obtenida contiene ácido prúsico, pero en este estado se usa. La esencia pura es el *aldehido benzóico* ó *hidruro de benzoilo* ($C^{14}H^5O^2H$), que es un líquido incoloro, de olor agradable pero fuerte; por la accion del oxígeno se convierte en ácido benzóico.

La esencia de almendras amargas se usa mucho en perfumería, pero es peligroso su uso porque contiene ácido prúsico, aunque en corta cantidad. En el comercio suelen adulterarla con *nitrobencina* ó *esencia de mirbano*.

Esencia de canela.—Se obtiene la corteza de canela, y se halla compuesta principalmente de aldehido cinámico ó hidruro de cinamilo, mezclado con un carburo de hidrógeno mal conocido. Se emplea en perfumería, generalmente mezclada con *esencia de clavo*, formando el olor de macasar.

Esencia de azahar ó neróli.—Se obtiene, por destilacion con agua, de las flores del naranjo. Tiene un olor distinto que la esencia de corteza de naranja y es mucho más estimada que ésta. El agua destilada de azahar contiene la misma esencia.

Esencia de anis.—Se obtiene destilando el anis con agua en el aparato que se ha dicho en la pág. 119. Esta esencia consta de dos partes, un carburo de hidrógeno líquido y una

esencia oxigenada sólida. Se emplea para anisar el aguardiente.

Esencia de rosas.—Se obtiene en Oriente, destilando con agua los pétalos de las rosas damascena y moscata. Es incolora ó ligeramente amarillenta, y se halla compuesta de una parte sólida que se presenta en laminitas brillantes y transparentes y una parte líquida oleaginosa.

Por el calor de la mano se funde la parte sólida y aparece la esencia líquida movable. Como es una esencia tan cara, la adulteran en el comercio añadiéndola esperma de ballena, esencia de palo rodino y esencia de geranio.

Esencia de cayeput.—Esta esencia la obtienen en las Molucas y en Filipinas de las hojas de Melaleucas. Es de color verde y olor fuerte, y la emplean mucho los filipinos en fricciones para los dolores reumáticos.

Alcanfor.—El alcanfor comun es una esencia concreta y procede del *Laurus Canphora*, árbol de la China, del Japon y de las islas de la Sonda. Le obtienen sometiendo á la destilacion con agua, la raíz y el tronco del árbol en grandes cucurbitas de hierro cubiertas de capiteles que están llenos de paja de arroz, en donde se condensa el alcanfor. Despues le purifican por sublimacion.

ESENCIAS SULFURADAS.

Las esencias de mostaza negra, coclearia, rábanos y otras plantas crucíferas, contienen

entre sus elementos el azufre, por lo cual se llaman sulfuradas. Estas esencias no preexisten en las plantas, sino que se forman mediante una fermentacion con intervencion del agua. Además hay otras esencias sulfuradas, la de ajos, cebollas, asafétida y lúpulo.

La *esencia de mostaza* tiene esta composicion ($C^6 H^5, C^2 NS^2$), y se considera como sulfocianuro de alilo ó éter alilsulfocianhídrico. Se produce por la accion de la mirosina (fermento) sobre el ácido mirónico (materia fermentescible), cuyos dos cuerpos existen en la mostaza negra. Es una esencia muy irritante y cáustica.

La *esencia de ajos* es un sulfuro de alilo ($C^6 H^5, S$), y se obtiene destilando con agua los ajos machacados.

CAPITULO XVII

Productos resinosos.

Las resinas naturales, tal como se obtienen de los árboles, no son en general principios inmediatos puros, sino mezclas de varios principios. Son fusibles, arden con llama fuliginosa, insolubles en agua y solubles, por lo comun, en alcohol y en los aceites fijos y volátiles.

Las resinas se hallan compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno, hallándose este último en corta proporcion. Se encuentran en las plantas, comunmente disueltas en aceites esen-

ciales, y otras veces mezcladas con otros principios. Al salir las resinas al exterior, se concreta parte del aceite volátil por la oxidacion del aire, y otra parte se evapora, resultando las resinas secas como la almáciga, el copal, etcétera. Otras veces resiste el aceite volátil, á la accion del aire, y se encuentra en gran cantidad, resultando líquidos espesos, llamados óleo-resinas, como son las trementinas. Cuando están mezcladas las resinas con goma, se llaman gomo-resinas como la mirra, incienso, etcétera; y por último, las mezclas de resinas, aceite esencial y ácido benzóico ó cinámico se llaman bálsamos, como el de tolú, benjuí, estoraque, etc.

Algunas resinas fluyen de los árboles por grietas naturales, otras por incisiones, y muchas se obtienen por la accion de los disolventes. Al arder las resinas ó materias resinosas, depositan mucho carbono muy dividido, que es el negro de humo. Las resinas tienen tendencia ácida y se combinan con las bases, formando jabones resinosos.

Colofonia ó pez griega ($C^{40} H^{30} O^4$).—Es el tipo de las resinas y la que está mejor estudiada. Se obtiene destilando las trementinas de pino (que son mezclas de aceite esencial y resina); el aceite esencial se destila y queda de resíduo la resina. Cuando se hace la destilacion con agua, resulta la llamada resina comun ó amarilla, que se diferencia de la colofonia en que es opaca, mientras que la colofonia es trasluciente y lustrosa. Está constituida por tres ácidos, que son:

ácido pínico, pimárico y sílvico, los cuales se combinan con las bases y forman jabones resinosos.

Hay otras muchas resinas que se usan en farmacia y en las artes, tales son la de raíz de jalapa, de guayaco, elemi, almáciga, grasilla ó sandaraca, tacamaca, copal, resina dammar, resina drago, laca, ládano, etc.

La aplicacion más importante de las resinas en las artes es para hacer *barnices*, que no son otra cosa que disoluciones de materias resinosas en alcohol, en esencias ó en aceites secantes. El llamado *barniz de aguarrás*, muy usado para pulimentar las maderas, es una disolucion de colofonia en esencia de trementina. Los barnices varían en su composicion, segun el objeto para que se destinan; los hay de alcohol, de esencia y de aceite secante, siendo las resinas más empleadas el copal, laca, almáciga, sandaraca, colofonia, etc., y en algunos entran materias colorantes.

CAPÍTULO XVIII

Materias colorantes.

La mayor parte de las materias colorantes proceden del reino vegetal, siendo muy pocas las que existen en el reino animal, pues sólo pueden citarse la cochinilla, grana-kermes, tinta de calamares y alguna otra. Las materias colorantes vegetales no se encuentran todas formadas naturalmente, sino que muchas resultan

de la acción de oxígeno ó de otros agentes sobre ciertos principios que se hallan en las plantas.

Las materias colorantes se han dividido en nitrogenadas y no nitrogenadas, segun que contengan ó no nitrógeno. Algunas son principios inmediatos puros, tal como se emplean, pero otras son mezclas, como el añil, orchilla, tornasol, etc. La mayor parte de las materias colorantes son solubles en agua; algunas sólo se disuelven en alcohol ó en los aceites esenciales; y otras se disuelven en ácido sulfúrico, como la indigotina y alizarina. Poseen tendencia ácida, formando con algunos óxidos metálicos combinaciones especiales que se llaman *lacas*. Por la acción del aire y de la luz se decoloran. El cloro las decolora, sustituyendo al hidrógeno. Los ácidos diluidos enrojecen generalmente las materias colorantes; las bases alcalinas enverdecen por lo general las materias azules, pero no el tornasol, que sólo toma un color más azul por las bases. Muchas sales fijan las materias colorantes en los tejidos, y se llaman *mordientes*, como el alumbre. El carbon dividido absorbe las materias colorantes de sus disoluciones.

Las materias colorantes no nitrogenadas se dividen en los siguientes grupos por su color:

Amarillas.—Materias colorantes de la guta, del ruibarbo, del rapóntico, del azafran, de cúrcuma, de cártamo, achiote, gualda, granos de Abiñon, etc.

Rojas.—Materia colorante de la resina de

drago, de raíz de ancusa, rojo de cártamo, rojo de rubia, sándalo rojo, campeche, palo Brasil, cochinilla, etc.

Azules.—Materias colorantes de las violetas, de lirio, de las uvas, flor de malva, bayas de espino cerval, etc.

Verdes.—Clorofila, ó sea la materia resinóidea é insoluble en agua, á que deben el color verde las plantas.

Una de las materias colorantes rojas más importantes es la *raíz de rubia*, que se cultiva en Valladolid y otros puntos de España. Se emplea en los tintes la raíz dividida en pedacitos ó en polvo. También se emplea el producto tintorial llamado *grancina*, el cual se prepara mezclando la raíz de rubia en polvo con un peso igual al suyo de ácido sulfúrico concentrado, y calentando la mezcla á 100°; luego se añade agua en gran cantidad y se lava el producto. De este modo el ácido sulfúrico destruye el tejido de la raíz de rubia y deja la *alizarina*, que es la materia colorante, pero resulta mezclada con los productos de la descomposición del tejido por el ácido sulfúrico.

El principio inmediato que contiene el campeche se llama *hematoxilina*. Se usa el campeche en los tintes y además se emplea el extracto.

El *carmin* se prepara con la cochinilla del modo siguiente: se hierven en una caldera estañada treinta litros de agua con 620 gramos de cochinilla en polvo; después de algunos minutos se añaden 65 gramos de alumbre, se retira del fuego y se filtra; al cabo de algunos

dias se deposita el carmin bajo la forma de una masa de un color rojo hermoso. El carmin se disuelve muy bien en amoniaco.

Las materias colorantes nitrogenadas son la orchilla, tornasol y el añil ó indigo, las cuales se forman por la accion del aire y del amoniaco sobre ciertos principios de las plantas.

La *orchilla* es una materia colorante roja, que se forma por la eremacausia que experimentan varios líquenes de los géneros *rocella*, *lecanora*, etc., interviniendo la orina y cal. El *tornasol* resulta haciendo continuar la accion del aire y del amoniaco sobre los líquenes, hasta que se trasforme en una materia azul.

El *añil* ó *indigo* es una materia colorante azul, que resulta de la accion del aire húmedo y de los álcalis sobre un principio neutro y blanco que existe en varias plantas del género *indigófera*, del *poligonum tinctorium* y de la *isatis tinctoria*. El principio que existe en dichas plantas es incoloro; se llama añil blanco, y se transforma por una eremacausia favorecida por el amoniaco, en añil azul ó indigotina. Si se calienta el añil con un exceso de potasa, se forma ácido antranílico, y á una temperatura más elevada se forma *anilina*. Haciendo actuar el ácido nítrico concentrado sobre el añil, se produce el *ácido nitropícrico* ó *carboazótico*. (V. pág. 57.)

Materias colorantes artificiales.—El primer producto artificial que se usó como materia colorante fué el *ácido nitropícrico*, despues la *murexida*, preparada con el guano, y en el dia

se emplean magníficos colores derivados de la *anilina*, los cuales han sido indicados en la pág. 96. También se preparan diversos colores con naftalina, ácido fénico, antraceno, quinoleína, etc.

CAPITULO XIX.

Principios albuminóideos ó sustancias protéicas.

Estos principios se encuentran igualmente en el reino vegetal y animal, por lo cual Thenard les dió el nombre de *materias vegeto-animales*. El nombre de sustancias *protéicas* se les ha dado porque se convierten en *proteína* por la acción de los álcalis. También se llaman *principios sulfuro-azoados*, porque además del carbono, hidrógeno y oxígeno, contienen azoe ó nitrógeno y azufre; y por último, se llaman *principios albuminóideos*, porque la albúmina forma el tipo de todos ellos, ya sean vegetales ó animales.

La composición química de estos cuerpos es muy compleja. y aunque se ha determinado su composición centesimal, no es fácil dar una fórmula química exacta. Sin embargo, se les ha asignado la siguiente: $C^{144} H^{112} N^{18} S^2 O^{41}$. Las propiedades que los caracterizan son: 1.^a la de entrar en putrefacción fácilmente formando fermentos; 2.^a por la acción del ácido clorhídrico en caliente toman color azul violeta; 3.^a por la acción de la potasa cáustica en caliente se disuelven, y si se añade un ácido se

desprende hidrógeno sulfurado, precipitándose unos copos blancos de una materia llamada *proteína*; 4.^a calentados con ácido nítrico concentrado se coloran en amarillo formándose ácido xanto-protéico; y 5.^a calentados con nitrato mercúrico que contenga ácido nitroso se coloran de rojo.

Los principios sulfuro-azoados vegetales más importantes son: la albúmina, fibrina y caseína; y además la emulsina, diástasa, miroxina, péctasa, etc.

Albúmina vegetal.—Existe en gran abundancia en los zumos vegetales. Se puede obtener poniendo pedazos de patatas en agua acidulada con 2 por 100 de ácido sulfúrico, neutralizando el líquido con carbonato de sosa y haciéndole hervir para que se coagule la albúmina. Se coagula de 60° á 70°.

Fibrina vegetal.—Se encuentra en el glúten de las semillas cereales, y se obtiene tratando el glúten de trigo con alcohol hirviendo, que deja como insoluble la fibrina.

Caseína vegetal ó legúmina.—Se encuentra en los garbanzos, habas, judías, lentejas y otras semillas de leguminosas. Se obtiene poniendo en maceración los garbanzos, guisantes, judías, etc., en agua á 40°, y luego que se ablanden se trituran y se hace una emulsion con agua; se filtra ésta por un lienzo y se deja depositar la fécula, quedando en el líquido claro la legúmina y albúmina; á este líquido se añade ácido acético, que no coagula albúmina y precipita la caseína vegetal ó legúmina.

Estos principios vegetales son análogos á los principios animales albúmina, fibrina y caseína.

Albúmina animal.—Las dos principales variedades de albúmina que se encuentra en la economía animal son la *albúmina de la sangre* ó *serina* y la *albúmina de huevo*.

La albúmina de la sangre se obtiene separando el suero y evaporando este líquido á una temperatura de 40°. Resulta una masa quebradiza, trasparente, de color amarillento y soluble en agua. En este estado la albúmina no es pura, pero se emplea así para clarificar los líquidos extrayéndola de la sangre procedente de los mataderos.

La albúmina pura obtenida de la clara de huevo es incolora, soluble en agua, y coagulable por el calor á 63°. El alcohol, el tanino, muchos ácidos minerales, la creosota y las sales metálicas, precipitan la albúmina de sus disoluciones. La albúmina se combina con los álcalis y forma *albuminatos*.

Fibrina animal.—La fibrina se encuentra en disolución en la sangre y también constituyendo las fibras musculares de la carne. Esta última se diferencia algo de la contenida en la sangre, por lo cual se llama *miosina* ó *musculina*.

Se obtiene la fibrina de la sangre agitando este líquido reciente con una escobilla, á la que se adhieren los filamentos de fibrina; después se purifica lavándola sucesivamente con agua, alcohol y éter, hasta que resulte blanca.

Caseína animal.—Se encuentra este principio especialmente en la leche, en la proporción

de 3 á 17 por 100. Es blanca, insoluble en alcohol, casi insoluble en agua; pero se disuelve bien en los líquidos alcalinos. La caseína constituye en su mayor parte el queso.

Ademas de la albúmina, fibrina y caseína, hay otros principios albuminóideos en el reino animal, tales son: la *kemoglobina* ó *hemato-cristalina*, que forma la parte principal de los glóbulos rojos de la sangre, y contiene hierro entre sus elementos; la *globulina*, que se encuentra en el cristalino del ojo; la *vitelina*, que se halla en la yema de huevo, etc.

PRINCIPIOS ANIMALES CONGÉNERES CON LOS ALBUMINÓIDEOS.

Existen en la economía animal varios principios muy parecidos á los albuminóideos y se consideran formados á expensas de éstos; pero se diferencian en que no se hallan en disolucion como las sustancias albuminóideas propiamente dichas. Estos principios son: las materias jelatígenas, mucina, keratina, las peptonas ó albuminosas y los fermentos animales que intervienen en la digestion.

Materias gelatígenas.—Se da este nombre á las materias animales que por la accion prolongada del agua hirviendo se convierten en jelatina. Esta sustancia no se halla formada en los tejidos animales, sino que es resultado de una trasformacion isomérica de la materia jelatígena, la cual en estado natural es insoluble en agua y sólo se hace soluble cuando se convierte en jelatina por el agua hirviendo. Las materias

jelatígenas principales se encuentran en los huesos, dientes, cuernos de ciervo, cartilagos, tendones, piel, membranas, etc.

Se distinguen dos especies de jelatina, que son: la *jelatina ordinaria*, que se obtiene de las pieles, membranas y huesos; y la *condrina*, que resulta de los cartilagos no osificados, como el cartilago de las orejas, traquearteria, etc.

La jelatina ordinaria recibe varios nombres, segun su prudencia y su mayor ó menor pureza; así se dice cola fuerte, grenetina, cola de pescado y jelatina de los huesos. La *cola fuerte* se obtiene hirviendo con agua pieles de animales y partes blandas, dejando despues que el líquido se cuaje por enfriamiento, en cuyo caso se hacen láminas y se ponen á secar sobre redes. La *grenetina* no es más que la jelatina en láminas delgadas é incoloras, que se obtiene purificando la cola comun. La *cola de pescado* ó ictiocola se prepara con la vejiga natatoria de ciertos peces; pero en el dia se sustituye por la grenetina. La *jelatina de los huesos* se obtiene poniendo éstos en maceracion con ácido clorhídrico diluido para disolver el fosfato y carbonato de cal; y la materia flexible que resulta (oseina) se cuece con agua para que se transforme en jelatina.

La jelatina pura es incolora, trasparente é insípida. En contacto del agua fria se hincha, y en el agua caliente si disuelve bien.

La cola comun se usa como materia adhesiva para unir las maderas, para preparar el *estuco*, que es una mezcla de yeso y agua de cola; para

hacer los rodillos de las máquinas de imprimir, con una mezcla de cola y melaza, para el encolado del papel, para el aderezo de las telas, etc. Para clarificar el vino, la cerveza y otros líquidos, se emplean unas pastillas de cola transparente bastante pura, y también se emplea la cola en polvo.

Mucina.—Este principio se encuentra en varios líquidos animales viscosos; tales son la bilis, sinovia, secreciones de las membranas mucosas, etc. En los caracoles y otros gasterópodos es muy abundante.

CAPÍTULO XX.

Tejidos y líquidos animales más importantes.

Célula animal.—La célula es el origen de todos los tejidos y órganos, lo mismo en el reino animal que en el vegetal: es la primera forma que adquiere la materia organizada y viva: *Omnia ex cellula*. Generalmente es más ó menos esférica, pero puede afectar la forma poliédrica, aplanada, lenticular, cilíndrica, prismática, etc.

La célula animal está constituida especialmente por una sustancia más ó menos blanda, que es el protoplasma; cuando es completa contiene un núcleo, y comunmente una cubierta exterior que se llama membrana celular.

Tejido conjuntivo.—Este tejido es muy abundante en el organismo y recibe varios nombres según las partes en que se encuentra. El principio inmediato de que está compuesto en su mayor parte, es una materia jelatígena, que por la ac-

ción del agua hirviendo se convierte en jelatina.

El *tejido adiposo* está compuesto de células llenas de sustancias grasas.

Tejido muscular.—El principio inmediato que constituye esencialmente los músculos es la fibrina, llamada *miosina* ó *musculina*, para distinguirla de la fibrina de la sangre. Además de la fibrina existe en el tejido muscular agua, albúmina, caseína, grasas, creatina, creatinina, carnina, ácido inósico, ácido sarcoláctico, xantina, hipoxantina, inosita, etc.

Cuando se hierve la carne con agua resulta un líquido que se llama *caldo*, el cual contiene materias grasas, creatina, creatinina, ácido inósico, inosita, ácido sarcoláctico, albúmina, caseína, productos de la alteración de la fibrina, las sales minerales de la carne y algún otro principio. La *creatina* y la *creatinina* son dos alcalóides débiles que reaniman al enfermo por su propiedad ligeramente excitante. El caldo del cocido contiene, además de los principios de la carne, las sustancias solubles de los garbanzos y la grasa del tocino.

El *extracto de carne* se prepara hirviendo la carne en pedazos con agua hasta obtener todo lo soluble, y evaporando después los líquidos hasta consistencia de extracto.

Tejido epidérmico.—Comprende este tejido la epidermis, pelo, lana, cuernos, uñas, pezuñas, plumas, escamas y barbas de ballena. El principio inmediato que forma esencialmente estos tejidos se llama *keratina*, y parece ser el mismo en todos ellos bajo diferentes estados de agregación.

Tejido nervioso.—Comprende este tejido el cerebro, la médula espinal, los ganglios nerviosos y los nervios. Se halla compuesto de varios principios inmediatos que son: ácido fosfoglicérico, cerebrina, lecitina, neurina, oleina, ácidos grasos combinados, etc.

Tejido óseo.—Este tejido se diferencia de los demás en el predominio de las materias minerales. Son éstas el fosfato de cal (57 por 100), carbonato de cal (8 por 100), y cortas cantidades de fosfato de magnesia y fluoruro de calcio. La materia orgánica de los huesos se llama *oseina*, por la acción del agua hirviendo se convierte en jelatina (V. pág. 134). Se encuentra en la proporción de 30 por 100.

Además de las aplicaciones que tienen los huesos para hacer objetos, se emplean para obtener jelatina, para abonos de las tierras, para preparar el negro ó carbon animal, para obtener por la calcinación el fosfato de cal, etc.

Los *dientes*, el *cuerno de ciervo* y el *marfil* tienen una composición análoga á los huesos, pues se hallan formados de fosfato y carbonato de cal y una materia jelatígena parecida á la oseina de los huesos.

Sangre.—Este líquido existe en los animales contenido en vasos particulares de paredes más ó menos elásticas y animado de un movimiento circulatorio. En estado de vida la sangre está formada de una parte líquida que se llama *plasma* y una parte sólida que son los *glóbulos*, los cuales se hallan en suspensión en el plasma. Cuando la sangre sale de los vasos y se deja en

reposo se divide en dos partes: una líquida amarillenta, llamada *suero*, y otra sólida roja, que se llama *coágulo* ó *cruor*.

La composicion química de la sangre, segun Dumas, es como sigue:

COÁGULO..	{	Fibrina.	3	130
		Glóbulos.	2	
		Hematosina	125	
		Materia albuminosa. 125		
SERO..	{	Agua.	700	10
		Albúmina	70	
		Oxígeno.		
		Azoe		
		Acido carbónico		
		Materias extractivas		
		Grasa fosforada		
		Colesterina.		
		Serolina.		
		Acido oléico		
		Acido margárico.		
		Cloruro de sodio.		
		Cloruro de potasio		
		Cloruro amónico.		
		Carbonato de sosa		
		Carbonato de cal.		
		Carbonato de magnesia.		
		Fosfato de cal.		
		Fosfato de sosa.		
		Fosfato de magnesia.		
Sulfato de potasa.				
Lactato de sosa				
Sales de ácidos grasos fijos				
Sales de ácidos grasos volátiles.				
Materia colorante amarilla				
				1.000

Segun los trabajos analíticos más recientes, los principios que se encuentran en la sangre son los siguientes: *materias orgánicas*; fibrina, albúmina, hemoglobina, grasas y sales alcalinas de ácidos grasos, lecitina, colesterolina, cortas cantidades de urea, azúcar, creatina y creatini-

na y ácido úrico? *materias minerales*; agua, fosfatos, sulfatos y carbonatos alcalinos, cloruro de sodio, cloruro de potasio, fosfato de cal, fosfato de magnesia, hierro é indicios de sílice. Además se encuentran los gases oxígeno, nitrógeno y ácido carbónico.

Los elementos histológicos que se encuentran en suspension en el plasma ó parte líquida de la sangre son los siguientes: 1.º los glóbulos rojos ó células sanguíneas; 2.º los glóbulos blancos ó leucocitos; 3.º granulaciones moleculares sumamente pequeñas.

La hemoglobina y lecitina forman parte exclusivamente de los glóbulos sanguíneos, debiendo advertir que el *hierro* se halla como elemento componente de la hemoglobina ó materia roja de la sangre. (Véase mi *Tratado de Química Orgánica*, 2.ª edición, t. II, pág. 689.)

Linfá.—Es un líquido amarillento, opalino y de olor especial, que existe en los vasos linfáticos. Se coagula como la sangre, y su composición es parecida. Contiene agua, fibrina, glóbulos blancos, albúmina, grasa y sales.

Quilo.—Es un líquido blanco, lechoso, que existe en los vasos quilíferos. Tiene una composición parecida á la sangre: agua, fibrina, glóbulos blancos, albúmina, grasa y sales. Se coagula lentamente dividiéndose en suero y coágulo, el cual es gelatinoso.

Saliva.—Es un líquido viscoso, compuesto de agua, ptialina, mucus y sales. La *ptialina* actúa como fermento sobre las materias amiláceas, convirtiéndolas en glucosa.

El papel de la saliva en la digestion, no es únicamente el de convertir las materias amiláceas en glucosa por la accion de la ptialnia, sino que ademas desempeña una funcion importante, que es favorecer la division y mezcla de los alimentos, y facilitar la deglucion del bolo alimenticio.

Jugo gástrico.—Es un líquido segregado por las paredes del estómago, compuesto de agua, un ácido libre, sales y gasterasa ó pepsina. El ácido libre se creyó que era el ácido clorhídrico; pero despues se ha dicho que es el ácido láctico, y segun otros un fostafo ácido: lo más probable es que existan los dos ácidos clorhídrico y láctico. La *gasterasa ó pepsina* es un principio azoadado que actúa como fermento sobre las materias alimenticias protéicas haciéndolas solubles y convirtiéndolas en peptonas ó albuminosas.

Jugo pancreático.—Es un líquido segregado por el páncreas. Se halla compuesto de agua, albúmina, un principio albuminóideo, parecido á la caseina, y varios fermentos mal conocidos, de los cuales uno trasforma las materias protéicas en peptonas, otro convierte el almidon en glucosa y un tercero que divide las grasas en glicerina y ácidos grasos. Estos fermentos han recibido el nombre de *pancreatina*.

Bilis.—Es un líquido verdoso, de sabor amargo y de reaccion alcalina, que es segregado por el hígado, y se halla contenido en un reservatorio llamado vejiga de la hiel. La bilis contiene sosa y potasa en combinacion con los ácidos cólico ó glicocólico y taurocólico ó coléico; ademas contiene colessterina, materias

grasas y dos materias colorantes, una verde biliverdina y otra parda bilifulvina.

La bilis ofrece reacciones especiales que permiten reconocerla en pequeñas cantidades en un líquido: 1.^a Si se mezcla el líquido que contenga la bilis con dos tercios de su volumen con ácido sulfúrico concentrado, y se añaden 4 ó 5 gotas de una disolución de azúcar, hecha con 1 parte y 5 de agua, se produce una coloración violada. 2.^a Tratando un líquido que contenga bilis con ácido nítrico con vapores rojos, se produce por su acción sobre la materia colorante de la bilis, coloraciones verdes, azules, violadas, rojas y amarillas. Este ensayo debe hacerse en un tubo alto y delgado.

Mucus.—Es una materia espesa y viscosa, segregada por las membranas mucosas. Se halla constituido por el principio llamado *mucina*, que se ha indicado en la pág. 136. Contiene además un poco de grasa, materias extractivas indeterminadas, sosa combinada con la materia orgánica y sales, especialmente cloruros.

Leche.—Es un líquido blanco y opaco, segregado por las mamas de las hembras de los mamíferos. Los cuerpos principales que contiene son: agua, manteca, azúcar de leche ó lactina, caseína y sales, todo lo cual se halla en suspensión en el agua formando una emulsión. La leche se altera fácilmente, entrando en putrefacción la caseína y convirtiéndose en fermento, que actúa sobre la lactina y la convierte en ácido láctico, el cual la coagula y forma grumos, en cuyo caso se dice que la leche se corta. Para re-

generarla se añade un poco de carbonato de sosa.

La leche es muy usada como alimento, siendo objeto de varias adulteraciones. La adulteracion más comun consiste en separar la crema y añadir agua; ademas agregan almidon, emulsion de cañamones, harina, etc. La separacion de la crema se conoce por varios medios: 1.º Por el lacto-densímetro de Quevenne, que es un areómetro que marca la densidad de la leche é indica si se ha añadido agua ó se ha extraído la manteca. 2.º Por el cremómetro, que consiste en una campana dividida en 100 partes, en la cual se echa la leche despues de agitada, y se deja por veinte horas en un sitio fresco para que suba la manteca á la parte superior, y se observa las divisiones que ocupa. La buena leche debe dar 9 á 14 partes de crema. El almidon y la harina se descubren en la leche por medio de la tintura de iodo que produce una coloracion azul.

Cuando la leche se agria la añaden carbonato de sosa para neutralizar el ácido. Dicha sal se conoce observando si por la adicion de algunas gotas de ácido acético y calentando, no se coagula inmediatamente la leche, y si ademas se produce efervescencia. En el caso de que sea necesario añadir gran cantidad de ácido acético para que se coagule la leche, es prueba de que contenia carbonato de sosa. Tambien agregan á la leche ágría creta y magnesia, pero se conocen porque se depositan en el fondo.

La composicion química de las leches puede verse en los cuadros siguientes:

Cuadro sobre la composicion de diferentes leches.

LECHE de	Densidad.	Peso del agua.	Peso de las partes sólidas.	Peso del azúcar.	Peso del caseo y materias extractivas.	Peso de la manteca.	Peso de las sales por incineracion
Mujer.....	1,03267	889,08	110,92	43,64	39,24	23,66	1,33
Vaca.....	1,03338	814,06	135,94	33,03	55,15	36,12	6,64
Burra.....	1,03457	890,12	109,88	50,46	35,65	18,53	5,24
Cabra.....	1,03353	844,90	155,10	36,91	55,14	56,87	6,18
Yegua.....	1,03314	904,30	95,70	32,76	33,35	24,36	5,23
Perra.....	1,04162	772,08	227,92	15,29	116,88	87,95	7,80
Oveja.....	1,04098	832,32	167,68	39,43	69,78	51,31	7,16

Composicion de la leche de mujer en 1000 partes.

	Media.	Máximum.	Mínimum.
Densidad	1,03267	1,04648	1,02561
Peso del agua.....	889,08	916,67	352,30
Peso de las partes sólidas.....	110,92	147,70	83,33
Peso del azúcar.....	43,64	59,55	25,22
Peso del cáseo y materias extractivas.....	39,24	70,92	19,32
Peso de la manteca.....	26,66	56,42	6,66
Peso de las sales por incineracion.....	1,38	3,38	0,55

Aplicaciones de la leche.—La leche es un buen alimento, porque contiene todos los principios necesarios para la nutricion; pero es preciso que no esté alterada ni adulterada, pues en este caso en vez de alimento puede ser muy nociva á la salud.

De la leche de vacas se obtiene la manteca que es muy estimada como materia alimenticia.

Tambien se emplea la leche para la fabricacion del *queso*, el cual está constituido por el coágulo ó cuajo de la leche, es decir, por la caseina y manteca despues de haber separado el suero.

Para hacer el *queso* se calienta la leche á la temperatura de 35° y despues se añade el cuajar ó la hierba cuajera (flores de cardo) para que se verifique la coagulacion de la leche, lo cual tarda como una hora. Se recoge el cuajo formando en una especie de tamiz y se le hace escurrir, comprimiéndole despues por algun tiempo con una prensa ó entre dos tablas cargadas de pesos. De esta manera se hace escurrir todo el suero, y despues se divide en pedazos colocándolos en moldes de madera, donde se le vuelve á comprimir. Luégo se introducen los quesos en una disolucion de sal muy concentrada, y cuando están bien salados se lavan con agua caliente y se colocan en la cueva, en donde experimenta el queso una fermentacion especial, de la cual depende el gusto y otras propiedades. Las especies de quesos son muchas, segun la leche que se emplee y las modificaciones al procedimiento general, que es el que hemos expuesto.

El líquido llamado *kumys* es una bebida alcohólica que preparan los kalmucos y otros pueblos de Oriente, haciendo fermentar la leche de yeguas. Colocan la leche en odres de cuero, y mediante un fermento á propósito y la temperatura conveniente, experimenta el azúcar de la leche la fermentación alcohólica. Es muy usado el *kumys* por los rusos como antiescorbútico y contra la tisis. En algunos puntos de Europa preparan el *kumys* con leche de burras y de vacas, exponiéndola á una temperatura de 20° con levadura de cerveza para que fermente; pero lo que se vende entre nosotros por *kumys*, es comunmente una mezcla de leche y cerveza.

Sudor.—Además de la exhalación de gases que se verifica por la piel, se segrega un líquido llamado sudor, producido por unas glándulas pequeñas que se hallan implantadas en gran número en el espesor de la dérmis. La excreción por la piel es necesaria para la vida, pudiendo sobrevenir la muerte si se impide totalmente.

Los cuerpos que contiene el sudor son los siguientes: agua, ácidos fórmico, butírico y propiónico (cortas cantidades), ácido sudórico, urea (en corta cantidad), cloruros alcalinos, especialmente el cloruro de sodio, fosfatos de sosa, cal, etc.

Orina.—Es un líquido segregado por los riñones. Antes de salir al exterior se acumula en un reservatorio membranoso llamado vejiga.

El estudio de la orina es de gran importancia, porque contiene varios principios que varían

según las condiciones del organismo, lo cual puede servir de guía para el conocimiento de los fenómenos internos. Los principios que existen en la orina se separan de la sangre porque ya son impropios para la asimilación, y por lo tanto, para la vida animal.

En estado normal, la orina humana es un líquido trasparente de color amarillo de ámbar, de reacción ligeramente ácida, de olor característico, y su densidad varía entre 1,005 y 1,03. Cuando se deja en reposo, se enturbia, formándose un depósito de mucus.

Con el tiempo se descompone, sobre todo cuando la temperatura es algo elevada, y desprende un olor fuerte amoniacal, debido á que la urea experimenta una fermentación por la influencia del mucus convertido en fermento (pág. 150).

La orina humana en estado normal contiene las sustancias siguientes: *materias orgánicas*; urea, ácido úrico, ácido hipúrico, creatinina, xantina, indican y mucus; *materias minerales*; agua, cloruro de sodio, cloruro de potasio, sulfatos alcalinos, fosfato ácido de sosa, fosfato de cal, fosfato de magnesia, cortas cantidades de sales amoniacales é indicios de hierro, sílice y nitratos. Los gases contenidos en la orina son: ácido carbónico, nitrógeno y oxígeno.

La composición cuantitativa de la orina humana, según Lehmann, es la siguiente:

Agua.	931,42
Materias sólidas.	68,58
	1000,00

Las materias sólidas contienen:

Urea.	32,91
Acido úrico.	1,07
Acido láctico	1,55
Extracto acuoso	0,59
Extracto alcohólico.. . . .	9,81
Lactato amónico.	1,96
Cloruro de sodio y cloruro amónico.	3,60
Sulfatos alcalinos.	7,29
Fosfato de sosa.	3,60
Fosfato del cal y magnesia.	1,18
Mucus	0,10
	63,72

En la orina de los animales carnívoros existe en mayor cantidad la urea que en la de los herbívoros, y el ácido úrico se encuentra en menor proporción que en la del hombre. En general, á medida que aumenta la cantidad de urea disminuye la de ácido úrico. El ácido hipúrico es muy abundante en los animales herbívoros.

Las proporciones de las materias contenidas en la orina varían según la especie, edad, sexo, estado de gestación, momento del día antes ó después de la digestión, trabajo físico é intelectual, naturaleza y cantidad de los alimentos, y por fin, el estado patológico del individuo, apareciendo en este último caso cuerpos nuevos que no se hallan en la orina normal.

Entre los cuerpos anormales de la orina, uno de los más notables es la glucosa ó azúcar de uva, que aparece en los casos de diabetes sacarina y en la enfermedad de Bright. La existencia del azúcar en la orina se descubre por varios medios; uno de ellos consiste en mezclar una porción de orina con un volumen igual de diso-

lucion de potasa cáustica, cuyo reactivo produce un color pardo si existe azúcar. También se descubre por el líquido cupro-potásico, añadiendo á la orina algunas gotas del reactivo y calentando; en el caso de existir azúcar se precipita sub-óxido de cobre de color rojizo (página 101). Otros medios pueden emplearse para descubrir la glucosa en la orina, que pueden verse en mi *Tratado de Química Orgánica*, tomo II, pág. 765, segunda edicion.

La urea se obtiene evaporando la orina hasta consistencia de jarabe, y añadiendo ácido nítrico que forma cristales de nitrato de urea, estos se purifican por repetidas cristalizaciones, y se descomponen con carbonato de plomo ó de barita; el producto se trata con alcohol hirviendo, y por evaporacion resulta la urea. Artificialmente se obtiene la urea calentando al rojo una mezcla de cianuro ferroso-potásico y bióxido de manganeso, para que se forme cianato de potasa, el cual se separa por lixiviacion con agua, y se trata la disolucion con sulfato amónico, que forma sulfato de potasa cianato amónico ó urea; se evapora el líquido y el residuo se trata con alcohol, que sólo resuelve la urea. La urea cristaliza en prismas incoloros, solubles en agua y en alcohol; es susceptible de fermentar por la influencia del mucus contenido en la orina, desprendiendo ácido carbónico y amoniaco.

Liebig consideró la urea como cianato anómalo de amoniaco y la asignó la fórmula C^2NO , NH^4O . Berzelius la consideró como

amoníaco copulado; y en el día se tiene como una amida del ácido carbónico.

CAPÍTULO XXI.

Productos pirogenados.

Se da este nombre en general á los cuerpos que resultan de la accion del fuego sobre las materias orgánicas. Se obtienen principalmente por la operacion llamada *destilacion seca*, que consiste en someter las materias orgánicas á una temperatura elevada en aparatos destilatorios, de modo que puedan recogerse los productos.

Destilacion seca de la madera.—Esta operacion se hace en grande en el extranjero, obteniendo carbon vegetal que queda de residuo, y recogiendo los productos pirogenados, entre los cuales el ácido piroleñoso ó ácido acético y el alcohol metílico tienen gran importancia. Ademas aprovechan las breas resultantes, de las cuales se obtienen tambien por destilacion otros productos de gran interes.

Aunque no están bien conocidos todos los productos pirogenados resultantes de la destilacion de la madera, expondremos el siguiente cuadro, que comprende los que se hallan mejor conocidos:

PRODUCTOS RESULTANTES DE LA DESTILACION SECA DE LA MADERA.

1.º	Acido carbónico. (óxido de carbono.
Productos gaseosos....	Carburo oleífico ó bicarburo de hidrógeno. Gas de los pantanos ó protocarburo de hidrógeno.
2.º	Agua.
Productos líquidos solubles en agua.....	Acido acético (ácido piroleñoso). Acetona. Acido oxifénico. Espíritu de madera (alcohol metílico). Acetato de óxido de metilo. Lignona ó xilito. Mesito. Xileno.
3.º	Líquidos y volátiles (piroleínas). Sólidos y volátiles (piroestearinas). Sólidos fijos (piretinas).
Productos insolubles en agua, de consistencia oleosa ó semi sólida.	
4.º	
Resíduo.....	Carbon vegetal.

Breas.—Los productos insolubles en agua, de consistencia oleosa ó semi-sólida que resultan en la destilacion seca de las materias orgánicas, en general reciben el nombre de breas. La más importante es la brea de pino llamada *brea de los arsenales y alquitran*, la cual se obtiene quemando imperfectamente en hoyos cónicos la madera de pino. Esta brea es la que se usa en medicina contra las enfermedades de los órganos respiratorios, y la que se emplea en los arsenales para carenar los buques.

La *brea de enebro ó miera* se obtiene como la brea de pino, quemando la leña de enebro. Se emplea para curar la sarna de los ganados.

La composicion de las breas varía segun las materias de que proceden; en general puede representarse como se ve en el cuadro siguiente:

**PRODUCTOS RESULTANTES DE LA DESTILACION DE LA BREA
VEGETAL.**

Productos líquidos y volátiles. . . (Piroleínas.)	{ Creosota. Eupiona. Picamara. Capnomero.
2.º Productos sólidos y volátiles. . . (Piroestearinas.)	{ Parafina. Cedireto. Pitacala. Criseno y pireno. Naftalina. Eblaina.
3.º Productos sólidos y fijos. (Piretinas.)	{ Resina empreumática.

Además se producen varios alcalóides artificiales.

Brea de hulla.—Esta brea resulta como producto secundario en la obtencion del gas del alumbrado por la destilacion seca de la hulla ó carbon de piedra. Cuando se somete la brea de hulla á la destilacion, resultan cuerpos muy importantes, de los cuales los más conocidos son los siguientes:

PRODUCTOS DE LA DESTILACION DE LA BREA DE HULLA.

Carburos de hidrógeno.	Alcalóides.	Acidos.
Bencina.	Anilina.	Acido fénico.
Tolueno.	Quinoleína.	Acido rosólico.
Cumeno.	Picolina.	Acido brusólico.
Cimeno.	Parvolina. etc.	
Naftalina.		
Antraceno, etc.		

En el lugar correspondiente hemos tratado de los productos que ofrecen más interes, resultantes de la destilacion de la brea de madera y

de la de hulla; y en este lugar sólo trataremos de la creosota y de la parafina.

Creosota.—El líquido que con este nombre se encuentra en el comercio, no es un principio puro, sino una mezcla de cresilol, ácido fénico y algunos otros cuerpos pirogenados.

Se obtiene la creosota del modo siguiente: se destila la brea de leña y se saturan los productos con potasa; después se evapora la mezcla para separar los cuerpos volátiles de la creoseta que queda retenida por la potasa. El residuo de la evaporación se trata con ácido sulfúrico diluido, que se apodera de la potasa y deja libre la creosota, sobrenadando bajo la forma de un líquido oleoso, el cual se decanta y destila, recogiendo solamente el producto que pasa á 203°. Es un líquido incoloro cuando está puro, pero toma color en contacto del aire, de olor fuerte, desagradable, y sabor acre y cáustico; hierve á 203° y es soluble en alcohol y éter.

La creosota es un cuerpo muy antipútrido, así es que pueden conservarse las materias orgánicas con un líquido compuesto de una parte de creosota y 30 de agua. También se usa la creosota contra la cáries de los dientes y dolor de muelas, pero debe emplearse mezclada con alcohol, por que sola es muy cáustica y destruye los tejidos.

Parafina.—Segun Reichenbach, tiene por fórmula ($C^{60} H^{60}$), pero no están de acuerdo los químicos sobre su verdadera composición, y posible es que el producto llamado parafina sea una mezcla de varios carburos de hidrógeno muy parecidos.

La parafina se obtiene de la brea de leña, y existe en abundancia en los productos de la destilación de la cera, en los petróleos de América y en las breas de turba.

En el día se obtiene en grande para la fabricación de bujías de los productos de la destilación del *boghead* (esquistos bituminosos blancos), dejando enfriar los aceites pesados que la tienen en disolución. Se purifica disolviendo la masa impura en alcohol amílico y añadiendo ácido sulfúrico, que forma ácido sulfo-amílico, el cual disuelve las materias extrañas y se precipita la parafina. Después se destila la parafina en una corriente de vapor, y se la blanquea con un poco de negro animal. El ácido sulfo-amílico reproduce el alcohol amílico, el cual se separa por destilación, pudiendo servir para una nueva operación.

La parafina es blanca y nacarada; cristaliza en hermosas láminas, fusible á 43°, volátil sin descomposición, y arde con llama blanca. Es poco soluble en alcohol, pero muy soluble en éter, bencina y en el petróleo. Es indiferente en las combinaciones, por lo cual se la dió el nombre de parafina (*parum affinis*.)

La parafina tiene varias aplicaciones: puede servir para reemplazar á los baños de aceite, porque se mantiene líquida sin alterarse á una temperatura elevada.

Se emplea para hacer las llamadas *bujías de carbon de piedra*, las cuales tienen un bello aspecto; pero no pueden servir para los países meridionales como España, porque en el verano se doblan y se deforman.

En perfumería se ha empezado á usar la parafina para hacer pomadas; y se ha propuesto emplearla para reemplazar á la cera en la preparacion del papel negativo, usado en fotografía.

Por último, la parafina se emplea para hacer las *telas impermeables*; para esto se hace una disolucion de parafina en bencina, ó mejor en una mezcla de bencina y petróleo, en donde se sumergen por cierto tiempo las telas de hilo, algodón, lana ó seda, y despues se secan. Las telas así preparadas son impermeables al agua.

CARBONIZACION.

Esta operacion consiste en sujetar las materias orgánicas á un fuego fuerte, en vasijas cerradas, de modo que no haya contacto del aire y sólo tengan salida los gases. Por la carbonizacion, el hidrógeno de la materia organica se quema con el oxígeno de la misma produciendo agua, y si queda oxígeno quema tambien parte de carbono, produciendo ácido carbónico y óxido de carbono; ademas, el hidrógeno que no haya sido quemado por falta de oxígeno, se combina con parte del carbono, formando hidrógenos carbonados que se desprenden con los otros gases: si la materia orgánica contiene ázoe, se desprende este gas bajo la forma de óxido ó de amoniaco, segun los casos. Por fin queda de residuo en la carbonizacion la mayor parte del carbono mezclado con las materias minerales que contenia la materia orgánica.

Carbon vegetal.—El carbon vegetal se pre-

para en España por el método llamado de los bosques, empleando madera de encina, de olivo, etc. Hacen un hoyo en el suelo de forma cónica y colocan en el centro un palo fuerte, alrededor del cual van poniendo los pedazos de leña formando otro cono truncado que aparece en la parte exterior del suelo, unido por su base al cono formado en el hoyo; todo lo cubren de ramas y despues de tierra, dejando varios respiraderos. Dan fuego á la pira así dispuesta, y se deja por algunos dias hasta que se verifique la carbonizacion. De este modo tiene lugar una combustion incompleta, desprendiéndose varios gases con el humo, y queda un residuo de la misma forma que la leña, pero de ménos volumen, constituido por carbon y las sales minerales: contiene ademas el carbon vegetal cierta cantidad de hidrógeno, á diferencia del carbon animal, que contiene ázoe.

En el extranjero preparan el carbon vegetal por el método de destilacion seca de la leña, aprovechando por este medio los productos pirogenados que se desprenden.

Carbon animal ó negro de huesos.—El carbon animal se prepara con huesos de animales, dividiéndolos en pedazos y colocándolos en grandes marmitas de hierro que se ponen unas sobre otras, de tal modo, que la segunda sirve de tapadera á la primera, y sólo en la superior se adapta una tapadera, procurando que en todas ellas tengan salida los gases. Estas marmitas se colocan en un horno especial, y se aplica fuego hasta que no se desprendan humos. La

materia gelatígena de los huesos (oseina) se quema imperfectamente, y queda de residuo la mayor parte del carbono asociado del fosfato y carbonato de cal y cierta cantidad de ázoe ó nitrógeno, resultando de la misma forma que los huesos que se pusieron á carbonizar. Después se reduce á polvo, y en este estado se emplea como agente decolorante y para otros usos industriales; pero cuando los líquidos que se han de decolorar son ácidos, es necesario purificarle.

Para purificar el carbon animal, se trata con ácido clorhídrico que disuelve el fosfato y carbonato de cal, quedando solamente el carbono: después se lava repetidas veces con agua, hasta separar por completo las materias extrañas.

Puede obtenerse carbon animal libre de fosfato y carbonato de cal, poniendo en maceración los huesos con ácido clorhídrico; y después la materia gelatígena ú oseina que resulta, bien lavada, se somete á la carbonización en vasijas á propósito. De esta manera propusimos hace algun tiempo preparar el carbon animal purificado, que ofrece algunas ventajas al procedimiento anterior (véase mi *Tratado de Química Orgánica*, t. II, pág. 809, segunda edición).

NEGRO DE HUMO.

El negro de humo, llamado polvos de imprenta, porque es la base de la tinta de imprenta (pág. 50), se prepara de la manera siguiente:

Se quema la madera de pino, los residuos de la extraccion de la trementina y otras materias resinosas en un horno en que haya una débil corriente de aire, y comuniqué con un espacio cilíndrico, terminado en su parte superior por un cono con una abertura; en esta parte cónica hay otro cono de lienzo á manera de capitel, que puede subir y bajar por medio de una polea para que se desprenda el carbon adherido por el golpe del mismo. En el vértice del cono hay tambien una pequeña abertura que permite entrar una débil corriente de aire. Puede practicarse más fácilmente esta operacion, haciendo que comuniqué el horno con un espacio cerrado, pero con ventanas provistas de una tela á manera de mangas que permitan la salida de los gases y quede el carbon, el cual se fija en las paredes.

El negro de humo está compuesto de un 80 por 100 de carbono; el resto es de resina empireumática y sales. La materia resinosa impide al negro de humo mezclarse con el agua, pero se le puede privar de esta materia por lociones con alcohol, ó mejor, calcinándole en cilindros de palastro y lavándole despues con ácido clorhídrico. Cuando se somete á esta última operacion, resulta un excelente negro de humo para la tinta de imprenta y la pintura. El negro de humo puede servir para decolorar líquidos, pero es necesario privarle ántes de la materia resinosa que contiene.

El negro de humo inglés le preparan quemando los productos resultantes de la destila-

ción del carbon de piedra, pero es un negro de malas condiciones.

El llamado *negro de lámpara* le preparan quemando materias grasas de poco precio en grandes lámparas de nivel constante, y recibiendo los productos en una serie de tubos anchos de hierro, que comunican entre sí.

CAPITULO XXII.

Fenómenos químicos de la vida vegetal.

Composicion general de las plantas.—Cuando se somete á la desecacion un órgano ó tejido vegetal queda un residuo, cuyo peso es muy variable segun la cantidad de agua que se haya desprendido por la desecacion; si dicho residuo seco se somete á la accion del fuego en contacto del aire, se quema la mayor parte y queda otro residuo de *cenizas* que representan las materias minerales que existian en el tejido. La parte que se quema, ó sea la materia orgánica, se halla compuesta en todas las plantas de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y cortas cantidades de azufre, por lo cual se han llamado estos elementos orgánicos (V. pág. 5). Algunos consideran tambien como elemento orgánico vegetal al hierro, admitiendo que existe en la clorofila ó materia verde vegetal, á la manera que existe en la hemoglobina ó materia roja de la sangre de los animales.

En las cenizas se encuentran principalmen-

te los cinco elementos siguientes; potasio, calcio, magnesio, hierro y fósforo; además se encuentran frecuentemente sodio, litio, manganeso, silicio y cloro, y en las plantas marinas el yodo y bromo. Rara vez, y en muy corta cantidad, se encuentran los elementos aluminio, estroncio, bario, cobre y otros metales, así como también fluor, lo cual nos explica la existencia del fluoruro de calcio en ciertos tejidos animales, procedente de los alimentos vegetales. Todos estos elementos se hallan formando ciertas sales que indicaremos despues.

NUTRICION VEGETAL.

Teniendo presente la composicion general de las plantas, se comprende que son elementos necesarios para la nutricion vegetal el carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, que forman la masa orgánica propiamente dicha. Tambien son elementos indispensables el potasio, calcio, magnesio, hierro y fósforo, que se encuentran principalmente en las cenizas, y respecto de los otros elementos mincrales que tambien aparecen en las cenizas no son tan necesarios en general en la vida de las plantas.

Para comprender el *origen de los elementos* en el reino vegetal, conviene distinguir las dos épocas que en general ofrece una planta durante su vida: 1.^a, *germinacion*; 2.^a, *vegetacion propiamente dicha ó nutricion*.

Durante la *germinacion*, el embrión se desarrolla y crece á expensas de la materia que

constituye el perispermo ó los cotiledones de la semilla, que están allí como los pechos de una madre para alimentar al nuevo sér hasta que él por sí mismo pueda tomar sus alimentos del aire y de la tierra. Para que se verifique la germinacion, es necesario que la semilla esté bien fecundada y madura, la presencia del agua, del aire y del calor. Con estas condiciones, colocada la semilla en el suelo, empieza por ablandarse por la accion del agua é hincharse, rompiéndose las tunicas seminales, para dar paso al rejoy, que se dirige al interior de la tierra para ser luégo la raíz. Despues se desarrolla la plúmula, dirigiéndose en sentido opuesto al rejoy; sale al exterior y se convierte en tallo, resultando de este modo un nuevo sér igual á aquel de quien procede la semilla. Durante este primer desarrollo de las plantas, se verifican fenómenos fisicos y químicos, sacando el embrion los elementos, al convertirse en un nuevo sér, de la misma semilla. La materia que constituye el perispermo, y si éste no existe, la materia de los cotiledones, se convierte en un líquido emulsivo que alimenta al embrion en la primera fase de su vida.

Se verifica una reaccion química que vamos á examinar: en el perispermo ó en los cotiledones se encuentra fécula, y á su lado existe un principio sulfuro azoado que, por la accion del aire, humedad y temperatura conveniente, se convierte en fermento, el cual actúa sobre la fécula y la trasforma en dextrina y azúcar que, disueltas en el agua, forman el líquido emulsi-

vo de que hablamos ántes. Durante esta fermentacion hay absorcion de oxígeno del aire con formacion de ácido carbónico que se desprende, y tambien debe formarse agua por combinacion de dicho oxígeno con hidrógeno de la semilla, puesto que, pasada ésta, se ve que la pérdida de peso no corresponde al carbono que constituye el ácido carbónico; sino que es mayor la pérdida, lo cual es debido á que se forma tambien agua á expensas del hidrógeno de la semilla.

Terminada la germinacion, viene la segunda época, la *vegetacion propiamente dicha*, durante la cual, la planta se nutre por sus hojas, que toman los elementos de la atmósfera, y por su raíz, que los toma de la tierra. Veamos cómo llegan á formar parte de la planta los elementos orgánicos, y cómo se asimilan para constituir los órganos y tejidos. Su procedencia es mineral; los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno y ázoe, que forman la materia orgánica de las plantas, eran ántes materias minerales, que por una serie de fenómenos físicos y químicos, se convierten en materias orgánicas, como diremos á continuacion.

Origen del carbono.—Este elemento procede en las plantas del ácido carbónico que existe en el aire atmosférico y tambien del que se halla en disolucion en el agua absorbida por las esponjiolas radicales. La descomposicion del ácido carbónico se verifica en las células verdes por la influencia de los cuerpos clorofilianos, mediante la accion de la luz, desprendiéndose

oxígeno y fijándose el carbono que sirve para nutrir la planta.

Que el carbono procede del ácido carbónico, es un hecho plenamente probado, pues desde muy antiguo se sabe la facultad que poseen las partes verdes de las plantas de descomponerle, por la influencia de la luz, desprendiendo el oxígeno y fijando el carbono. Saussure lo demostró de una manera incontrovertible con el siguiente experimento: colocó siete plantas de vinca pervinca en un recipiente lleno de una atmósfera artificial, compuesta de aire atmosférico que contenía $7\frac{1}{2}$ por 100 de ácido carbónico; de modo que las raíces de las mencionadas plantas entraban en un vaso, estando el orificio del recipiente cerrado con mercurio y cubierto de una capa de agua. Otras siete plantas de la misma especie colocó en otro aparato semejante, pero que no contenía absolutamente nada de ácido carbónico. Dichas plantas de vinca pervinca pesaron antes del experimento 2,707 gr., sin contar en este peso el agua de vegetación, y dieron por su carbonización 0,528 gramos de carbono. Al cabo de seis días observó que las plantas que vivieron en la atmósfera que contenía ácido carbónico, suministraron por su carbonización 0,629 gr. de carbono, lo cual nos dice que absorbieron 0,101 gr. de carbono, que no podía proceder de otra parte que del ácido carbónico descompuesto. Las plantas que vivieron en el aparato desprovisto del ácido carbónico perdieron, por el contrario, un poco de carbono en vez de adquirirlo.

Las plantas acuáticas descomponen también el ácido carbónico disuelto en el agua mediante la influencia de la luz, apropiándose el carbono y desprendiendo oxígeno, como lo prueba el experimento que se hace de la manera siguiente: se introducen en un vaso con agua algunas hojas, exponiéndolas á los rayos directos del sol, y se observa que se desprenden burbujas de oxígeno procedente del ácido carbónico descompuesto.

Por último, si en sílice pura se siembra una semilla en circunstancias á propósito, germina y se desarrolla el vegetal, siempre que se tenga cuidado de regarle con agua de lluvia, y renovar el aire de la campana con que se cubre, para que el experimento se verifique con más exactitud y delicadeza. Es cierto que la mayoría de las plantas necesitan otras condiciones para vivir; pero citamos este hecho con el sólo objeto de probar que el carbono procede del ácido carbónico que existe en el aire atmosférico, y del que se halla en disolución en el agua que absorben las plantas. Es indudable que el carbono que necesita el vegetal para su desarrollo, así como los demás elementos, los toma de los principios que existen en la atmósfera, por lo cual dijo el célebre químico Dumas, que *las plantas, y lo mismo los animales, no son más que aire condensado.*

Las plantas, desprovistas de clorofila como los hongos y las verdaderas parásitas, no descomponen el ácido carbónico, necesitando para nutrirse de carbono tomar este elemento de

materias orgánicas en descomposicion ó bien de los jugos de las plantas sobre que viven.

El acto de descomposicion del ácido carbónico por la clorofila de las plantas se llamaba ántes *respiracion vegetal*, cuya denominacion es impropia, porque es un acto de nutricion, estando demostrado hoy que la verdadera respiracion de las plantas se verifica de un modo análogo que en los animales, segun diremos despues.

Origen del hidrógeno.—El hidrógeno, que forma parte de las materias no azoadas, procede del agua que absorben abundantemente las raíces, y en algunos casos al través de otros órganos. En los principios vegetales, en que el hidrógeno se halla en conveniente proporcion con el oxígeno para formar agua, se concibe perfectamente la existencia del hidrógeno, suponiendo que son combinaciones del agua con el carbono, como sucede con los azúcares, féculas, gomas y otros principios neutros; pero en los casos en que las materias no contienen el oxígeno en proporcion con el hidrógeno para formar agua, como en los cuerpos grasos, las esencias, varios ácidos, etc., hay que suponer que el agua es descompuesta por el vegetal, apropiándose el hidrógeno necesario para formar la materia orgánica. No hay pruebas directas que demuestren esto, pero puede admitirse que el agua se descomponga de una manera análoga que lo hace el ácido carbónico, interviniendo tambien los rayos químicos de la luz. No es violento admitir esta hipótesis, una

vez que sabemos que el agua se descompone con mayor facilidad que el ácido carbónico, y no sería aventurado suponer que algunas corrientes eléctricas, que se produzcan en el interior del vegetal, sean también causa de la descomposición del agua.

El hidrógeno que constituye las materias azoadas, proviene del amoníaco, como ahora diremos al hablar del origen del nitrógeno.

Origen del nitrógeno ó ázoe.—Según la opinión de Liebig, el nitrógeno de las plantas procede del amoníaco, que se produce en grandes cantidades por la putrefacción de las materias orgánicas azoadas. Es absorbido bajo la forma de carbonato amónico, porque el amoníaco se combina con el ácido carbónico, y la sal formada se disuelve en el agua de lluvia que luego humedece las raíces de las plantas. El carbonato amónico es descompuesto en el interior del vegetal, y se cree que el amoníaco no se descomponga, sino que se asimila, suministrando el nitrógeno á los principios vegetales y al mismo tiempo el hidrógeno que se encuentra en las materias azoadas.

Liebig asegura que la cantidad de amoníaco que se produce por la putrefacción es más que suficiente para proveer de nitrógeno á las plantas. Ha demostrado su existencia en las aguas de lluvia, de lo cual puede cualquiera cerciorarse haciendo el siguiente experimento: se evapora á sequedad una porción de agua de lluvia recién caída, añadiendo ántes un poco de ácido sulfúrico ó hidrocórico: estos ácidos

se combinan con el amoniaco y le ñjan, resultando como producto de la evaporacion á sequedad sulfato amónico ó cloruro amónico, que fácilmente se reconoce por el olor vivo á amoniaco que exhala al tratarlo con hidrato de cal, y por el precipitado amarillo que da con el cloruro platínico: la nieve contiene tambien amoniaco, segun Liebig, cuya presencia se reconoce por el mismo procedimiento.

Como prueba de que las plantas absorben amoniaco que les sirve para elaborar los principios azoados, cita Liebig varios hechos muy curiosos, que no dejan duda á creer que las plantas absorben los elementos nitrógeno é hidrógeno bajo la forma de amoniaco. Dice el célebre químico de Munich, que en 1834, tratando de averiguar la cantidad de azúcar contenida en varias especies de arces, encontró que el azúcar obtenida desprendida gran cantidad de amoniaco. Igual observacion hizo en el zumo de abedul, en el cual halló tambien amoniaco. La sávia que fluye de las vides en la primavera, acidulada con ácido hidrocórico, da por evaporacion una materia gomosa que, tratada con cal, desprende amoniaco. El zumo de reñolachas y el de hojas de tabaco contienen tambien amoniaco. Encuéntrase además este cuerpo en ciertas raíces, en el tallo, en las flores, en los frutos verdes, y en general en todas las partes de las plantas. (*Liebig.*)

Algunos autores, si bien admiten que el amoniaco que existe en la atmósfera puede suministrar nitrógeno á las plantas, creen que no

sea éste el único origen de dicho elemento, fundándose para ello en algunas observaciones de Boussingault. Este autor ha visto que las gramíneas no fructifican en un terreno que carezca de materias azoadas, secándose las plantas después de la florescencia; y si se analizan en este estado, se ve que sólo contienen una cantidad de nitrógeno igual á la que contenian las semillas de donde proceden. Este hecho parece indicar que las gramíneas no toman el nitrógeno del amoniaco, sino de los cuerpos nitrogenados que haya en el terreno.

También observó Boussingault que los guisantes, las alubias, el trébol y otras leguminosas se desarrollan en un terreno exento de materias azoadas, y analizadas las plantas después de la madurez, se encuentra que la cantidad de nitrógeno que contienen es duplo del de las semillas, al paso que las leguminosas que crecen en un terreno con materias azoadas se desarrollan mejor y contienen más nitrógeno. Este hecho nos dice que las leguminosas toman nitrógeno del amoniaco que hay en la atmósfera y de las materias nitrogenadas del terreno.

Es, pues, necesario admitir también como origen del nitrógeno en las plantas, ciertas materias minerales azoadas del terreno, que son las sales amoniacales y los nitratos.

Algunos han creído que pudieran tomar las plantas directamente el nitrógeno, del que se halla en gran abundancia en la atmósfera, mezclado con el oxígeno, pero los experimentos de Boussingault demostraron lo contrario.

En lo que no cabe duda es que el nitrito amónico y el nitrato que en gran cantidad se forman en la superficie de la tierra y en la atmósfera suministran nitrógeno á las plantas. Schoenbein fué el primero que llamó la atención sobre la producción del nitrito amónico cuando se oxida el fósforo en contacto del aire húmedo, y después Kolbe y otros químicos han demostrado que en toda oxidación y en general en las acciones químicas en contacto del aire atmosférico, hay formación de dicho cuerpo.

Origen del oxígeno.—Este elemento le toman las plantas al asimilarse el carbono por la descomposición del ácido carbónico, porque no todo el oxígeno se desprende, según las observaciones de Saussure, puesto que este autor observó que el oxígeno que reemplaza al ácido carbónico no es todo el correspondiente al contenido en dicho ácido, sino que se encuentra en menor cantidad. También asimilan las plantas oxígeno al proporcionarse hidrógeno del agua, así como de los demás compuestos oxidados cuyos radicales fijan. Y por último, es absorbido el oxígeno del aire atmosférico por los diferentes órganos del vegetal que contienen principios ávidos de dicho elemento.

Origen del azufre.—Este elemento, aunque en corta cantidad, se encuentra en todas las plantas, formando parte de los llamados principios sulfuro-azoicos, entre los cuales la albúmina vegetal es el más abundante. Algunas plantas, especialmente las crucíferas, contienen

el azufre en bastante cantidad, y se cree que los sulfatos que contiene el suelo en donde vegetan las plantas, suministran el azufre; dichos sulfatos son absorbidos en disolución en el agua, y se descomponen en el interior de la planta, combinándose la base con ciertos principios orgánicos, y el ácido sulfúrico se reduce asimilándose el azufre.

Segun Holzner, el sulfato de cal es el cuerpo que principalmente utilizan las plantas para asimilar el azufre, siendo descompuesta dicha sal en el interior del organismo por el ácido oxálico que forma oxalato de cal, y el ácido sulfúrico es reducido.

PRINCIPIOS MINERALES DE LOS VEGETALES.

En todas las plantas se encuentran, además de los principios orgánicos, ciertas materias minerales cuya constancia nos dice que son necesarias para la vida vegetal, deducción que ha sido confirmada experimentalmente por Bous-singault, quien ha observado que las plantas mueren si no absorben sustancias minerales. Este autor puso semillas en sitios desprovistos de sales minerales, regándolas con agua destilada, y observó que vivían sin lozanía, concluyendo por marchitarse y morir.

Las sustancias minerales que se encuentran en las plantas son varios óxidos, como potasa, sosa, alúmina, magnesia, óxido de hierro, óxido de manganeso, combinados con ácidos orgánicos ó con ácidos minerales formando sales;

encuéntrese además sílice y varias sales, como sulfatos, fosfatos, nitratos, cloruros y yoduros. Estas materias minerales desempeñan un gran papel en la vida vegetal.

Los ácidos orgánicos que contienen los vegetales se hallan neutralizados por bases minerales, y es tal la necesidad de estar neutralizados aquellos ácidos, que si en el terreno no existen las bases, el vegetal hace un esfuerzo y elabora en su organismo una base orgánica, originándose los alcaloides. Las patatas colocadas en un sitio húmedo echan renuevos, desarrollándose sus yemas, y los tallos que aparecen contienen en gran proporcion un alcaloide llamado *solanina*, cuyo principio no elabora la planta si se desarrollan las yemas en un terreno que contenga las bases minerales cal, magnesia, etc. Las quinas contienen ácido quínico combinado con la quinina, cinchonina y cal, y se ha observado que á medida que la cal aumenta, disminuyen los alcaloides, siendo mayor la proporcion de estos, cuando la de cal es menor. Segun que el terreno en donde crezcan los árboles de las quinas esté más ó ménos cargado de cal, así se forma mayor ó menor cantidad de quinina y cinchonina.

Entre las materias minerales que se encuentran en las plantas las hay insolubles en el agua ó poco solubles, como la sílice, el óxido-férrico, el fosfato de cal, el fosfato de magnesia, etc., cuya introduccion en el vegetal no se comprende á no ser que penetren en estado de sales dobles, ó disueltas en el agua á beneficio

de un exceso de ácido carbónico, ó que se hayan formado en el interior de la planta por doble descomposicion, ó bien que aunque no sean muy solubles en el agua, lo hagan en cortísima cantidad, y al cabo de mucho tiempo se absorba una cantidad apreciable, puesto que la solubilidad de los cuerpos es relativa. Se habia creido que las plantas tenian facultad electiva, porque Saussure regó varias con diferentes disoluciones salinas y vió que unas sales eran absorbidas más que otras; pero aquí no hay eleccion, sino que depende de la mayor ó menor viscosidad de la disolucion, del mismo modo que se observa en un filtro de papel que pasan más ó ménos ciertos cuerpos segun el espesor de las disoluciones, y una cosa análoga sucederá en las enponjiolas radicales, que son filtros perfectos.

Importancia de algunos cuerpos minerales en la vegetacion.—El hierro es uno de los elementos más indispensables para la vida de las plantas, pues segun experimentos hechos por varios fisiólogos, se cree sea necesario para el desarrollo de la clorofila, y como esta materia es necesaria para la descomposicion del ácido carbónico en el acto de nutrirse la planta de carbono, se deduce de aquí la gran importancia del hierro. Generalmente es absorbido el hierro asociado al manganeso, pero en muy corta cantidad, habiéndose observado que en proporcion excesiva es perjudicial á las plantas, en términos que mueren si se las hace absorber disoluciones de sales de hierro.

También se cree que el *potasio* es indispensable para las importantes funciones que desempeña la clorofila, habiendo observado Nobe que si se alimenta una planta de materias en que no existan sales de potasa, no aumenta de peso y además que no se elabora fécula en las células. Las sales de potasa más á propósito para las plantas parece que son el cloruro y el nitrato.

El *sodio*, y por lo tanto las sales de sosa, se cree sean inútiles para las plantas en general, excepto en ciertos casos, como en las plantas barilleras, que contienen en gran cantidad la sosa en estado de oxalato. Respecto del *litio*, dice Sachs, que cuando se halla en disolución en el jugo celular ejerce una acción destructora sobre los tejidos.

El *fósforo*, el *calcio* y el *magnesio* se cree sean indispensables en la vegetación, pues se hallan casi constantemente en las cenizas de todas las plantas, en estado de fosfatos el primero y sales de cal y magnesia los segundos. Los fosfatos se encuentran en la planta asociados á las materias albuminóideas, siendo muy abundantes en los cereales, lo cual prueba la importancia del fósforo en la vegetación.

El papel que desempeña la *cal* en las plantas, parece que es el de neutralizar el ácido oxálico elaborado por las mismas, y que sería indudablemente un veneno encontrándose en estado libre. Además sirve para trasportar el ácido sulfúrico y fosfórico en estado de sulfato y fosfato.

El *silicio* es absorbido en gran cantidad por

algunas plantas en estado de sílice ó ácido silícico muy diluido en agua, y á juzgar por las cenizas de ciertas plantas muy ricas en sílice, parece que debe desempeñar alguna funcion importante; pero se ha observado que por una alimentacion artificial completamente exenta de sílice se desarrollan bien el maíz y otras plantas que en su estado natural contienen en abundancia la sílice.

Algunas plantas contienen gran cantidad de determinadas sales, habiéndose observado que no se desarrollan bien en los sitios donde faltan; esto es lo que ocurre con la parietaria y borraja que contienen gran proporcion de nitrato de potasa; el trébol y la alfalfa, que tienen bastante sulfato de cal; los cereales, que abundan en fosfatos de cal y de magnesia, los equisetos, en los que existe mucha sílice, etc.

De lo dicho anteriormente se infiere la necesidad de añadir á las tierras aquellas sales ó materias minerales de que se empobrezcan por la sucesion de cosechas. En general puede decirse que son útiles para abonar las tierras, el fosfato de cal, el sulfato de cal ó yeso, los nitratos, las sales de potasa, de cal y de magnesia y otras materias minerales, segun los casos y el empobrecimiento del terreno.

RESPIRACION DE LAS PLANTAS Y DIFERENCIA DE ESTE ACTO DE LA DESCOMPOSICION DEL ÁCIDO CARBÓNICO.

Con el nombre de *respiracion vegetal* se han confundido hasta hace poco tiempo fenó-

menos distintos, es decir, la descomposicion del ácido carbónico por las partes verdes de las plantas con desprendimiento de oxígeno, y la produccion de ácido carbónico por las mismas plantas, absorbiendo oxígeno. Eminentes fisiólogos contemporáneos están hoy de acuerdo en que la respiracion de las plantas se verifica de una manera análoga que la de los animales, separando este acto del de la descomposicion del ácido carbónico, que es una funcion de nutricion.

Las plantas respiran lo mismo que los animales: inspiran ó absorben el oxígeno del aire atmosférico, el cual en los tejidos vegetales produce oxidaciones y trasformaciones químicas en las sustancias elaboradas; hay tambien, lo mismo que en la respiracion animal, produccion de calórico, que es el origen de las fuerzas para el movimiento interior en el organismo vegetal; hay, en fin, pérdida de sustancia por consecuencia de la respiracion vegetal ú oxidacion, estando plenamente demostrado que se desprende, como en la respiracion animal, ácido carbónico y agua. Las plantas no son en absoluto un *aparato de reduccion*, como dijo el sabio químico Dumas, sino que en ellas tienen lugar oxidaciones importantes durante su respiracion. El desprendimiento de ácido carbónico se hace más sensible de noche, porque entónces no hay en ausencia de la luz reduccion de este gas por las partes verdes, y esta es la razon por qué ántes se decia que las plantas desprenden oxígeno durante el dia y ácido carbónico durante la noche,

lo cual no es del todo exacto, pues que tambien de dia respiran y producen ácido carbónico, por más que sea una cantidad mínima, comparada con la gran cantidad de oxígeno resultante de la descomposicion del ácido carbónico.

Durante la germinacion de las semillas y cuando se abren las yemas de hojas y de flores, el desprendimiento de ácido carbónico es mayor; así es, que si en un frasco con aire normal se introducen algunas semillas húmedas cuando empiezan á germinar, ó flores en el momento de abrirse, cerrando herméticamente el frasco, se observa despues de algun tiempo que se llena éste de ácido carbónico, en términos que una cerilla encendida se apaga en el momento de introducirla en él. Esto nos dice que las flores en las habitaciones y en gran número pueden impurificar el aire si no hay la ventilacion necesaria; así como en las fábricas de cerveza deberán tener gran ventilacion las habitaciones destinadas para que germine la cebada.

Resulta, pues, que en el organismo vegetal tienen lugar cambios continuos de gases: hay por una parte descomposicion del ácido carbónico con desprendimiento de oxígeno (fenómeno de nutricion vegetal); y por otra obsorcion de oxígeno con desprendimiento de ácido carbónico (fenómeno de respiracion vegetal). El primer fenómeno es mucho más enérgico que el segundo, lo cual se comprende bien; pues habiendo de formar la planta la mayor parte de su masa con el carbono resultante de la descomposicion

del ácido carbónico, necesitan cantidades inmensas de este gas para su nutrición, mientras que en su verdadera respiración es insignificante comparativamente con la producción de ácido carbónico, porque siendo seres inmóviles, apenas necesitan combustión interna para producir fuerzas generadoras del movimiento, bastándoles solamente las fuerzas para el movimiento interior del organismo.

Las plantas viven y se nutren, tomando además de otros principios el carbono del ácido carbónico que se encuentra en el aire que les rodea, y del que se halla disuelto el agua que absorben, de tal modo, que el gas carbónico que pueda haber en exceso en la atmósfera, es descompuesto continuamente por las células verdes, verificándose dos grandes y admirables leyes naturales: 1.º, equilibrio en la composición del aire; 2.º, nutrición de las plantas para formar todos sus compuestos carbonados.

La descomposición del ácido carbónico es un fenómeno químico, que verifica la clorofila, cuya materia verde puede observarse con el microscopio dentro de las células bajo la forma de granitos, interpuestos entre la masa protoplásmica, incolora y movable. En este acto es necesario la intervención de la luz, contribuyendo también una temperatura conveniente, pues conocida es la influencia del calor en la vegetación en general, la cual crece en actividad á medida que se eleva la temperatura, hasta llegar á un *máximum*, pasado el cual, la vegetación decrece á medida que la temperatura es más excesi-

va. Respecto de la luz, su intensidad influye en la mayor descomposicion del ácido carbónico, de tal modo, que la actividad aumenta desde la luz difusa hasta la de los rayos directos del sol; y aquí encontramos la explicacion del porqué las plantas buscan constantemente la luz, cuya accion necesitan para nutrirse de carbono. Hay plantas, sin embargo, que no teniendo clorofila no pueden descomponer el ácido carbónico, y por lo tanto, no necesitan la luz; tales son los hongos y otras plantas humícolas, que se alimentan de productos carbonados resultantes de la descomposición de materias vegetales; y las verdaderas parásitas, que se alimentan directamente del jugo nutricio de las plantas sobre que viven. De modo que tomando el carbono bajo la forma de ciertos compuestos orgánicos, elaborados por otras plantas provistas de clorofila, resulta siempre que el origen del carbono en todo el reino vegetal es el ácido carbónico.

El desprendimiento de oxígeno como resultado de la descomposicion del ácido carbónico, puede observarse fácilmente en las plantas sumergidas en agua, al través de cuyo líquido salen las burbujas de gas oxígeno mezclado con nitrógeno. De los interesantes trabajos de Draper, de J. Sachs y de Pfeffr, resulta, que sólo los rayos luminosos que son sensibles para nuestro ojo, son los que descomponen el ácido carbónico, y que los más enérgicos, es decir, los rayos amarillos, son tambien los más activos para descomponer dicho gas, teniendo por

sí solos tanto poder como los demas rayos del espectro juntos.

ASIMILACION EN LOS VEGETALES Y PRINCIPALES TRASFORMACIONES QUÍMICAS.

Las plantas toman sus elementos del aire y de la tierra, de cuerpos minerales, esto es, del ácido carbónico, del agua, del óxido de amonio y de las sales del terreno. Todos estos cuerpos son oxigenados, siendo de notar que las sustancias asimiladas que forman la masa principal de la materia desecada de las plantas, son principios pobres en oxígeno, y algunos completamente desprovistos de este elemento. Esto nos dice que los fenómenos químicos predominantes en las plantas son de reducción ó desoxidación, habiendo, por lo tanto, gran desprendimiento de oxígeno, según hemos dicho al tratar de la descomposición del ácido carbónico por la clorofila, mediante la influencia de la luz.

Resulta, pues, que los principios minerales que sirven de alimento á las plantas, sufren una desoxidación al convertirse en sustancia vegetal en las células verdes. Después experimentan estas sustancias diversas transformaciones en el interior del organismo vegetal. El eminente fisiólogo alemán J. Sachs distingue con el nombre de *asimilación* las transformaciones de los compuestos nutritivos oxigenados en las células verdes; y con el nombre de *transubstanciación* á las transformaciones ulteriores

que experimenta despues la sustancia vegetal (1). Segun el mismo autor, la asimilacion no se opera más que en las células verdes y mediante la accion de la luz; y la transubstanciacion se verifica en todos los órganos, y en presencia ó ausencia de la luz. Además, por la asimilacion hay eliminacion de oxígeno, mientras que por el segundo fenómeno hay una pequeña absorcion de oxígeno con débil desprendimiento de ácido carbónico; de aquí resulta que por la asimilacion el peso de la materia vegetal aumenta, y por la transubstanciacion hay una ligera pérdida de peso por consecuencia de la oxidacion de las materias asimiladas.

El crecimiento de las plantas se verifica á expensas de las materias asimiladas, las cuales sufren luego varias trasformaciones.

En las células verdes es donde tiene lugar la verdadera asimilacion con las diversas sustancias introducidas en la planta. La célula es un laboratorio químico donde se elabora la sustancia orgánica (2). El carbono, el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno, etc., que penetran en el interior de la célula, los unos

(1) SACHS: *Traité de Botanique*.

(2) Las partes de que se componen las células vegetales son las siguientes: 1.º, una membrana exterior, elástica, cerrada por todas partes, que se llama *membrana celular* ó *pared de la célula*, y que se halla constituida por celulosa; 2.º, una parte blanda y no elástica, homogénea ó granulosa, llamada *protoplasma*, que está constituida por sustancias albuminóideas; y 3.º, un cuerpo redondeado envuelto por el protoplasma, y formado por una sustancia semejante

libres y los otros en combinacion, forman por la accion de la luz y por las atracciones de la clorofila, las sustancias ternarias y cuaternarias. Por la descomposicion del ácido carbónico con fijacion del carbono, en presencia del agua, toman nacimiento las sustancias llamadas hidratos de carbono, principalmente el almidon, y á veces el azúcar. El almidon, en las células con clorofila, sufre varias metamorfosis químicas ántes de llegar á los tejidos para el crecimiento ó á los reservatorios nutritivos y despues continúan las trasformaciones.

En las remolachas, durante su crecimiento, el almidon producido en las hojas se transforma en el peciolo en glucosa, la cual á su vez aparece tambien en los tubérculos, convirtiéndose en azúcar de caña (Sachs). En los tubérculos del *Helianthus tuberosus*, el almidon se convierte en inulina, siguiendo á lo largo del tallo para condensarse en los tubérculos subterráneos. En las patatas, el almidon formado por las hojas se transforma en los tejidos conductores en una sustancia análoga á la glucosa, y se reune en los tubérculos á medida que crecen, aparecien-

al de ésta, cuyo cuerpo se llama *núcleo*, y comunmente se halla compuesto de varios *nucleolos*.

Entre la masa del protoplasma existen generalmente algunos huecos llamados *vacuolos*, en los que se encuentra un líquido acuoso que se llama *jugo celular*.

La parte esencial de la célula, y que nunca falta, es el *protoplasma*, siendo la que da origen á las demas.

do la gran cantidad de almidon que en ellos existe. Los frutos y las semillas, ántes de la maduración contienen generalmente la glucosa en abundancia; despues de la maduración desaparece la glucosa en las semillas á medida que los reservatorios nutritivos se llenan de almidon. En el ricino, la materia grasa de albúmen se forma á espensas de una materia azucarada que la semilla toma del tallo; el embrión de esta planta, lo mismo que el de las semillas de las crucíferas, es el sitio de una formación transitoria de almidon en granitos pequeños, que desaparecen en la madurez, hallándose reemplazados por el aceite graso (Sachs).

Respecto del sitio en que se forman las sustancias protéicas ó albuminóideas, se cree sea en el interior de las células verdes, de donde no faltan nunca, puesto que constituyen el protoplasma, parte esencial de la célula. Su producción se cree sea debida á las reacciones que tienen lugar entre el amoníaco y los principios neutros, separándose los elementos del agua, de modo que pueden considerarse como nitrilos de las sustancias neutras celulosa, fécula y azúcar.

Las trasformaciones químicas que experimentan las sustancias elaboradas en las células son muy várias, originándose diversos principios inmediatos, pero la ciencia no ha llegado hasta ahora á explicar todas estas misteriosas reacciones. Créese, sin embargo, que los ácidos vegetales se forman por la oxidación de las materias neutras; éstas resultan de cambios isomé-

ricos del almidon ó por hidratacion de este cuerpo, como sucede al azúcar. Los aceites esenciales son producidos probablemente por la desoxidacion de las sustancias neutras con intervencion del agua, y respecto de las resinas se comprende bien que se formen por una oxidacion subsiguiente de las esencias. La formacion de las grasas se atribuye á una desoxidacion de las féculas y azúcares. Durante la germinacion de las semillas leguminosas, la caseína de los cotiledones se convierte por un cambio isomérico en albúmina; en las gramíneas el principio protéico del albúmen se hace soluble, y por consecuencia de la gran oxidacion que tiene lugar en la germinacion, se forma esparaguina. En los frutos durante la maduracion, la pectosa se trasforma en pectina, y ésta en ácido péctico, y el ácido tánico se cree se convierte en azúcar.

Respecto del empleo especial de ciertas sustancias orgánicas acumuladas, pueden hacerse algunas conjeturas: probablemente los hidratos del carbono y los cuerpos grasos se trasforman en las membranas celulares constituidas por celulosa, y éstas á su vez se trasforman en gomas y mucílagos. Las sustancias protéicas forman el protoplasma celular y parte de los granos clorofilianos, produciendo por oxidacion incompleta esparaguina y quizá los alcalóides.

CAPÍTULO XXIII.

Fenómenos químicos de la vida animal.

COMPOSICION QUÍMICA DE LOS ANIMALES
Y ORIGEN DE LOS ELEMENTOS.

En los animales, lo mismo que en los vegetales, se encuentra por el análisis que todos se hallan formados de sustancias organizadas y varias sales ó materias minerales, que nunca faltan y que son necesarias para la vida. La materia organizada animal se halla compuesta de los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y á veces fósforo. También se encuentra el hierro como elemento orgánico en la hemoglobina ó materia colorante de la sangre. Estos elementos tienen su origen en el reino vegetal directa ó indirectamente; pues unos animales se alimentan de plantas, otros de animales herbívoros, y algunos, como el hombre, de vegetales y animales, de modo que siempre resulta que el reino animal toma sus principios componentes del reino vegetal. Las materias minerales que se encuentran en los animales también las toman de las plantas que les sirven de alimento, excepcion hecha de algunas como el agua y ciertas sales, que pueden tomar directamente del reino mineral.

En los alimentos se encuentra el origen de la materia que constituye toda la masa animal,

experimentando en el organismo muchas y muy variadas transformaciones químicas, principalmente en dos actos importantísimos de la vida, en la digestion y respiracion, de lo cual nos ocuparemos despues.

RELACION ENTRE LOS TRES REINOS MINERAL, VEGETAL Y ANIMAL.

Hemos dicho ántes que las plantas tomán sus elementos del aire y de la tierra, de cuerpos enteramente minerales: el ácido carbónico, el agua, el óxido de amonio y las sales que existen en el terreno.

Los compuestos binarios, ácido carbónico, agua y óxido de amonio, son descompuestos por los vegetales, apropiándose el carbono, el hidrógeno y el amonio; por lo cual dijo Dumas que el reino vegetal es un *gran aparato de reduccion*.

Al contrario, el *reino animal es un gran aparato de combustion*. Como diremos más extensamente al tratar de las *oxidaciones del organismo*, el oxígeno atmosférico absorbido por la respiracion actúa sobre las sustancias preparadas por la digestion y sobre los tejidos, oxidándolas y destruyéndolas, siendo reemplazadas á cada instante por nuevos principios.

Los animales son un manantial constante de ácido carbónico y vapor de agua que exhalan de sus pulmones y por la piel, y que es resultado de una verdadera combustion verificada por el oxígeno absorbido que quema las mate-

rias orgánicas: producen tambien los animales constantemente amoniaco, que segregan los órganos urinarios bajo la forma de urea. Este producto sale en la orina, y por una reaccion que se conoce con el nombre de fermentacion amoniacal, se convierte la urea en carbonato amónico, sirviendo de fermento el mucus que la acompaña. El carbonato amónico sirve, como dijimos al hablar del origen del nitrógeno en las plantas, para suministrar á éstas dicho elemento.

Tenemos, pues, que son productos constantes de la vida animal, el agua y ácido carbónico exhalados por los pu'mones y la piel, y el amoniaco por las orinas. Estos productos son precisamente los que necesitan los vegetales para su existencia, de donde resulta una admirable armonía entre los dos reinos vegetal y animal; los productos del animal sirven para la vida del vegetal, y la vida animal se sostiene á expensas del reino vegetal. Lo que uno produce, el otro destruye; lo que el uno quema, el otro reduce.

Hay una relacion admirable, sublime, entre los dos reinos vegetal y animal, que el sabio Dumas ha representado por medio de la siguiente

BALANZA QUÍMICA ENTRE ANIMALES Y VEGETALES.

REINO VEGETAL.

Es un aparato inmóvil de reduccion.

Reduce el ácido carbónico, agua y óxido de amonio, fijando el carbono, hidrógeno y amonio.

Desprende oxígeno.

Toma sus elementos del aire y de la tierra.

Trasforma la materia inorgánica en orgánica.

Absorbe calor y conduce la electricidad.

REINO ANIMAL.

Es un aparato móvil de combustion.

Quema el carbono, hidrógeno y amonio, desprendiendo ácido carbónico, agua y óxido de amonio.

Consume oxígeno.

Da sus elementos al aire y á la tierra.

Trasforma la materia orgánica en inorgánica.

Produce calor y electricidad.

Los principios que sirven para la vida de las plantas son enteramente minerales; es decir, que del reino mineral toman las plantas sus elementos y convierten la materia inorgánica en materia orgánica, la materia muerta en materia viva.

La materia sigue un círculo eterno: del reino mineral al vegetal; del vegetal al animal; y de ambos vuelve otra vez al reino mineral.

Profundizando más en el curso que siguen los elementos y en los cambios que experimentan, veremos que la relacion es muy íntima entre los tres reinos mineral, vegetal y animal, resultando un equilibrio admirable. En la atmósfera y en la tierra existe la materia mineral, que por reacciones naturales se convierte en materia orgánica y viva, formándose las plantas; la materia vegetal, como hemos dicho ántes, pasa á formar parte de los animales herbívoros, y de éstos á los carnívoros, resultando que el reino

vegetal depende del mineral y supone su anterior existencia, así como el reino animal depende del vegetal y supone la preexistencia de éste. Pero la materia siempre es la misma, y no hay aumento ni disminucion de ella, bien se encuentren siendo muerta ó viva: hay un movimiento continuo de los elementos, que pasan del reino mineral al vegetal, del vegetal al animal, y de éstos otra vez al mineral, sin perderse ni un átomo siquiera de materia, como tampoco se pierde nada de fuerza en el gran laboratorio de la Naturaleza.

Se concibe muy bien que podria representarse por una gran ecuacion química el estado de los cuerpos en el principio del mundo y el estado de hoy, pero ecuacion variable en cada momento, porque incesantemente varían las reacciones, y la materia no cesa en su movimiento continuo, que es en lo que consiste la existencia del mundo material.

Las sustancias minerales, especialmente el ácido carbónico, agua y amoniaco, se convierten en sustancias orgánicas formándose los vegetales. Estos dan parte de sus elementos á los animales, y los principios que no pasan á los animales, se convierten, cuando mueren las plantas, en agua, ácido carbónico y amoniaco, como dijimos al tratar de las fermentaciones: los animales durante su vida desprenden constantemente agua, ácido carbónico y amoniaco, y cuando mueren, por la putrefaccion, pasan tambien á ser agua, ácido carbónico y amoniaco; que en esto, en último resultado, se con-

vierten todos los seres orgánicos animales y vegetales.

Por lo dicho se ve que podemos representar las reacciones que experimenta la materia por *fuerzas*, de cuyo concurso resulta un admirable equilibrio, pero equilibrio movable entre los tres reinos, por lo cual se ha dado á esta parte de la química que trata del equilibrio de la materia en los tres reinos, el nombre de *Estática química*.

DIGESTION.—ALIMENTOS.

La *digestion* comprende el conjunto de fenómenos físicos y químicos, por los cuales los alimentos se trasforman en productos susceptibles de ser mezclados con la sangre, para reparar las pérdidas del organismo y sostener la vida. Sólo nos ocuparemos de los fenómenos químicos.

Los actos de la *digestion* son seis: 1.º, *prehension* de los alimentos; 2.º, *masticacion* é *insalivacion*; 3.º, *deglucion*; 4.º, *quimificacion* ó *digestion* estomacal; 5.º, *quilificacion* ó *digestion* intestinal; y 6.º, *defecacion*. Los alimentos introducidos en la boca son triturados por los dientes, mezclándose con la saliva y reuniéndose sobre el dorso de la lengua en una pequeña masa que se llama *bolo alimenticio*, el cual pasa de la boca al estómago por la faringe y el esófago. En el estómago se ablandan los alimentos por la acción del jugo gástrico, y se convierten en una masa pultácea que se llama

quimo. Formado éste se relaja el píloro, y el estómago efectúa movimientos que conducen la masa alimenticia hácia aquel orificio y la vierten en el intestino delgado, en donde el quimo se trasforma en quilo con el concurso de la bilis, del jugo pancreático y otras secreciones glandulares. El quilo formado pasa á lo largo del intestino delgado y es absorbido por las paredes de éste, mientras que una porcion de alimentos no digeridos pasan al intestino grueso y recorren su extension hasta ser expelidos al exterior.

Teniendo presente esto y la composicion y propiedades de los flúidos digestivos (pág. 141), trataremos de los alimentos y de las transformaciones que experimentan durante la digestion.

Alimentos.—Los alimentos son todos los productos orgánicos y minerales susceptibles de trasformarse por la digestion en una materia conveniente, para reparar las pérdidas del organismo. Los alimentos fuéron divididos por Liebig, en *azoados ó plásticos* y *no azoados ó respiratorios*, diciendo que los primeros sirven para la renovacion de los tejidos animales, y los segundos para ser quemados dentro del organismo, produciendo el calor animal. Despues se ha visto que esta clasificacion no es exacta, porque tambien son quemados los alimentos azoados ó plásticos; y de los no azoados tenemos las grasas, que no son quemadas totalmente, ántes de formar parte de los tejidos. Por esta razon se hace hoy otra division de los alimentos, que es más completa y está más

conforme con el papel que desempeñan en el organismo. Esta clasificacion es la que exponemos en el cuadro siguiente:

CLASIFICACION DE LOS PRINCIPIOS QUE COMPONEN
LOS ALIMENTOS.

1.º		{	Agua.
Sustancias minerales. . .		{	Sales.
		{	Aire.
		{	Celulosa.
2.º		{	Materia amilácea.
Sustancias neutras no azoadas (hidratos de carbono).		{	Dextrina.
		{	Inulina.
		{	Liquenina.
		{	Gomas y mucílagos.
		{	Azúcar de uva (glucosa).
		{	Azúcar de caña (sacarosa).
		{	Azúcar de leche (lactosa).
3.º		{	Estearina.
Materias grasas.		{	Margarina.
		{	Oleína.
4.º		{	Albúmina.
Materias albuminóideas y congéneres.		{	Fibrina.
		{	Caseína.
		{	Jelatina.
		{	Condrina.

Materias minerales.—El agua y la mayor parte de las sales minerales, especialmente el cloruro de sodio, son absorbidos sin sufrir ninguna modificacion en el tubo digestivo. Los álcalis y los carbonatos alcalinos son neutralizados por los ácidos del jugo gástrico, y el fosfato de cal se hace soluble.

Las sales que se encuentran en los alimentos son: cloruros de sodio y potasio; fosfatos de sosa, de potasa, de cal y de magnesia; sulfatos de

sosa de potasa, de cal y de magnesia; fluoruro de calcio: sales de sosa, de potasa y cal, formadas por ácidos orgánicos, sales de hierro y de magnesia; nitratos alcalinos y de cal, y sílice.

Estos principios se encuentran generalmente en las materias alimenticias vegetales y animales, pero algunos pueden tomarse directamente del reino mineral, como el agua y las sales que contiene este líquido. Las materias minerales son necesarias para el desarrollo de ciertos órganos y tejidos, lo cual nos dice que la alimentación mineral tiene gran importancia, y esto mismo nos explica en ciertos casos la acción de las aguas minerales que suministran algunas sales necesarias en la economía mineral.

Materias neutras no azoadas.—Estos alimentos son de origen vegetal.

La *celulosa* tiene poca importancia como alimento, y sólo la que se presenta en un estado de desagregación á propósito puede sufrir la transformación en dextrina y glucosa por los flúidos digestivos.

El *almidón* se transforma fácilmente en dextrina y glucosa, haciéndose soluble por la acción de los flúidos digestivos, de una manera análoga que se verifica la transformación por el fermento diástasa. La saliva, el jugo pancreático y el jugo intestinal, son los flúidos que convierten los alimentos feculentos en productos solubles (glucosa). La bilis y el jugo gástrico no actúan sobre las féculas. Los principios que actúan sobre las féculas son sulfuro-azoados; en el jugo pancreático la pancreatina, en el jugo

intestinal otro principio azoado, y en la saliva el principio llamado por Miahle diástasa salivar (ptialina). Los tres líquidos digestivos que transforma las féculas en glucosa, poseen reaccion alcalina, debido á las bases combinadas con el principio activo; pero esta alcalinidad no es necesaria para la sacarificacion de las féculas, siendo probable que el objeto de los álcalis sólo sea para contribuir á la conservacion de la materia protéica. No toda la glucosa que se forma por la fermentacion sacárica de las féculas es absorbida por los capilares y vasos quilíferos, sino que una porcion de glucosa (especialmente por una nutricion feculenta y azucarada) se encuentra en el intestino delgado, y lo mismo que en el ciego, observándose una reaccion muy ácida en el yeguno, ileon y ciego. Esta acidez procede de una fermentacion láctica que experimenta el azúcar en dichos intestinos, y probablemente se verifica tambien la fermentacion butírica.

En cuanto á la *dextrina* y las sustancias congéneres con el almidon, experimenta la misma trasformacion que éste.

La *glucosa* se disuelve sin sufrir trasformacion, si bien parte que no es absorbida experimenta la fermentacion láctica en los intestinos. El *azúcar de leche* se comporta como la glucosa. El *azúcar de caña* se transforma rápidamente en azúcar invertido (glucosa y levulosa), absorbiendo agua por la accion de los ácidos, y probablemente de las materias protéicas. Esta trasformacion tiene lugar en el estómago y en el intestino.

Las *gomas y mucilagos* son sustancias coloides, no difusibles al través de las paredes membranosas, siendo necesario para servir á la nutrición que sufran alguna modificación. Esta modificación no es bien conocida; pero se sabe que no desempeñan papel importante en la nutrición, pues en su mayor parte salen al exterior con los excrementos.

Materias grasas.—La modificación que experimentan estos cuerpos por los fluidos digestivos son la saponificación y emulsión.

La saliva y el jugo gástrico no tienen acción sobre las grasas, de modo que no sufren modificación en la boca ni en el estómago. En el intestino es donde se modifican las grasas por la acción del jugo pancreático, la bilis y el jugo intestinal, cuyos líquidos tienen la propiedad de emulsionarlas; el jugo pancreático es el más activo y al que se debe especialmente la modificación de las grasas saponificándolas y emulsionándolas. A medida que avanzan las grasas en el intestino delgado, la emulsión es cada vez más perfecta, especialmente en las últimas ramificaciones de los quilíferos, y de los capilares donde nace la vena porta.

Materias albuminóideas ó protéicas.—Estas materias sufren una modificación, por la cual se hacen solubles y absorbibles en el estómago, pero también la experimentan en el intestino, aunque no tanto como en el estómago, que es donde principalmente son digeridas. El jugo gástrico es el que actúa sobre las materias protéicas, siendo el principio activo la *pepsina* (pá-

gina 141), que es una sustancia sulfuro-azoadá que actúa como un fermento sobre las materias protéicas, haciéndolas solubles. La pequeña cantidad de ácido libre que contiene el jugo gástrico, es necesaria para que obre la pepsina; así es que neutralizando con un álcali el jugo gástrico no actúa. De la misma manera la solución de pepsina ligeramente ácida pierde su poder digestivo cuando se neutraliza con un álcali. También pierde su poder digestivo el jugo gástrico y la solución de la pepsina por la ebullición.

Al trasformarse las materias protéicas insolubles en materias solubles por la acción de la pepsina en presencia de una pequeña cantidad de ácido libre, no cambiaban sensiblemente de composición elemental, y solo experimentan una modificación molecular. Las materias solubles que se forman en esta reacción, se llaman *peptonas* ó *albuminosas*, las cuales no se coagulan ni se cuajan, y tienen poca tendencia á precipitar por las sales metálicas. La albúmina soluble y las materias protéicas que llegan al estómago en disolución son coloides, y por lo tanto no pueden pasar por las membranas animales sin sufrir alguna modificación por la pepsina. Haciendo experimentos con el jugo gástrico ó con pepsina acidulada, se observa que la albúmina de huevo fresca pierde la propiedad de coagularse y se transforma en peptona. La caseína es precipitada y coagulada por el jugo gástrico antes de ser digerida.

En resumen, las materias neutras no azoa-

das se trasforman por la digestion en último término en glucosa, las grasas se saponifican y se emulsionan, y las materias protéicas se convierten en albuminosas ó peptonas.

Cuanto más compacta y más dura sea una materia alimenticia, resiste más á la accion de los agentes digestivos: así el almidon cocido es más rápidamente absorbido que el almidon crudo; el almidon se absorbe mejor que la celulosa; las materias protéicas crudas se digieren mejor que las que se han coagulado por el calor, y los tejidos elásticos, córneos, fibrosos y tendinosos, resisten enérgicamente á la accion digestiva.

Principales materias alimenticias.—Segun lo que acabamos de exponer, los alimentos más á proposito para reparar las pérdidas del organismo, son aquéllos que contienen en proporciones convenientes las cuatro especies de materias señaladas en el cuadro de la pag. 192, es decir, materias minerales, materias neutras grasas y materias protéicas.

La *leche* nos ofrece el mejor ejemplo de un buen alimento porque contiene las cuatro especies de materias en proporciones convenientes, y por esta razon sirve por sí sola de alimento en la primera época de la vida.

Las principales materias alimenticias son la leche, huevos, pan, semillas de leguminosas y cereales, la carne muscular, patatas, chocolate, vino, cervezas, materias grasas, frutos diversos, etc. Algunos de estos alimentos contienen las cuatro especies de materias necesarias para

la nutrición; pero en otros faltan algunas, ó se encuentran en corta proporción, siendo necesario por esta razón combinar la alimentación de unos con otros, para que resulte una mezcla, que será tanto mejor, cuanto contengan las cuatro especies de materias en las proporciones convenientes.

ABSORCIÓN Y ASIMILACIÓN.

Los alimentos digeridos, ó sea la parte de los mismos que se ha hecho soluble por las reacciones químicas de la digestión, pasa á formar parte de la sangre para renovar las pérdidas de ésta y de todos los tejidos del organismo. Algunos líquidos y materias solubles son absorbidas directamente del estómago por las venas capilares que serpentean en las paredes de este órgano y en el intestino delgado; pero la mayor parte de las peptonas, materias neutras solubles y materias grasas modificadas, son absorbidas por los capilares de la vena porta y por los vasos llamados quilíferos. Estos vasos tienen su nacimiento en la membrana mucosa intestinal, y se reúnen en ramas que marchan entre las dos láminas del mesenterio. Atraviesan los ganglios llamados mesentéricos, y vienen á desembocar en el canal torácico, que á su vez va á terminar en la vena subclavía izquierda, en donde se mezcla con la sangre, reparando sus pérdidas. Se cree que los vasos quilíferos absorben las materias grasas, agua y sales, y los capilares de la vena porta las peptonas, glucosa, agua y sales.

La absorcion por los vasos capilares y quilíferos se verifica al traves de membranas delgadas y permeables á los líquidos por la diffusion y endosmose, cuyos fenómenos fisicos tienen lugar en el estómago, en el intestino delgado, y hasta en el intestino grueso. La diffusion de los productos solubles de la digestion es favorecida por un movimiento mecánico de contraccion de las papilas intestinales que producen una diferencia de presion entre el contenido de los vasos y del intestino. La absorcion de las peptonas y glucosa, se verifica bien al traves de las membranas; pero la parte de grasas que no se han saponificado y sólo se encuentran emulsionadas, pasa con dificultad, porque mojadas estas membranas por líquidos acuosos, deben resistir á la imbibicion de las grasas. Sin embargo, las secreciones intestinales, y especialmente la bñlis, favorecen la absorcion, haciendo las paredes más aptas para la imbibicion. Los quilíferos absorben más grasas que las últimas ramificaciones de la vena porta. Durante la digestion la sangre de la vena porta contiene más agua y líquido intercelular; y la proporcion de grasas de albúmina y materias extractivas es menor; la fibrina es más consistente y se parece más á las de otros vasos. El quilo es más abundante despues de la comida, más turbio y de aspecto lechoso, especialmente despues de una alimentacion grasa.

Las trasformaciones que experimentan los productos solubles de la digestion despues de mezclarse con la sangre, no son bien conocidas.

ni en el estado actual de la ciencia es posible decir con certeza las modificaciones que experimentan para formar los órganos y tejidos. Se sabe que una parte de la masa absorbida atraviesa con la sangre de la vena porta un órgano importante, el hígado (en donde se elabora cierta cantidad de azúcar), y la otra porción absorbida por los quilíferos, se mezcla directamente con el torrente circulatorio de la sangre.

La glucosa (resultado de los alimentos neutros no azoados) no forma parte en general de los órganos y tejidos, siendo quemada en la sangre por el oxígeno que va unido á los glóbulos, segun diremos despues. Las materias grasas tambien son quemadas en la sangre, pero no en totalidad, puesto que pasan á formar parte de los tejidos donde sufren despues ultteriores oxidaciones, lo mismo que los principios protéicos.

Las peptonas ó albuminosas (resultado de los alimentos protéicos) son las materias que sirven especialmente para formar los tejidos, interviniendo en esta formacion fuerzas que no son bien conocidas: sin embargo, los fisiologistas modernos admiten que las fuerzas que presiden á la formacion de los tejidos no son engendradas por el organismo, sino que reconocen por causa las reacciones químicas que en éi se verifican. La materia que da lugar á estas reacciones tiene necesidad de repararse por los alimentos convenientemente preparados. Las sustancias alimenticias que despues de digeridas penetran en la sangre, son el origen de estas

fuerzas, porque al quemarse producen calórico, y el calórico da lugar á movimiento, del mismo modo que el movimiento produce calórico. Las reacciones químicas son por consiguiente la causa del desarrollo de las fuerzas que intervienen en el organismo vivo, produciendo un equilibrio movible, que es carácter esencial de la vitalidad.

Una molécula orgánica de un tejido se oxida y se destruye, pero es reemplazada en seguida por otra molécula semejante, que á su vez se destruye tambien para ser reemplazada por otra. Puede admitirse en este caso la hipótesis de que el tejido, á medida que se destruye, encuentra en los alimentos preparados en la sangre las moléculas para regenerarse, precipitándose aquellas por una atraccion molecular. Las peptonas ó albuminosas experimentan varias modificaciones en la circulacion de la sangre, haciéndose aptas para formar los diversos órganos elementales, los que se apoderan de las moléculas de sustancia protéica por una especie de afinidad electiva, sin que se pueda afirmar si cada órgano elige una sustancia á propósito, ó si es la misma para todos convenientemente modificada por el órgano mismo.

Las materias grasas de los alimentos no son susceptibles de una organizacion como las materias protéicas, pero se las encuentra mezcladas con la materia protéica en todos los elementos morfológicos que impregnan, y ademas se encuentran formando depósitos en el tejido celular, siendo separadas de los ju

nutritivos por una atraccion molecular de los tejidos. Las materias grasas se alteran y se oxidan en todo el organismo para producir calórico; y además por sus propiedades físicas deben favorecer el juego mecánico de los órganos.

Las sales minerales, especialmente los fosfatos, desempeñan un papel importante en el organismo, y esto nos lo demuestra la constancia con que se encuentran en las fibras y en las células animales y vegetales, pero no se sabe de qué manera funcionan. Schützenberger emite la hipótesis de que podrán considerarse las sales como centros de atraccion molecular, interviniendo químicamente en las reacciones que se verifican en el órgano elemental para imprimirle una marcha determinada.

OXIDACIONES DEL ORGANISMO.

RESPIRACION.

Los fenómenos químicos que predominan en el organismo animal en el trabajo de destruccion y renovacion de las materias orgánicas son fenómenos de oxidacion, verdaderas combustiones que producen calórico, causa generadora de las fuerzas que presiden al movimiento, ó mejor dicho, al equilibrio movable de la vida. Los fenómenos de oxidacion son los que caracterizan el organismo animal, al contrario que el organismo vegetal, en el cual se verifican fenómenos de reduccion (pág. 180). Sin embargo, no son completamente exclusivos los fenó-

menos de combustion en los animales, ni los de reduccion en los vegetales, pues en los primeros tienen lugar tambien algunas reducciones, por ejemplo, en la formacion de grasas por desoxidacion de las materias neutras y protéicas; y en las plantas se verifican oxidaciones por consecuencia de la verdadera respiracion vegetal (pág. 176).

En este lugar nos vamos á ocupar de las oxidaciones que se verifican en el organismo animal, para tratar despues de la importante funcion llamada respiracion.

Las materias que constituyen todos los órganos de un animal penetran por el tubo digestivo en toda su longitud, por las vesículas pulmonales y la piel. Por el tubo digestivo penetran las materias sólidas y líquidas que constituyen los alimentos; y por las vesículas pulmonales y la piel los elementos gaseosos del aire atmosférico, siendo únicamente útil un elemento, el oxígeno. Despues de absorbidos los alimentos digeridos es cuando empiezan las oxidaciones intra-orgánicas. El oxígeno y las sustancias neutras no se encuentran más que en los líquidos animales, especialmente en la sangre; así es que el azúcar procedente de los alimentos neutros y el azúcar formado en el hígado pasa por los pulmones, pero desaparece en el sistema arterial, en donde es quemado y destruido por la accion del oxígeno. Pero en donde las oxidaciones se manifiestan en más alto grado es en el período de destruccion de los antiguos elementos de los tejidos, para ser

reemplazados de nuevo, mientras que los productos de esta destrucción siguen su curso para ser eliminados al exterior.

Las vías por las cuales son eliminados los productos que ya no sirven para el organismo son los pulmones, la piel, los riñones y la extremidad de los gruesos intestinos, prescindiendo ahora de las materias fecales ó residuos de los alimentos no digeridos. Por los pulmones son expelidos al exterior vapor de agua, ácido carbónico y nitrógeno, y por la piel son expulsados los mismos cuerpos, con más ciertas materias, como el ácido sudórico, ácido fórmico, ácido acético, etc. Con la orina, además del agua y sales minerales, son excretadas al exterior otras materias inútiles en el organismo; la urea, ácido úrico, ácido hipúrico, creatina, creatinina y una materia colorante. Con las materias fecales no son eliminados más que productos de la bilis y de otros líquidos que se vierten en el tubo digestivo.

Si se observa la naturaleza de las materias excretadas, se ve que son productos de oxidación más ó menos sencillos, procedentes de las materias que penetraron en el organismo, es decir, de las sustancias neutras, de las grasas y de las sustancias protéicas que constituían los alimentos. En cuanto á los productos exhalados por los pulmones (vapor de agua, ácido carbónico y nitrógeno), se ve que no son más que los productos que salen en un tubo de combustión de una materia orgánica mezclada con óxido de cobre.

En resumen, en el organismo se verifican constantemente fenómenos de combustion, siendo las materias combustibles los alimentos digeridos y absorbidos, y el cuerpo comburente el oxígeno del aire introducido mediante la respiracion.

Respiracion.—Al gran Lavoissier debemos el conocimiento de esta funcion química, la más importante de la vida animal. El fundador de la química dijo en 1789: «La respiracion no es más que una combustion lenta de carbono y de hidrógeno, semejante en un todo á la que se opera en una lámpara ó en una bujía encendida, y bajo este punto de vista los animales que respiran son verdaderos cuerpos combustibles que se queman y se consumen. En la respiracion, como en la combustion, el aire atmosférico es el que proporciona el oxígeno...» Verdad es que Lavoissier se equivocó respecto del lugar del cuerpo en que se verificaba esta combustion, pues él creia que se verificaba en los pulmones; pero esto nada importa para que reconocamos en el primer genio de la química al verdadero descubridor del fenómeno de la respiracion. Él dió la primera teoría que ha servido de base para los estudios posteriores sobre la respiracion, y la química moderna ha demostrado que, en efecto, la respiracion es una combustion, por más que ésta no tenga lugar solamente en los pulmones, sino en todo el organismo animal. Explicaremos este fenómeno químico, tal como se admite en el dia.

La sangre venosa procedente de todas las

partes del cuerpo contiene en disolucion ácido carbónico en gran cantidad, un poco de nitrógeno é indicios de oxígeno; al atravesar por el aparato respiratorio se pone en contacto con el aire inspirado y le disuelve entónces, mientras que una porcion del ácido carbónico que contiene, obedeciendo á la ley de diffusion de los gases, se desprende por la espiracion. Si la sangre no lleva en disolucion más que una corta cantidad de nitrógeno, disuelve tambien parte de este elemento del aire, pero lo general es que abandone un poco. Ademas, no estando saturado de humedad el aire inspirado, hay desprendimiento tambien de vapor de agua. En resumen, *la respiracion no es más que un cambio entre los gases de la sangre y el aire atmosférico, que se opera en los pulmones (en el hombre y animales superiores), en las branquias (en los peces) ó tráqueas (en los insectos), convirtiéndose por este acto la sangre venosa, que contiene ácido carbónico, en sangre arterial, que adquiere oxígeno.*

Por la contraccion de ciertos músculos se ensancha la capacidad torácica, en donde están situados los pulmones y penetra el aire exterior, y cuando cesa la accion de los músculos se reduce la capacidad á sus dimensiones primitivas. El aire inspirado tiene la composicion del aire atmosférico, es decir:

Nitrógeno	79,200
Oxígeno	20,797
Acido carbónico.....	0,003
	100,000

Y además *agua en vapor*, cuya cantidad es variable, según el estado higrométrico de la atmósfera, pero que jamás llega al máximo de saturación para la temperatura de los pulmones.

El aire espirado tiene por término medio, la composición siguiente:

Nitrógeno.....	81,200
Oxígeno.....	14,797
Ácido carbónico.....	4,003
	100,000

Y además *vapor de agua* hasta saturación del aire espirado, siendo la temperatura la del cuerpo humano 37° cent., y no bajando la temperatura del ambiente de 10°.

Examinando la composición del aire inspirado y la del espirado, se observa que faltan en el segundo 6 por 100 de oxígeno, de los cuales 4 por 100 se han empleado para formar ácido carbónico, teniendo presente que este gas contiene un volumen igual al suyo de oxígeno (1). Observando que son 4 por 100 de ácido carbónico los que se encuentran en el aire espirado, se advierte que de los 6 de oxígeno se han gastado 4 para la formación de ácido carbónico, quedando por consiguiente 2 por 100 de oxígeno. Se admite hipotéticamente que estas dos centésimas de oxígeno se consumen en que-

(1) Según Andral y Cabarret, un hombre quema en veinte y cuatro horas 240 gramos de carbono, produciendo 445 litros de ácido carbónico al día.

mar hidrógeno para formar agua, y los experimentos de Boussingault han demostrado directamente que una fraccion de oxígeno absorbido por los pulmones sirve en efecto para la formacion del agua. Pero no todo el vapor de agua que se exhala por los pulmones ha sido formado con el oxígeno del aire inspirado, sino que es necesario admitir que una porcion de oxígeno procede de la masa alimenticia.

Por consecuencia de la inspiracion pulmonar del aire atmosférico, hay absorcion de oxígeno que va en disolucion física en la sangre, y en disolucion química uniéndose á los glóbulos, por cuya union adquiere el oxígeno, segun las observaciones de Schoenbein, un poder comburente mayor, lo cual nos explica la rapidez con que el oxígeno de la sangre quema los materiales que encuentra. El resultado de esta accion del oxígeno es una combustion lenta de los elementos de la sangre y de los tejidos, que se verifica no solamente en los pulmones, como creia Lavoissier, sino en todo el organismo, como diremos despues. Por esta combustion se forma ácido carbónico y agua; y ademas otros cuerpos más complejos que son productos de oxidacion, aunque intermedios entre los principios inmediatos del organismo y los últimos productos de la destruccion. La combustion da lugar necesariamente á la produccion de calórico, y aquí encontramos el origen de la temperatura en el cuerpo de un animal, como diremos luego.

Veamos ahora cómo se verifica la combus-

trón de las diferentes materias alimenticias que penetraron en el organismo, es decir, de las sustancias neutras no azoadas, de las materias grasas y de las sustancias protéicas.

El azúcar (producto final de las materias neutras) no entra en la constitucion de los órganos, ni aún para la glicogena que se encuentra en el hígado, puesto que ésta se forma á espensas de productos azoados. Además, en la orina normal no se encuentra ningun producto resultante de trasformaciones de estas materias. En el suero de la sangre únicamente se encuentran los ácidos volátiles fórmico, acético, etc., que pueden considerarse derivados de las materias azucaradas; pero estos cuerpos se hallan en proporcion tan mínima, que no tienen importancia para este caso. Las materias neutras que en gran cantidad penetran en el organismo se consumen evidentemente al ser quemadas, produciendo ácido carbónico y agua, prescindiendo ahora de la trasformacion que pueden experimentar convirtiéndose en grasas, mediante una reduccion. El azúcar que se quema en el organismo procede de los alimentos y además del que se forma en el hígado; su combustion es muy rápida, y se verifica en la sangre por la accion del oxígeno de los glóbulos. Sea cualquiera su origen, el azúcar pasa á la vena cava por las venas supra-hepáticas, desde donde atraviesa el tejido pulmonar, y llega al sistema arterial, despues de haber pasado dos veces por el corazon. La cantidad de azúcar disminuye notablemente en la sangre

que va de los pulmones al corazón, y es aún menor en el sistema arterial, llegando á ser nula al salir de la red capilar.

La oxidación de la glucosa en la sangre es favorecida por la presencia de un álcali, lo cual es precisamente lo mismo que se observa en nuestros laboratorios, que el azúcar se quema más fácilmente por el óxido de cobre en presencia de un álcali. El álcali contenido en la sangre no está libre, sino en combinación del ácido carbónico y de la albúmina, en cuyo estado favorece también la oxidación del azúcar. La transformación de la glucosa en ácido carbónico y agua no se verifica de una vez, sino que pasa por varios grados intermedios hasta llegar á los últimos productos de la oxidación: los primeros cuerpos que se forman deben ser ciertos ácidos que saturan el álcali; pero estos ácidos siguen oxidándose y al fin se destruyen, no siendo causa de que desaparezcan la alcalinidad de la sangre, que tanto favorece la combustión lenta del azúcar.

Se ha observado que inyectando glucosa en la yugular, aún en cortas proporciones, pasa la mayor parte á las orinas, lo cual se opone á la facilidad con que se quema el azúcar en los capilares. Esto nos dice que hay algo oscuro sobre la oxidación del azúcar, que en este fenómeno intervienen las funciones del hígado, y que, según la hipótesis de Cl. Bernard, es necesario que el azúcar pase por la glándula hepática para ser apto á la combustión intra-orgánica.

Las *materias grasas*, parte se acumulan en los tejidos, especialmente en el tejido adiposo, y otra parte se quema de la misma manera que el azúcar, produciendo agua y ácido carbónico; y la prueba de que se queman las grasas, es que apenas se encuentran estas materias ni sus derivados en las deyecciones líquidas ó sólidas. Además, Regnault ha observado directamente que los animales alimentados con grasas consumen mayor cantidad de oxígeno que con otros alimentos. Esto está conforme con la composición de las grasas, que contienen poco oxígeno en relación del carbono é hidrógeno.

Cuando un animal está sometido á una alimentación insuficiente, ó se le priva del todo de alimentos, consume la materia grasa del tejido adiposo y las sustancias protéicas; observándose entónces que la relación entre el oxígeno absorbido y el que se exhala bajo la forma de ácido carbónico, es próximamente la misma que en el caso de una alimentación azoada rica en grasas.

La combustión de las materias grasas es también gradual como en el azúcar, es decir, que no se convierten desde luego en ácido carbónico y agua, sino que pasan por varios términos intermedios, formándose por la oxidación los ácidos de la serie grasa, desde el fórmico hasta el capróico, los cuales se encuentran en el sudor. La alcalinidad de la sangre favorece también la combustión de las materias grasas, aunque no de una manera tan marcada como en la glucosa.

Las *materias protéicas* experimentan en el organismo dos géneros de oxidacion. La una completa, produciendo ácido carbónico, agua y nitrógeno libre, como si la sustancia fuera quemada con óxido de cobre; pero la corta cantidad de nitrógeno desprendido por la excrecion pulmonal y cutánea, nos demuestra que esta combustion sólo se ejerce en una débil fraccion de materias azoadas de la masa alimenticia. La mayor parte de las materias protéicas sufre una combustion más lenta, eliminándose solamente una pequeña proporcion de su carbono é hidrógeno en estado de ácido carbónico y agua, y el resto se convierte en cuerpos derivados por oxidacion, los cuales contienen el ázoe, y se encuentran en los productos excrementicios; tales son la urea, ácido úrico, ácido hipúrico, creatina, etc.

Los ácidos grasos volátiles que se encuentran en el sudor, es probable que procedan en parte de la oxidacion de las materias protéicas.

El azufre de los principios sulfuro-azoados debe convertirse por la oxidacion, en presencia de los álcalis, en sulfatos, y así nos lo prueba el hecho observado de que aumentando la alimentacion de las materias protéicas, aumenta la cantidad de sulfatos en la orina; pero no todo el azufre procedente de los alimentos pasa á la orina, sino que una parte es segregado bajo la forma de taurina en la bñlis, en combinacion con el ácido colálico.

De todos los productos de oxidacion de las materias protéicas, el más estable es la urea,

porque este cuerpo es el resultado último de las trasformaciones de las materias azoadas, y la forma más comun en que es expulsado el ázoe del organismo. La urea, introducida en el cuerpo de un animal, sale sin alteracion en las orinas, mientras que el ácido úrico se trasforma en urea, ácido oxálico y ácido carbónico; cuya trasformacion experimenta una gran parte de ácido úrico en la sangre ántes de ser segregado por los riñones. La creatina, creatinina, xantina, hipo-xantina y guanina, se convierten tambien en urea en el torrente circulatorio.

La leucina y tirosina son tambien productos de oxidacion de las sustancias protéicas, pero dichos cuerpos sólo aparecen como materias excrementicias, en los casos de desórdenes profundos, cuando la urea falta más ó ménos. La leucina y tirosina no producen por su oxidacion urea, como los productos anteriores.

El ácido oxálico debe considerarse como un producto anormal, cuando se encuentra en la orina en cantidades algo notables. Este ácido se forma por oxidaciones, tanto de la glucosa y materias grasas, como de las sustancias azoadas.

Teniendo presente que la urea es un producto de oxidacion de las materias protéicas, y la gran cantidad de este cuerpo que sale constantemente en las orinas, no quedará duda de la combustion intra-orgánica de las materias protéicas. La oseina, y en general todas las materias jelatígenas, difieren de la albúmina y la fibrina por la menor cantidad de azufre y de carbono, y la mayor proporcion de oxígeno,

lo cual hace creer que los materiales de la sangre, ántes de fijarse en estos tejidos, han sufrido una oxidacion prévia, si bien no es la oxidacion de destruccion.

Como prueba de las oxidaciones del organismo, se pueden citar las modificaciones que experimentan várias sustancias introducidas en la sangre por absorcion intestinal ó por inyeccion. El alcohol, la cafeina, la salicina, la floridzina, amigdalina, esparraguina, etc., desaparecen en estado de agua y ácido carbónico, ó se encuentran sus derivados por oxidacion en las orinas. La esencia de almendras amargas se convierte en la sangre en ácido benzóico, que pasa al estado de ácido hipúrico en las orinas; y la esencia de canela se convierte en ácido cinámico, que pasan tambien en las orinas en estado de ácido hipúrico. Los citratos, tartratos, malatos y otras sales alcalinas de ácidos orgánicos se queman rápidamente, trasformándose en carbonatos alcalinos que son eliminados por los riñones.

El poder comburente de la sangre es limitado; así es, que cuando hay una supersecrecion de azúcar en el hígado, se acumula este cuerpo en la sangre, y no siendo quemado, sale una gran cantidad en las orinas, como sucede durante la enfermedad llamada diabetes.

Las combustiones que se verifican en el organismo no tienen lugar en un sitio determinado como creyó Lavoissier. Este célebre químico dijo que el sitio de la combustion intra-orgánica era en los pulmones; pero esto no puede admi-

tirse, fundándose en consideraciones físicas sobre la reparticion uniforme del calórico en el cuerpo, y sobre todo en la observacion hecha por Liebig, de que en vez de calentarse la sangre en el pulmon, sufre, por el contrario, un enfriamiento, á causa de la exhalacion del vapor de agua. Lagrange emitió la teoría de que el oxígeno arrastrado en el torrente circulatorio actúa sobre los materiales del cuerpo en la profundidad de los tejidos y en el sistema capilar, cuya manera de pensar ha sido confirmada experimentalmente por Spallanzani y Edwards. En efecto, estos naturalistas han observado que haciendo respirar á las ranas en una atmósfera de hidrógeno puro, continúan exhalando ácido carbónico muchas horas, y que el volumen de este gas es mucho mayor que el de la capacidad de los pulmones. De estas observaciones se deduce de una manera evidente que el gas ácido carbónico desprendido por la respiracion, no ha podido formarse en los pulmones. Además, Liebig ha observado que los músculos de las ranas, puestos al descubierto despues del experimento, conservan su contractibilidad en el aire, en el oxígeno ó en un gas inerte, y que mientras dura esta contractibilidad hay cambio de ácido carbónico de los músculos por oxígeno del aire; habiendo observado tambien que lo mismo se verifica con los músculos exangües, es decir, que el fenómeno es independiente de la sangre.

Segun lo que antecede, podemos creer que *la combustion no se verifica sólo en los pulmo-*

nes, sino que tiene lugar en estos órganos, en la sangre y en todos los tejidos del organismo; y que la respiracion no es más que un cambio de los gases de que está cargada la sangre por los del aire atmosférico, resultando de aquí que en realidad todo el organismo respira, porque en todo él hay combustion y cambio de ácido carbónico y vapor de agua por oxígeno. El cambio de gases entre la sangre y la atmósfera se verifica al través de la membrana pulmonal. El oxígeno absorbido por la sangre y arrastrado en el torrente de la circulacion, atraviesa por endosmose las membranas de los vasos capilares, y penetra en el parenquima de todos los tejidos para ejercer la combustion, y el ácido carbónico y demás gases formados pasan por un camino inverso para ser expelidos á la atmósfera. Además, en la misma sangre se verifica la combustion de una porcion de productos alimenticios, sin que hayan llegado á formar tejidos. Las vías de entrada y de salida para los gases son los pulmones y la piel; y la sangre hace el transporte de estos gases.

El fenómeno de la respiracion se modifica en su mayor ó menor intensidad por varias causas, de las que las principales son: la especie del animal, la capacidad ó dimensiones del mismo, la naturaleza de los alimentos y las condiciones fisiológicas y patológicas del animal en el momento de la respiracion.

Por último diremos que el origen del calórico animal (37° en el cuerpo humano), le encontramos principalmente en las combustiones rea-

piratorias, influyendo la intensidad de éstas y sus variaciones en la temperatura propia del cuerpo de un animal. El calórico engendra el movimiento, así como el movimiento se cambia en calórico, y aquí encontramos el origen de las fuerzas que tiene el organismo vivo en el equilibrio movable que caracteriza la vida.

CAPITULO XXIV.

Conservacion de las materias orgánicas.

La conservacion de las materias orgánicas está fundada en el conocimiento de las causas que dan lugar á las descomposiciones de dichas materias, y es evidente que destruyendo aquellas tendremos los medios de conservacion. En la pág. 22 nos ocupamos, al tratar de las fermentaciones en general, de los agentes que provocan las descomposiciones orgánicas; y teniendo presente lo que se dijo entónces, trataremos ahora de la manera de conservar las materias orgánicas.

Cuando los séres orgánicos, sus partes ó sus productos se hallan privados de vida y en condiciones naturales, se descomponen espontáneamente y van desapareciendo poco á poco, sufriendo várias trasformaciones, hasta convertirse en último término en los compuestos binarios agua, ácido carbónico y óxido de amonio, que se esparcen en la atmósfera, y si contienen azufre y fósforo, en hidrógeno sulfurado y fosforado que despues pasan á ácido sulfúrico

y fosfórico. Las materias animales se descomponen más pronto, porque contienen en mayor abundancia los principios sulfuro-azoados que fácilmente se erigen en fermentos; pero también los seres vegetales se descomponen al cabo del tiempo, no quedando en unos y otros más que las materias minerales que contuvieran. Se verifica, digámoslo así, una disolución de las sustancias orgánicas en el aire atmosférico, á la manera que se disuelve en metal en ácido nítrico, si bien se forman varios compuestos hasta llegar á los últimos términos de la descomposición, agua, ácido carbónico y amoniaco. Para que se verifiquen las descomposiciones orgánicas es necesario la intervencion del aire, humedad y cierta temperatura (de 20° a 30°), contribuyendo mucho á la descomposición ciertos gérmenes que se desarrollan durante las fermentaciones. Clasificando estas metamorfosis orgánicas, se reducen á tres tipos: putrefacciones, fermentaciones propiamente dichas, y eremacausias, que hemos distinguido en la pág. 23.

Un cuerpo orgánico se puede considerar como una mezcla de materias putrescibles, fermentescibles y susceptibles de eremacausia; cuando se encuentra en contacto del aire y en condiciones convenientes de humedad y temperatura, se desarrollan los fermentos, que actuando sobre las materias descomponibles, dan lugar á una serie de putrefacciones, fermentaciones y eremacausias, formándose varios productos intermedios que podrán reaccionar de varios modos, pero que en último término se convierten

en los compuestos binarios, que se disuelven en la atmósfera bajo la forma gaseosa; viniendo á ser la descomposicion una disolucion de gases, por lo cual no es impropio lo que se dice vulgarmente, que cuando un cadáver está en putrefaccion se haya en disolucion.

A cuatro pueden reducirse los medios generales que se emplean para conservar las materias orgánicas: 1.º Eliminacion del agua; 2.º Sus-traccion del aire; 3.º Aplicacion de una tempe-ratura baja; y 4.º Aplicacion de los cuerpos de antisépticos ó antipútridos. La razon de emplear los tres primeros medios se comprende fácil-mente, pues ya sabemos que para que se veri-fiquen las descomposiciones espontáneas es ne-cesario el concurso del aire, humedad y cierta temperatura, bastando que falte alguno de estos agentes para que la descomposicion no tenga lugar. En cuanto á los agentes antisépticos, son ciertos cuerpos que, puestos en contacto de las materias orgánicas, impiden por más ó ménos tiempo su descomposicion espontánea, como luégo diremos.

Primer medio. *Eliminacion del agua*.--Como aplicacion de este medio tenemos la desecacion de las materias orgánicas por medio de la cual se elimina toda la humedad que, como sabe-mos, es condicion necesaria para que se veri-fiquen las fermentaciones; y segun la teoria de Pasteur, no es posible que se desarrollen los gérmenes no habiendo humedad.

Por la desecacion se conservan las plantas medicinales y sus partes, los frutos y semillas

alimenticias. Las pasas, los higos, las ciruelas, dátiles, etc., se conservan desecándolos al sol ó en estufas y hornos á temperatura conveniente. Las legumbres alimenticias se desecan en estufas de doble corriente de aire calentadas á 35°, y despues se les comprime entre hojas de estaño con la prensa hidráulica, reduciéndolas de esta manera á muy poco volúmen, lo cual facilita el transporte. El heno, las zanahorias, patatas, etc., se conservan tambien por desecacion. La desecacion de los cereales en graneros á propósito se refiere igualmente á este método de conservacion; y lo mismo la conservacion del trigo en los silos, que son grandes hoyos que se practican en terrenos secos, y á cierta profundidad.

En la América meridional conservan la carne dividiéndola en pedazos delgados y desecándolos al sol, que es lo que llaman carne seca ó dulce; pero por este medio sólo puede conservarse por uno ó dos meses, siendo necesario para más tiempo hacer la salazon ó encerrarla en cajas, eliminando el aire, como luégo diremos.

Los cadáveres encontrados despues de muchos siglos (mómiás blancas) en terrenos secos y arenosos de las regiones tropicales, deben su conservacion á una desecacion natural.

2.º *Sustraccion del aire.*—Por este medio se evita la accion del aire, que es necesaria para que se inicien las descomposiciones; y además, segun las observaciones de Pasteur, el calor empleado para desalojar el aire destruye los gér-

menes, que son causa de la fermentacion segun dicho químico.

El método de Appert para la conservacion de los zumos y otras materias orgánicas, está fundado en la eliminacion del aire, calentando las vasijas donde se hallan contenidas para que se desaloje el gás. La leche puede conservarse de la misma manera. Las conservas alimenticias se preparan introduciendo los alimentos en una caja de hojadelata; se suelda la tapa, que está provista de una abertura, por la cual se introduce la salsa, llenando toda la caja, y despues de cerrada la abertura, se ponen las cajas en agua hirviendo durante una hora ó más tiempo. Por la accion del calor las sustancias albuminóideas se coagulan, en cuyo estado son ménos alterables. La corta cantidad de oxígeno del aire que quedó en la caja se convierte en ácido carbónico, que ño tiene accion sobre los alimentos. Los pimientos, tomates y otros frutos se conservan por este medio. Las carnes y pescados conservadas de esta manera, se encuentran bien despues de muchos años; pero adquieren un sabor particular, que á veces es repugnante. Las judías y guisantes, préviamente cocidas, se conservan bien en frascos de vidrio llenos y perfectamente cerrados, calentándolos despues en un baño de agua salada á una temperatura algo superior á 100°.

Los huevos se conservan evitando la accion del aire, lo cual se consigue sumergiéndolos en una lechada de cal, que despues forma en la superficie una capa de carbonato de cal, que im-

pide pase el aire al través de los poros de la cáscara, ó bien introduciendo los huevos durante un momento en agua hirviendo para que se forme interiormente una capa de albúmina coagulada, que impide tambien la entrada del aire. Muchos embutidos y otras materias orgánicas se conservan sumergiéndolos en aceite, para que no haya contacto de aire, ó mejor poniéndolos en manteca fundida, la cual se solidifica é impide igualmente el contacto del aire.

En Escocia conservan la carne cocida introduciéndola en vasijas de hoja de lata, que tienen una abertura, la cual se cierra momentáneamente con una soldadura; se exponen estas vasijas durante algun tiempo á una temperatura algo superior á 100°, y entónces se descubre la abertura por medio de un hierro caliente, saliendo una corriente de vapor que arrastra el aire contenido en el vaso, y despues se suelda de nuevo dicha abertura.

3.º *Aplicacion de una temperatura baja.*— Las materias orgánicas no entran en descomposicion cuando la temperatura es muy baja, así es que en la Siberia se han encontrado animales perfectamente conservados entre los hielos, despues de muchos años y siglos. En esto está fundada la práctica de tener en la cueva ó en sitios frescos las carnes, los líquidos orgánicos y otras materias; y la conservacion de las carnes y pescados, cubriéndolos de pedazos de hielo.

En la república Argentina conservan la carne sometiéndola á una temperatura baja en va-

sijas á propósito, en cuyo estado la exportan á Europa.

4.^o *Aplicacion de cuerpos antisépticos.*—

Los antisépticos ó antipútridos actúan de varias maneras sobre las materias orgánicas, evitando su descomposicion; en unos casos absorben la humedad, en otros absorben los gases, y comunmente forman con las materias orgánicas combinaciones especiales que son imputrescibles.

Las sustancias antisépticas que se conocen son muchas: los carbonatos alcalinos, los ácidos minerales y orgánicos, el alcohol, éter, azúcar, las materias resinosas y balsámicas, los aceites volátiles, el ácido salicílico, la creosota, ácido fénico y otros productos pirogenados, el carbon, el tanino y materias astringentes; varias sales como el cloruro de sodio, cloruro amónico, el nitro, hiposulfito de sosa, cloruro de estaño, las sales de alúmina, de hierro, de zinc, de cobre y de mercurio, el ácido arsenioso, el ácido sulfuroso, etc. La mayor parte de los antisépticos evitan ó detienen por lo ménos la descomposicion, porque forman compuestos imputrescibles ó poco putrescibles con las materias albuminóideas, como sucede al cloruro mercurico. El tanino y el ácido arsenioso se combinan especialmente con la materia jelatígena de los tejidos animales. El cloruro de sodio, el cloruro amónico, el nitro y otras sales actúan absorbiendo el agua. El alcohol obra absorbiendo el agua de los tejidos, coagulando la albúmina y contrayendo los tejidos. El carbon actúa absorbiendo los gases.

Como ejemplo de la aplicacion de los cuerpos antisépticos, podemos citar muchos casos de conservacion de materias orgánicas. La flor de azahar se conserva bien poniéndola fresca en cajas ó vasijas, formando capas alternativas de sal comun y flor de azahar. El azúcar se emplea para conservar las pulpas, constituyendo las llamadas conservas. La manteca de leche se conserva con azúcar, cuyo medio ya era conocido hace mucho tiempo. Entre los griegos y romanos se usaba la miel para conservar los frutos, á la manera que hoy se emplea el azúcar. Las manzanas y las granadas las conservaban recubriéndolas de una capa de cera ó de miel.

La sal comun es muy usada en la economía doméstica para conservar carnes y pescados; obra la sal absorbiendo el agua de animalizacion y formando un líquido que se llama *salmuera*. La *salazon* de las carnes se hace frotando todas sus partes con sal pulverizadas, y despues se colocan los pedazos en vasijas á propósito, formando capas alternativas de sal y de carne, y poniendo pesos sobre las mismas durante algunos dias: despues se colocan con más sal en otra vasija, formando capas de la misma manera, y tapando convenientemente. En el día se añade un poco de nitro, que da á la carne color de rosa, y un poco de azúcar que la hace más tierna. Delignac ha propuesto un procedimiento para conservar las carnes, que consiste en inyectar por presion entre la carne y los huesos una disolucion saturada de sal, adicionada de materias aromáticas y condimentos;

el depósito de esta disolución está colocado á una altura de algunos metros, y el peso de la columna líquida hace penetrar la sal entre los músculos. El uso de la carne salada tiene importancia para los largos viajes marítimos, pero esta alimentación muy continuada produce graves afecciones.

El humo se emplea también para la conservación de las carnes, y de aquí la práctica en los pueblos de colocar los embutidos y carnes colgadas en las chimeneas. La acción conservadora del humo es debida á la creosota y otros productos pirogenados que se desprenden por la combustión de la leña. Este medio tiene el inconveniente de que comunica un sabor desagradable á las carnes.

Las aceitunas se conservan con vinagre y materias aromáticas, y en general, los escabeches se preparan para conservar las carnes y pescados.

Las maderas de construcción se conservan introduciendo entre sus poros disoluciones de acetato de hierro y de otras sales por los procedimientos que diremos después.

El tanino y las materias astringentes se emplean para la conservación de las pieles, porque forman compuestos imputrescibles con la materia jelatígena de las mismas, en lo cual está fundado el curtido de las pieles.

El carbon se emplea también como antipútrido, y por esta razón se carbonizan exteriormente las maderas que se destinan para ciertas construcciones. La carne, rodeada de pedazos

de carbon vegetal, se conserva sin pudrirse, y si ha empezado la descomposicion, la detiene. El carbon actúa absorbiendo los gases, y por esto se usa como desinfectante y para quitar la fetidez. Lavando la carne con agua hirviendo en contacto de carbon, se la quita el mal olor si ha empezado á descomponerse. La práctica de echar tizones encendidos en los algibes donde se conserva el agua (en Toledo), está fundada en las propiedades desinfectantes del carbon, y en general, el uso del carbon para desinfectar los líquidos está fundado en la propiedad que posee este cuerpo de absorber los gases.

El alcohol se emplea mucho para conservar animales pequeños y partes de animales, porque absorbe el agua, é impide por otra parte la accion del aire, teniendo las materias orgánicas sumergidas en alcohol en frasco; bien tapados. Es conveniente emplear primero un alcohol débil, y despues de algun tiempo renovarle por alcohol más concentrado, hasta poner al fin alcohol de 36°; pues si se pone alcohol concentrado desde luégo, absorbe rápidamente el agua, contrae los tejidos y se verifica una desecacion falsa, porque queda agua en el interior.

EMBALSAMAMIENTO DE CADÁVERES.

La práctica de embalsamar los cadáveres para librarlos de la putrefaccion es muy antigua, habiendo recibido esta operacion el nombre de embalsamamiento, porque los antiguos

egipcios, que fueron los que más se distinguieron en el arte de embalsamar, empleaban materias resinosas y balsámicas.

Los historiadores judíos nos dicen que lavaban los cadáveres, los impregnaban de perfumes y los cubrían con áloes, mirra y otras materias aromáticas. Los etíopes conservaban los cadáveres cubriéndolos de goma disuelta en agua, cuya transparencia, después de seca, ha hecho decir á algunos historiadores, que en Etiopía conservaban los cadáveres sumergiéndolos en vidrio fundido. Los persas los cubrían de cera; los griegos empleaban la miel y los romanos empleaban varias sales. Dion y Plutarco cuentan que Farnaces envió á Pompeyo el cuerpo de Mitrídates en agua de sal. El cuerpo de Alejandro Magno fué conservado cubriéndole de miel, y en las excavaciones que se hicieron en Roma en la vía de Appienna, se descubrió la tumba de Tulia, hija de Ciceron, y se vió que su cuerpo estaba conservado con una disolución salina. Según Eunapo, que vivió en el siglo IV, había una secta religiosa que se ocupaba en embalsamar en salmuera las cabezas de los mártires. El cuerpo del emperador Justino fué embalsamado con miel mezclada con sustancias aromáticas.

Los medios que acabamos de indicar, empleados por los pueblos antiguos para conservar los cadáveres, eran imperfectos y no daban buen resultado; pero los egipcios y los guanches, habitantes del antiguo pueblo de las Canarias, empleaban métodos más perfectos

embalsamamientos, como lo prueba el haber encontrado en Egipto y en las Canarias mómias perfectamente conservadas. En estos pueblos favorecía la conservación de los cadáveres el clima, el terreno, y también la constitución del individuo. En Egipto no llueve; el suelo es seco y caliente, y abunda en arena, nitro y carbonato de sosa, lo cual contribuye naturalmente á la conservación de los cadáveres; y así se explica lo que nos dicen los historiadores, que muchos siglos después de la expedición de Cambises se encontraron en Egipto hombres y caballos perfectamente conservados entre los mares de arena en que quedaron envueltos. Los europeos tienen los tejidos más flojos y acuosos que los orientales, no siendo tan fácil por esto la conservación de sus cadáveres. Ammien-Marcellin cuenta, que después de una batalla entre persas y romanos, la fisonomía de éstos estaba á los tres ó cuatro días completamente alterada, mientras que los persas no sufrieron ninguna alteración; y Humboldt dice, que en una batalla dada entre españoles y peruanos, los cadáveres de los primeros se descompusieron mucho antes que los de los peruanos.

Como curiosidad histórica describiremos los métodos empleados por los antiguos egipcios para embalsamar los cadáveres, y después indicaremos los métodos que se siguen en el día.

Métodos de los egipcios.—Según refiere el historiador griego Herodoto, empleaban los egipcios tres procedimientos para embalsamar, según que fueran para la gente rica, la clase me-

dia ó los pobres, pues en Egipto todos los cadáveres eran embalsamados.

El primer procedimiento empleado para los grandes personajes y gente acomodada, se practicaba del modo siguiente: empezaban por sacar por las narices el cerebro, sirviéndose de un gancho de hierro y de ciertas drogas que le hacian salir; despues abrian el vientre con una piedra de Etiopía muy aguda y sacaban los intestinos, lavando la cavidad abdominal con vino de palmera, y luego la llenaban de mirra en polvo, de canela y de otras materias aromáticas, á excepcion del incienso, que reservaban para las ceremonias religiosas. Despues cosian la abertura hecha en el vientre y colocaban el cadáver en una disolucion de natron (carbonato de sosa natural) durante 70 dias, al cabo de los cuales le sacaban, lavaban y cubrian completamente de tiras de tela impregnadas de una especie de goma y materias balsámicas. Dispuesto así el cadáver, le colocaban en una caja de madera. El cerebro y los intestinos los encerraban en una cajita y los tiraban al Nilo.

El segundo método que empleaban para la clase media era más sencillo. Hacian inyecciones de aceite de cedro en el cadáver por el ano sin abrir el vientre, y despues le colocaban en una disolucion de natron por 70 dias. Pasado este tiempo, sacaban el cadáver y hacian salir por presion el aceite de cedro, que arrastraba en su salida los intestinos y vísceras ablandados ó disueltos.

El tercer método que empleaban para la gente pobre se reducía á purificar con drogas baratas el interior del vientre y poner en maceración el cadáver en la disolución de natron.

Métodos que se siguen en el día.—El método que se sigue hoy para embalsamar los cadáveres es simplemente de inyección, introduciendo en el cuerpo, por medio de una jeringa, el líquido conservador por incisiones que se hacen en las carótidas ú otras arterias y por la boca y ano, de modo que se esparza por todos los vasos sanguíneos y todas las cavidades del cuerpo; la inyección debe hacerse con gran lentitud y tapar bien con un barniz las incisiones que se hayan hecho. El líquido conservador varía, pues cada operador tiene sus fórmulas especiales, de las cuales, las que dan mejor resultado son las disoluciones del cloruro de zinc y de acetato alúmina con ácido arsenioso.

El uso del ácido arsenioso y del cloruro mercurico para los embalsamamientos debe prohibirse, porque empleando estos cuerpos no es posible, en caso de un envenenamiento, reconocer en el cadáver si se habian empleado dichas materias venenosas.

También se ha propuesto para conservar los cadáveres disoluciones de ácido fénico aromatizadas, de tanino, etc.

Después de hechas las inyecciones, se lava bien el cadáver con la misma disolución y con alcohol, y se coloca en una caja de plomo, rellenando los huecos con un polvo compuesto de corteza de encina, de alcanfor y otras mate-

rias aromáticas, y despues se coloca en una caja de madera.

CONSERVACION DE LAS MADERAS.

Las maderas se alteran por el tiempo, transformándose por una combustion lenta en *materias úlmicas*, y además se destruyen por los insectos que las corroen y las plantas parásitas que viven á sus expensas.

Para conservar las maderas se han empleado varios medios: uno de ellos consiste en cubrirlas de una pintura impermeable al agua y al aire; pero este medio es ménos eficaz que el que consiste en introducir interiormente ciertos cuerpos antisépticos y antipútridos. Habiendo observado que las maderas resinosas se conservan mejor, se emplea para conservarlas brea obtenida por destilacion de la madera; pero es mucho mejor el uso de ciertas sales, que son: acetato de hierro, sulfato de cobre, cloruro mercúrico, cloruro de zinc, etc. La dificultad está en hacer absorber á las maderas dichas sales. Para esto se conocen tres métodos:

1.^o Sumergir por bastante tiempo la madera en una disolucion de sulfato de cobre ó de otras sales, y despues secarla. Este medio es insuficiente, porque no penetra el líquido en el interior.

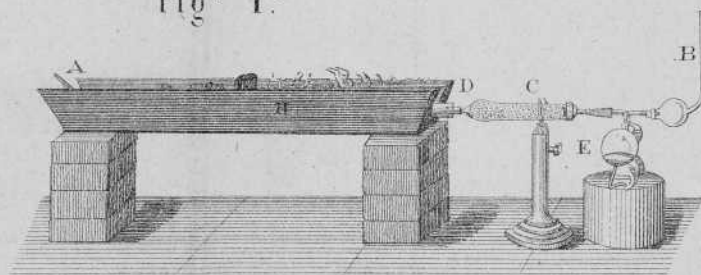
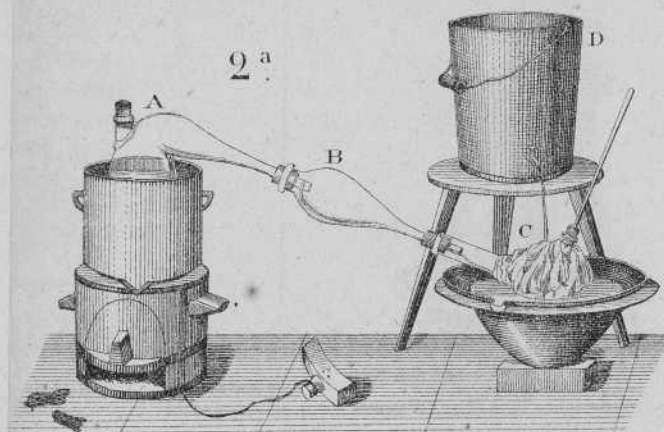
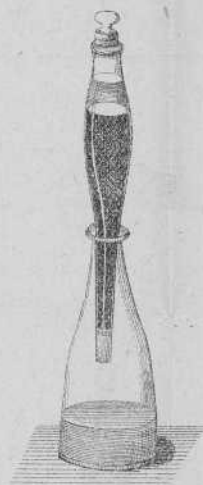
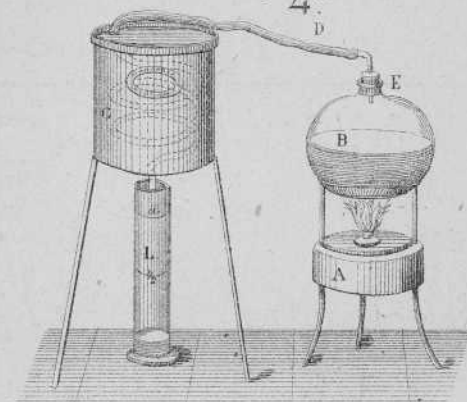
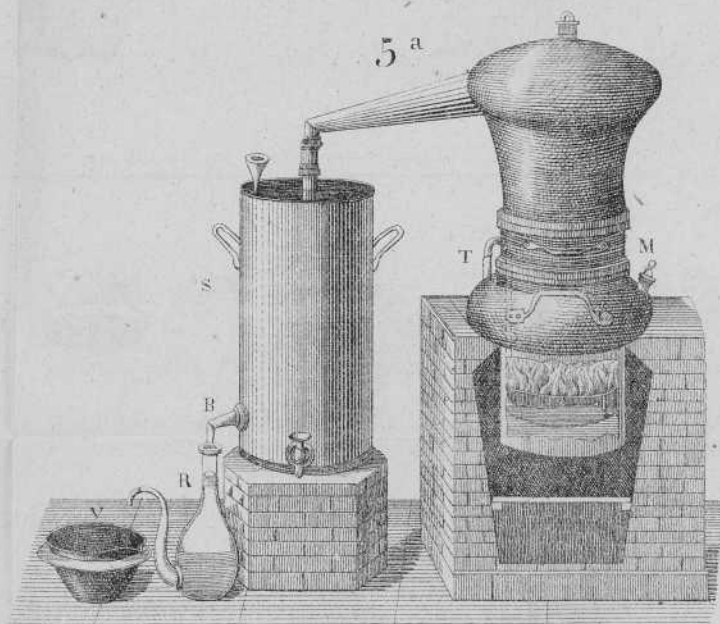
2.^o *Método de Breant*.—Consiste en introducir en la madera diversos líquidos bituminosos y resinosos por una fuerte presion, de cerca de 10 atmósferas. Despues se ha modificado

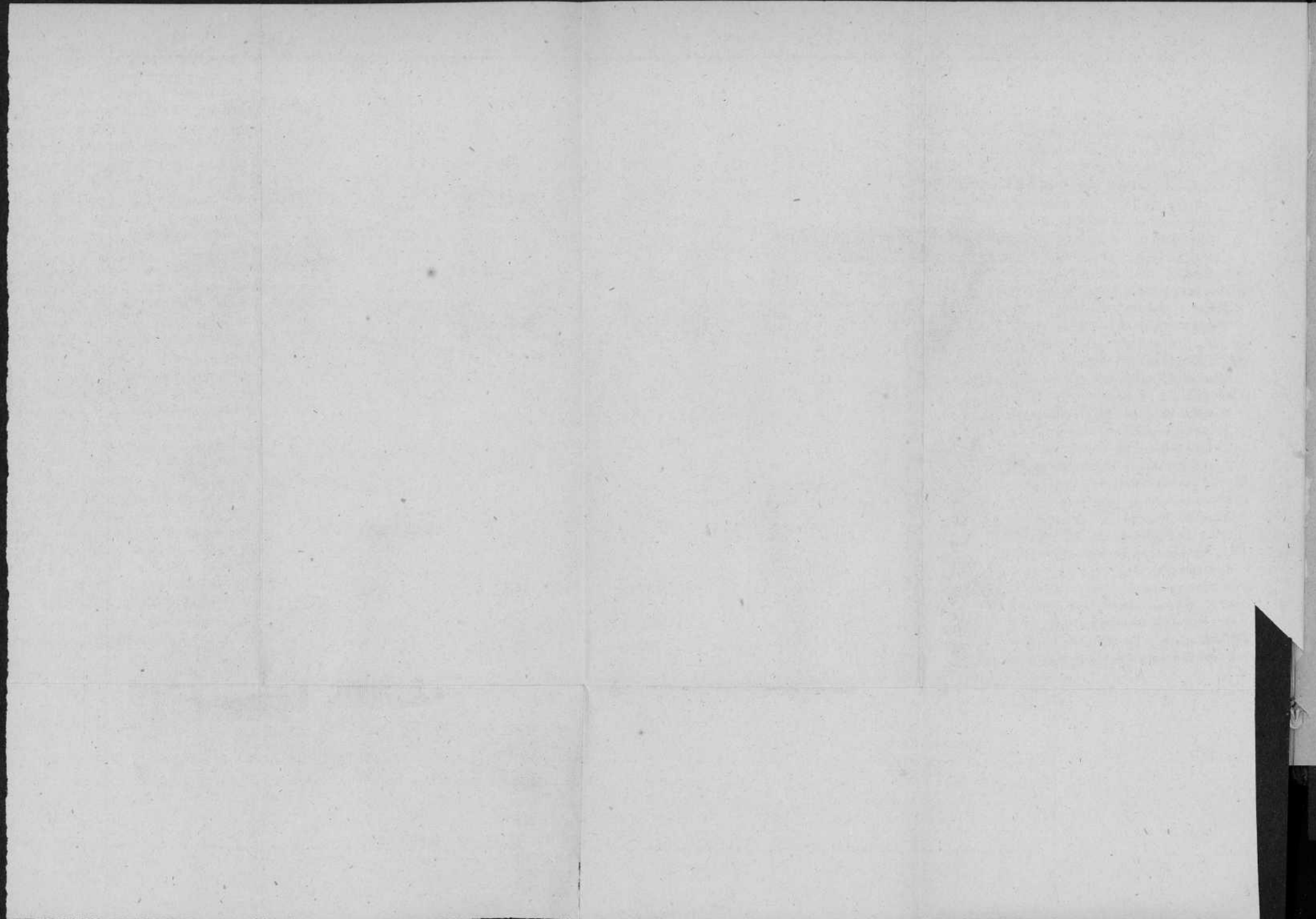
ventajosamente este procedimiento, desalojando previamente el aire de la madera, para lo cual se coloca en un cilindro de cobre y se hace llegar vapor de agua; luego se pone en comunicacion el cilindro con un condensador que contiene agua fria, con lo cual se produce un vacío; entónces se hace penetrar en el cilindro una disolucion caliente que contenga 2 por 100 de sulfato de cobre, y se sujeta á una presion de 10 atmósferas.

3.º En 1837 se le ocurrio á Boucherie introducir en los vasos los líquidos preservativos, aprovechando la fuerza de aspiracion de la sávia en las plantas. Para esto se corta el árbol en la época conveniente, dejando una porcion de hojas en la parte superior, y se introduce en una cuba que contenga el líquido preservativo; en cuya disposicion continúa elevándose la sávia, y los espacios los va ocupando el líquido. Este mismo medio se emplea para que tome diferentes colores la madera, haciendo que absorba disoluciones de varias sales.

Las sales que se emplean más comunmente para conservar las maderas son el acetato de hierro y el sulfato de cobre. Con el objeto de que adquieran las maderas varias coloraciones, se las hace absorber despues otras materias; así, haciendo absorber una disolucion de tanino despues del acetato de hierro, toma la madera un color negro azulado ó verdoso.

FIN.

Fig^a 1^a2^a3^a4^a5^a



INDICE DE MATERIAS.

	Págs.
PRÓLOGO.....	5
CAPÍTULO I.—NOCIONES PRELIMINARES.—Ob- jeto de la Química orgánica.—Elementos or- gánicos.—Principios inmediatos y Especies químicas.—Cuerpos poliméricos é isoméricos.	7
CAP. II.—ANÁLISIS INMEDIATA.—Análisis de la harina.—Análisis de mezclas de líquidos....	10
CAP. III.—ANÁLISIS ELEMENTAL.—Determina- cion del carbono, hidrógeno y oxígeno.—De- terminacion del nitrógeno, del azufre y del fósforo.—Determinacion del equivalente y deduccion de las fórmulas químicas.....	12
CAP. IV.—SÍNTESIS DE LAS SUSTANCIAS ORGÁ- NICAS—Síntesis parcial y Síntesis total.— Análisis intermedia.—Procedimientos gene- rales de Síntesis.....	17
CAP. V.—ACCION GENERAL DE LOS REACTIVOS ó AGENTES QUÍMICOS SOBRE LAS SUSTANCIAS ORGÁNICAS.—Fenómenos producidos por di- chos agentes.—Accion del calórico.....	20
CAP. VI.—FERMENTACIONES.—Putrefaccien, Fermentacion propiamente dicha y Eremacau sia.—Teorías sobre las fermentaciones.....	23

CAP. VII.—CLASIFICACION DE LAS SUSTANCIAS ORGÁNICAS. —Teoría de los radicales compuestos.—Teoría de las sustituciones.—Tipos químicos.—Clasificación de Berthelot.....	25
CAP. VIII.—NOMENCLATURA Y FÓRMULAS QUÍMICAS. —Nombres de los ácidos, alcalóides, etc.—Fórmulas típicas y desarrolladas.	27
CAP. IX.—CARBUROS DE HIDRÓGENO. —Acetileno.—Etileno.—Formeno.—Amileno.—Bencina.—Naftalina.—Antraceno.....	29
CAP. X.—ALCOHOLES, ÉTERES Y ALDEHIDOS...	33
ALCOHOLES. —Alcohol de vino.—Acción del ácido sulfúrico sobre el alcohol.—Teorías sobre la eterificación.....	33
ÉTERES. —Óxido de etilo.—Eter clorhídrico ó cloruro de etilo.—Ácido sulfovínico ó sulfato ácido de etilo.—Éter nitroso ó nitrito de etilo.—Éter acético ó acetato de etilo.....	39
ALDEHIDOS. —Aldehído vínico.....	42
Alcohol metílico.—Aloroforno.—Iodoformo.....	43
Alcohol amílico.....	44
Alcohol glicérico ó Glicerina.—Nitroglicerina y Dinamita.....	45
Éteres naturales de la glicerina ó cuerpos grasos.—Oleína.—Margarina.—Palmatina.—Estearina.....	46
Productos grasos naturales.....	49
Aceites secantes.—Aceite de linaza.—Aceite dericino.—Aceite de croton, etc.	50
Aceites no secantes.—Aceite común ó de	

	Página
olivas.—Aceite de almendras dulces.— Aceite de cacahuètes.—Aceite de algo- don, etc.....	51
Aceites vegetales, concretos ó mantecas vegetales.....	53
Grasas de origen animal.....	53
Apéndice á los cuerpos grasos.—Esperma de ballena.—Ceras.....	54
Aplicaciones de las materias grasas.—Ja- bones.—Bujías esteáricas.....	54
CAP. XI.—FENÓLES	55
Acido fénico ó fenol ordinario.—Acido nitropícrico.....	56
CAP. XII.—ACIDOS ORGÁNICOS. —Clasifica- cion.—Anhídridos orgánicos.—Amidas y ni- trilos.....	57
Acidos monoatómicos y monobásicos.— Acido fórmico.—Acido acético, anhi- drido acético, ácido acético monohi- dratado, ácido acético ordinario, vina- gre radical, vinagre común y ácido piroleñoso.—Acetatos.—Acetatos de plomo, acetatos de cobre y cardenillo. —Acido valerianico.—Acidos oleico, margarico y esteárico.—Acido ben- zóico.....	58
Acidos diatómicos.—Acido láctico.— Acido cantarídico.—Acido salicílico.— Acido oxálico y oxalatos.—Acido su- cínico.....	64
Acidos triatómicos.—Acido málico....	68
Acidos tetratómicos.—Acido gálico ó	

	Págs.
agállico.—Acido tánico ó tanino.— Tanatos.—Tinta negra.—Acido tár- trico.—Tartratos: bitartrato de pota- sa ó crémor de tártaro, etc.—Acido cí- trico y citratos.....	63
CAP. XIII.—APÉNDICE Á LOS ÁCIDOS ORGÁNI- COS.—COMPUESTOS DE CIANÓGENO.....	74
Cianógeno.—Oxácidos del cianógeno.— Fulminatos.—Acido cianhídrico ó prú- sico.....	74
Cianuros.—Cianuro potásico.—Cianuros dobles.—Cianuro ferroso potásico ó ferro-cianuro potásico.—Cianuro fer- roso-férrico ó azul de Prusia.—Cianu- ro férrico potásico ó ferricianuro potá- sico.—Cianuro férrico-ferroso ó azul de Turnbull.....	77
Platino-cianuros.—Sulfo-cianuros.—Sul- fo-cianuro potásico.—Culebras de Fa- raon.....	81
CAP. XIV.—ALCALÓIDES Ó ALCALIS ORGÁNI- COS.—Alcalóides naturales.—Propiedades generales.—Obtencion.....	83
Alcalóides de las rubiáceas.—Quinina.— Sulfato de quinina y valerianato de quinina.—Cinconina.—Cafeína ó teína.....	85
Alcalóides de las papaveráceas.—Morfi- na.—Narcotina.—Codeína.—Nar- ceína.....	88
Alcalóides de las estrírneas.—Estricni- na.—Brucina.—Igasurina.—Curarina,	90

	Págs.
Alcalóides de las solanáceas. — Atropina. — Nicotina.....	91
Alcalóides de diversas familias. — Veratrina. — Aconitina. — Delfina. — Cicutina ó conina. — Eserina.....	91
Alcalóides artificiales. — Métodos de obtencion. — Clasificación.....	93
Anilina ó fenilamina. — Colores de anilina.....	96
CAP. XV. — SUSTANCIAS NEUTRAS.....	97
Azúcares. — Azúcar de caña. — Azúcar de uva ó glucosa. — Azúcar incristalizable ó levulosa. — Azúcar de leche ó lactosa. — Manita.....	98
Fermentaciones de los azúcares.....	102
Fermentacion del zumo de las uvas. — Vinos.....	104
Glucósidas. — Amigdalina.....	107
Féculas. — Dextrina. — Inulina. — Liqueína.....	108
Harinas y pan.....	110
Cervezas.....	113
Gomas. — Arabina. — Cerasina. — Basorina. — Mucílagos.....	114
Materias pécticas ó principios jelatinosos de los vegetales.....	115
Celulosa. — Piroxilina ó algodón pólvora. — Papel pergamino.....	116
CAP. XVI. — ACEITES ESENCIALES. — Obtencion y propiedades.....	118
Esencias hidrocarbonadas. — Esencia de trementina. — Esencia de limon, etc...	121

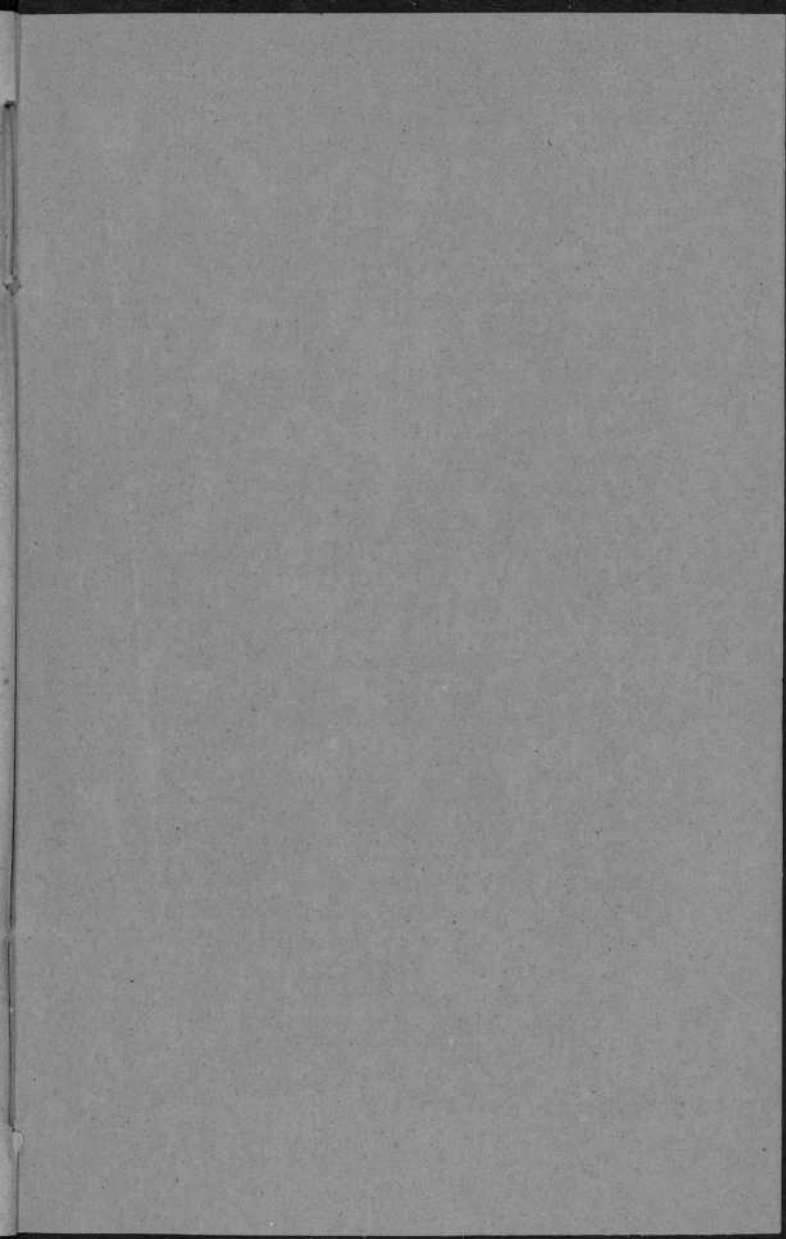
Esencias oxigenadas.—Esencia de almen-	
dras amargas.—Esencia de canela.—	
Esencia de azahar.—Esencia de anís.—	
Esencia de rosas.—Esencia de caye-	
put.—Alcanfor.....	123
Esencias sulfuradas.—Esencia de mosta-	
za.—Esencia de ajos.....	124
CAP. XVII.—PRODUCTOS RESINOSOS.— Colofo-	
nia ó pez griega.—Barnices.....	125
CAP. XVIII.—MATERIAS COLORANTES.— Rubia	
y grancina.—Carmin.—Orchilla.—Añil ó	
indigo.—Materias colorantes artificiales....	127
CAP. XIX.—PRINCIPIOS ALBUMINÓIDEOS Ó SUS-	
TANCIAS PROTÉICAS.— Albúmina vegetal.—	
Fibrina vegetal.—Caseína vegetal ó legumi-	
na.—Albúmina animal.—Fibrina animal.—	
Caseína animal.—Hemoglobina ó hemato-	
cristalina.....	131
Principios animales congéneres con los	
albuminóideos.—Materias gelatígenas.	
—Jelatina ordinaria.—Condрина.—	
Cola fuerte.—Grenetina.—Cola de pes-	
cado.—Jelatina de los huesos.—Mucina	134
CAP. XX.—TEJIDOS Y LÍQUIDOS ANIMALES MÁS	
IMPORTANTES.— Célula animal.—Tejido con-	
juntivo.—Tejido muscular.—Tejido epidérmi-	
co.—Tejido nervioso.—Tejido óseo.....	135
Sangre.—Línea.—Quilo.—Saliva.—Jugo	
gástrico.—Jugo pancreático.—Bilis.—	
Mucus.....	139
Leche.—Adulteraciones, composición	
y aplicaciones.—Sudor.....	143

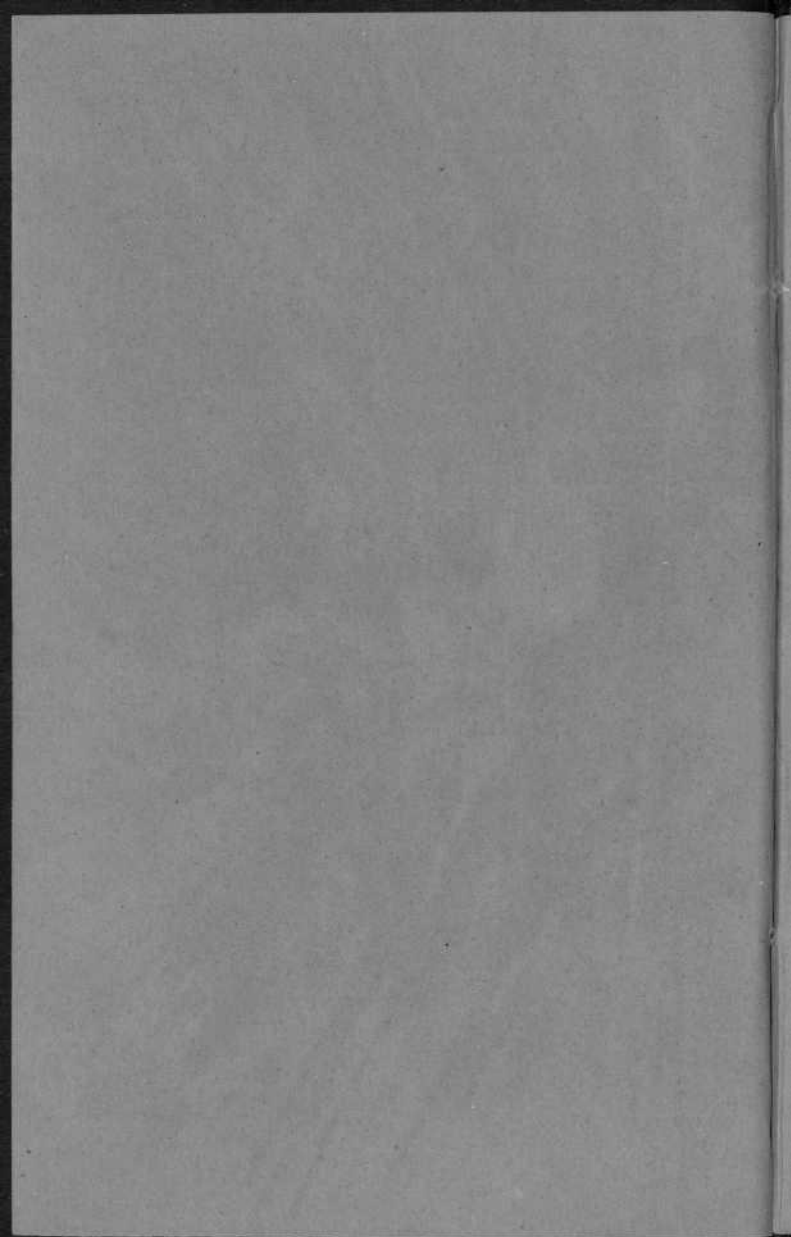
	Págs.
Orina.—Urea	147
CAP. XXI.—PRODUCTOS PIROGENADOS. —Desti-	
lacion seca de la madera.—Breas.—Brea de	
hulla.—Creosota.—Parafina.....	151
Carbonizacion.—Carbon vegetal.—Car-	
bon animal ó negro de huesos.....	155
Negro de humo.—Negro de lámpara..	158
CAP. XXII.—FENÓMENOS QUÍMICOS DE LA VI-	
DA VEGETAL. —Composicion general de las	
plantas.....	160
Nutricion vegetal.—Germinacion y ve-	
getacion propiamente dicha.—Orígen	
del carbono, del hidrógeno, del nitró-	
geno, del oxígeno y del azú're.....	161
Principios minerales de los vegetales.—	
Importancia de algunos cuerpos mine-	
rales en la vegetacion.....	171
Respiracion de las plantas y diferencia de	
este acto de la descomposicion del áci-	
do carbónico.....	175
Asmilacion en los vegetales y principa-	
les trasformaciones químicas.....	180
CAP. XXIII.—FENÓMENOS QUÍMICOS DE LA VI-	
DA ANIMAL. —Composicion química de los	
animales y origen de los elementos.....	185
Relacion entre los tres reinos mineral,	
vegetal y animal.....	188
Digestion.—Alimentos.—Materias mi-	
nerales.—Materias neutras.—Materias	
grasas.—Materias albuminóideas ó	
protéicas.—Principales materias ali-	
menticias.....	190

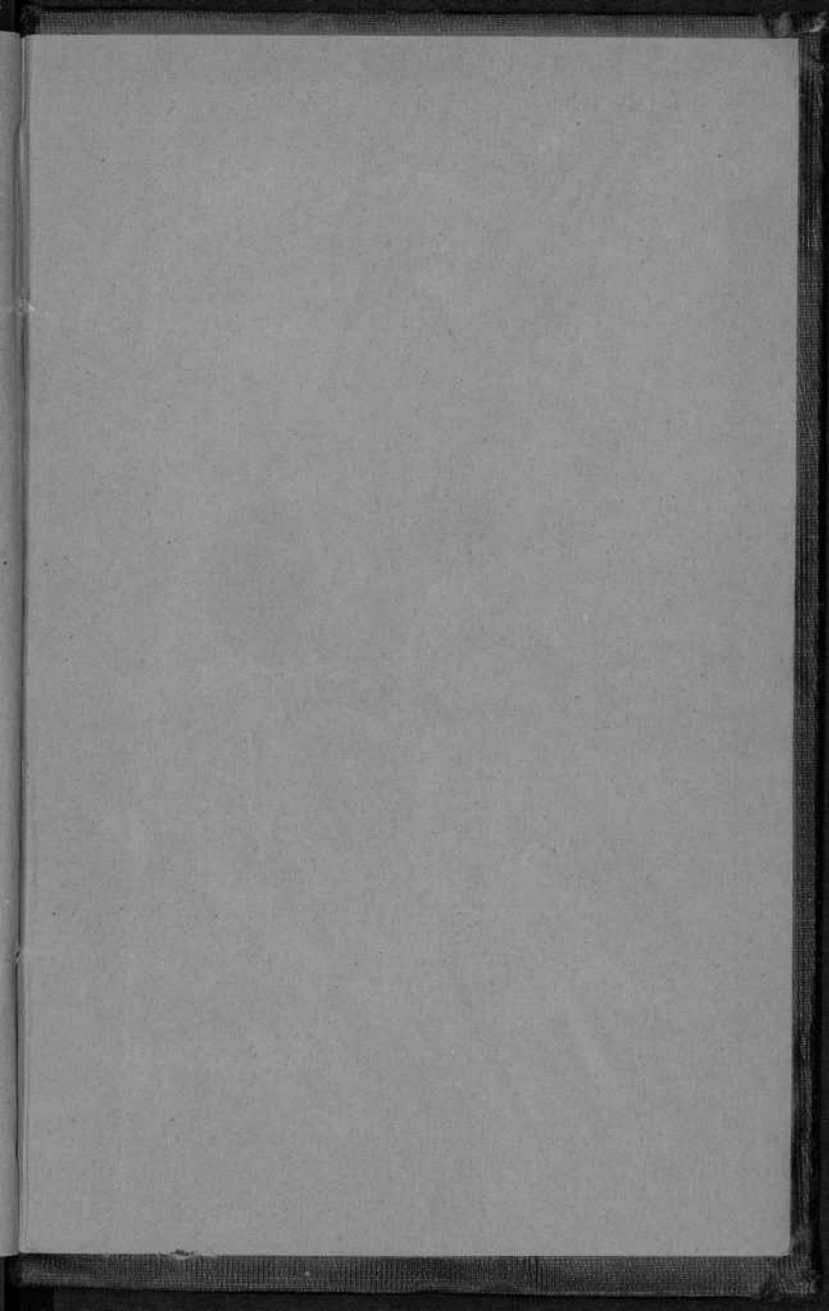
	Págs.
Absorcion y asimilacion.....	198
Oxidaciones del organismo.—Respiracion.—Trasformaciones de las materias alimenticias en el organismo animal.....	202
CAP. XXIV.—CONSERVACION DE LAS MATERIAS ORGÁNICAS.—Métodos generales; por eliminacion del agua, sustraccion del aire, aplicacion de una temperatura baja y por los cuerpos antisépticos ó antipútridos.....	
Embalsamamiento de cadáveres.—Métodos de los egipcios.—Métodos que se siguen en el dia.....	217
Conservacion de las maderas.....	226
.....	231

ERRATAS.

Pág.	Línea.	Dice.	Debe decir.
80	1. ^a	3 (Cy Je), 2 (Cy ³ Je ²)	3 (Cy Fe), 2 (Cy ³ Fe ²)
82	18	Ente	Entre
161	14	composicion vegetal	composicion general
133	13	se llama <i>oseina</i> , por la accion	se llama <i>oseina</i> , y por la accion









QUINQUAGESIMA ORGANA

17.798