

fúrico. Ese tratamiento se efectúa en grandes cubos de plomo armados de un serpentín de vapor; el tartrato calcáreo que se ha introducido en estos vasos, se mezcla con agua y luego con una cantidad de ácido sulfúrico proporcional á la del tartrato que ha de descomponerse. Al cabo de unas dos horas la reacción ha terminado y toda la cal ha pasado al estado de sulfato insoluble, en tanto que el ácido tártrico que ha quedado libre, ha entrado en disolución en el agua. Con el enfriamiento se deposita el sulfato de calcio, y cuando su precipitación es completa, se decanta la solución de ácido tártrico. El depósito se ha puesto á escurrir en filtros, luego se lava con cuidado, y los líquidos obtenidos se vierten en vez de agua en los cubos de descomposición.

La solución tártrica separada del sulfato de calcio precipitado se evapora enseguida al vapor en calderas forradas de plomo; (1) la concentración se continúa hasta el punto en que el líquido, después de haberse decantado en pilas ó baques provistos de agitadores, deja depositar el ácido tártrico en estado granuloso. Se orea y lava el ácido granulado, luego se le disuelve otra vez para trasformarlo en gruesos cristales. Estos se quebrantan, luego se lavan con agua en un vaso de plomo taladrado y se secan en la estufa ó simplemente con la turbina. Al evaporar el agua madre dos veces se obtiene aun ácido granulado; después de esas tres cristalizaciones, se trata con la greda, y el tartrato de calcio así precipitado entra en una nueva operación, ó bien se le descompone separadamente con el ácido sulfúrico y se concentra el licor á 25 grados B., á fin de conseguir la cristalización del ácido paratártrico ó racémico ($C^8H^{12}O^{22} + 2H^2O$), que se

(1) Según las indicaciones de *Mulaton*, fabricante de ácido tártrico en Lion, en varias fábricas se usan para la concentración de la solución tártrica, aparatos evaporadores en el vacío que no se diferencian de los empleados en las fábricas de azúcar, sino en que el metal que los forma, en vez de ser hierro colado, es plomo de suficiente espesor para no sufrir depresión. Efectuándose en tales aparatos á baja temperatura la evaporación, el ácido sulfúrico en exceso no puede tener la menor acción sobre el ácido tártrico.

encuentra comunmente en mayor ó menor cantidad en las aguas madres. (1)

En la Alemania del Sud la descomposición del tartrato de calcio procedente de las heces por medio del ácido sulfúrico, se efectúa, según *Kurtz* (1871), á una temperatura que no pasa de 75 grados; cuando la composición está terminada, se vierte el precipitado y el líquido en filtros de madera forrados de plomo y que contienen paja y fieltro; concéntrase la solución filtrada hasta 40 grados B., y se la pone á cristalizar en grandes vasijas ó en cubetas de madera forradas de plomo. Se evaporan tres veces más las aguas madres, y la cuarta vez se tratan como materia primera. Se turbinan los cristales obtenidos, se les disuelve otra vez, se decolora la solución con negro animal, se la filtra, se le añade un poco de ácido sulfúrico, se la evapora á 35 ó 40 grados B. y se la deja cristalizar: los cristales se turbinan enseguida y se secan.

Cuando el ácido tártrico obtenido por uno ú otro de los métodos precedentes está destinado á los usos farmacéuticos, es preciso someterlo á nueva cristalización, á fin de despojarlo del plomo y del ácido sulfúrico que siempre encierra.

4. PROPIEDADES Y USOS DEL ÁCIDO TÁRTRICO. El ácido tártrico, $C^4H^6O^6 + HO^2$, se cristaliza en prismas monoclinóedricos, transparentes, incoloros, inodoros y de un sabor marcadamente ácido. Es inalterable al aire, muy soluble en el agua, algo menos soluble en el alcohol: la solución acuosa se cubre fácilmente de moho. Calentado al contacto del aire, el ácido tártrico esparce un olor de azúcar quemado y arde dejando un residuo carbonoso. El ácido tártrico se emplea en el tinte y el estampado de los tejidos, así como en fotografía: sirve también para la fabricación de las bebidas gaseosas, y en me-

(1) Según *Jungfleisch* (1874), no se encuentra ácido racémico en las aguas madres, cuando la evaporación de las soluciones tártricas se ha efectuado en el vacío á una baja temperatura.

dicina se usa igualmente, ya en estado libre, ya en forma de emético (tartrato de antimonio y de potasio), de crémor tártrico, etc.

5. FORMACION DEL CRÉMOR TÁRTRICO Ó REFINO DEL TÁRTRICO BRUTO. No todos los tártricos brutos se emplean para la preparación del ácido tártrico; se refina cierta cantidad para obtener en estado puro bitartrato de potasio, $C^4H^2K^6$ (*crémor tártrico*, *tártrico purificado*, *cristales de tártrico*). Este refinamiento se efectúa principalmente en los alrededores de Montpellier: se disuelve hirviendo el tártrico pulverizado, se le deja depositar, y se decanta el líquido claro en vasijas, cuyas paredes se cubren pronto de una capa espesa de cristales de bitartrato de potasio. Vuelven á disolverse esos cristales en el agua hirviendo que contenga un poco de arcilla y de negro animal; se evapora, se deja enfriar y luego cristalizar. Entonces se obtienen hermosos cristales incoloros, que se esponen sobre tejas al sol, á fin de secarlos y hacerlos más blancos. El crémor tártrico se emplea en el tinte y estampado de los tejidos.

6. ÁCIDO CÍTRICO. El ácido cítrico se encuentra en gran número de frutas, como cidras, naranjas, limones, limas, naranjas ágricas, toronjas, grosellas, frambuesas, cerezas, tomates, etc. Usase para su preparación industrial, que suele hacerse en Inglaterra, del zumo de las tres especies del género *Citrus*: la cidra (*Citrus limonium*), la bergamota y la lima (*Citrus limetta*). El zumo de la cidra, que es el que más se emplea, sale de Sicilia y de España; el zumo de bergamota, preparado en la costa de Calabria, se expide de esta parte de Italia ó de Mesina; y por último, el jugo de la lima proviene de Monserrat y de la Dominica (Pequeñas Antillas) y de las islas Sandwich. Según *R. Warington*, se importaron á Inglaterra en 1875 unos 8.640 hectolitros de zumo de cidra y de bergamota, y el mismo año 480, de zumo de limas se emplearon á más en la fabricación del ácido cítrico.

7. PREPARACION Y COMPOSICION DEL ZUMO DE CIDRA CONCENTRADO. El zumo de cidra concentrado de Sicilia se extrae de la fruta caída y más ó menos averiada que no podría venderse. Las cidras previamente despojadas de la corteza, que sirve para preparar la esencia, se amontonan en cofines de boca muy pequeña que se colocan unos sobre otros, de modo que cada boca ó abertura quede cerrada por el fondo del cofin de arriba; y luego se somete el total á la acción de una prensa de caracol. Por término medio se necesitan 13.000 cidras para llenar una pipa de zumo bruto (=480 litros). Para concentrar el zumo se hace hervir en una caldera hasta que marque, estando enfriado, 60 grados en un areómetro especial llamado *citrómetro* (=un peso específico de 1.2394), y ofrece entonces el aspecto de un licor siruposo, de color pardo-oscuro. El zumo concentrado hirviendo se vacía enseguida sobre un lienzo, y el líquido filtrado cae en las pipas ó toneles que sirven para trasportarlo. Cuando se conserva el zumo concentrado durante mucho tiempo, fórmase comunmente en él un poco de citrato de calcio, á veces considerable.

El ácido cítrico no es el único ácido orgánico que hay en el zumo de cidra concentrado, sino que también se le encuentra ácido málico, ácido aconítico, así como una corta cantidad de ácidos acético, fórmico y homólogos. Según *Warington*, el zumo concentrado se considera como la calidad normal cuando encierra por litro de 397 á 398 gramos de ácido cítrico nominal, es decir, 415 á 416 gramos de ácido cristalizado; contiene generalmente de 43 á 49 gramos de ácido orgánico en combinación (contado como ácido cítrico) por litro, ascendiendo á unos 10 por ciento de la totalidad de los ácidos orgánicos. El zumo concentrado de bergamota tiene un peso específico superior al del zumo de cidra, pero su acidez es menor; encierra por término medio 317 gramos de ácido

cristalizado por litro. Siendo más débil la acidez, la porción de esos ácidos combinados es más fuerte; se eleva por litro á 43 ó 49 gramos, y es de 12 á 13 por ciento con respecto á la totalidad de los ácidos. Este zumo se mezcla muy á menudo con zumo de cidra y se vende como tal. El zumo de lima parece tener caracteres análogos al de la cidra; el concentrado de Monserrat es muy diferente del zumo concentrado de cidra y bergamota; es un fluido muy espeso y viscoso, de una densidad media de 1.32: contiene unos 578 gramos de ácido por litro, 7.38 por ciento de los cuales están en combinación con el fluido.

8. PREPARACION DEL ÁCIDO CÍTRICO. La preparacion del ácido cítrico se efectúa actualmente del siguiente modo, segun *Warington*: El zumo de cidra concentrado se neutraliza primero con la greda, facilitándose la operacion con el empleo del calor. El citrato de calcio que así se consigue, se lava enseguida en un aparato de filtrar en el vacío, luego se mezcla con agua y se descompone con el ácido sulfúrico, resultando sulfato de calcio y ácido cítrico libre. El sulfato de calcio se lava en un filtro por aspiracion, y los licores de ácido cítrico se evaporan en vasos de plomo de unos 40 centímetros de profundidad y se calientan al vapor. Durante la evaporacion se deposita mucho sulfato de calcio que se adhiere á los vasos; decántase el licor claro y reproduce la concentracion. El licor concentrado hirviendo se vierte en un cubo provisto de agitador, que se mantiene en movimiento por espacio de unas veinte y cuatro horas, y el ácido se deposita en estado granuloso. Se hace sufrir otra concentracion al agua madre, que da otro depósito granuloso, y se puede obtener una tercera cristalizacion con la segunda agua madre. El residuo líquido es generalmente demasiado oscuro é impuro para dar otros cristales: se le designa con el nombre de *licor viejo*.

Para conseguir cristales blancos de ácido cítrico, se hace disolver otra vez el ácido granuloso, se calienta la disolucion con carbon animal lavado con ácido clorhídrico, y se la filtra y concentra para hacerla cristalizar en cubetas de plomo de unos 7 centímetros de fondo. La solubilidad del ácido cítrico en el agua caliente es tan distinta de la que tiene en el agua fria, que una solucion caliente saturada se solidifica casi enfriándose.

El *licor viejo*, que no puede dar más cristales de ácido cítrico, se diluye con agua y se precipita con greda y con auxilio del calor, absolutamente lo mismo que en el primer caso. Así se obtiene citrato de calcio puro, que se descompone con el ácido sulfúrico, como de costumbre, y se añade ácido cítrico así obtenido á los licores generales.

El ácido cítrico suele prepararse tambien mucho con el citrato de calcio fabricado en el paraje mismo de la cosecha, añadiendo greda ó cal al zumo de cidra fresco. El citrato del comercio, preparado en España y Sicilia, contiene comunmente 80 á 90 por ciento de citrato de calcio puro, y segun su riqueza exige para su descomposicion 60 á 70 kilogramos de ácido sulfúrico á 60 grados Baumé por 100 kilogramos. Tambien se ha aconsejado preparar con el zumo de cidra fresco, citrato de magnesio para espenderlo á las fábricas; pero si bien es verdad que ese citrato se conserva más fácilmente sin alterarse que el citrato de calcio que á veces (máxime el de Sicilia) llega á las fábricas medio descompuesto, sin embargo, con la sal de magnesio es más difícil la preparacion del ácido cítrico, porque se tiene que trasformar el citrato de magnesio en otro citrato antes de la descomposicion por el ácido sulfúrico.

Hay en Inglaterra cinco fábricas de ácido cítrico, cuatro de ellas cerca de Lóndres y una en Birmingham; la produccion ascendió en 1875 á unos 300.000 kilogramos. En el continente existen varias fábricas que produ-

cen tambien el ácido cítrico, pero esa produccion no sabemos á cuánto llega.

9. PROPIEDADES Y USO DEL ÁCIDO CÍTRICO. El ácido cítrico, $C^6H^8O^7 + H^2O$, se cristaliza en prismas ortorómbicos, voluminosos, transparentes, incoloros, inodoros y de un sabor ácido agradable. Es inalterable al aire cuando es puro, muy soluble en el agua, soluble en el alcohol y en el éter. Cuando se derrite el ácido cítrico, exhala ácido carbónico y óxido de carbono; calentado á unos 165 grados, se trueca en *ácido aconítico*, $C^6H^8O^8$, y á una temperatura más elevada destila un cuerpo oleoso compuesto de

una mezcla de los ácidos isómeros, el ácido itacónico, $C^5H^6O^5$, y el ácido citracónico, $C^5H^6O^5$.

El ácido cítrico sirve en el estampado de los tejidos como corrosivo y para hacer reservas: tambien se usa en tintorería para la extraccion de la cartamina y avivar los colores obtenidos con esta materia. Con el ácido cítrico se prepara una solucion de estaño que da con la cochinilla magníficos matices de color de escarlata. Se emplea igualmente en farmacia para preparar limonadas, y en forma de citrato de magnesio como purgante.