MANUAL DEL CULTIVO

DE LA

CAÑA DE AZÚCAR

PRIMERA PARTE

CAPITULO PRIMERO

Propiedades físicas y químicas del azúcar.

Para comprender fácilmente los varios fenómenos que se manifiestan durante la extraccion y la refinacion del azúcar, preciso es conocer las propiedades de este principio y estudiar los cambios que experimenta por la accion del calor, de los agentes exteriores, de los ácidos, de los óxidos, de las sales y otros agentes químicos.

El vulgo llama *azúcar* á toda sustancia de un sabor dulce y agradable ; mas los químicos encuentran en las sustancias dotadas de este sabor unas diferencias tales que se ha debido reservar el nom-

bre de azúcar á los productos que se trasforman, mediante la fermentacion en alcool y en ácido carbónico, y separar los cuerpos que ofrecen esta propiedad característica de las sustancias dulces que se hallan en la leche, el maná, la raiz de orozuz ó regaliza, las cuales no siendo fermentescibles forman una clase separada. Hoy dia divídense en dos grupos las materias dulces susceptibles de formar alcool por la fermentacion : el *azúcar cristalizable* y la *glucosa* ó *azúcar de uvas*.

El primero se encuentra en la caña (*arundo saccharifera*), en la remolacha ó metabel (*beta vulgaris*), en la caña del maiz (*zea mais*), la del sorgho (*holcus*) en la savia del arce (*acer montanum*), la del tilo, en muchos nabos y batatas, camotes ó buniatos (*convolvulus batatas*) en la raiz de althea, en el nectario de muchas flores, en los tubérculos de la jicama (*dolichos tuberosus*), en las calabazas, en los hongos ó setas, el centeno cornudo, etc.

La glucosa ó azúcar mamelóneo se encuentra en las uvas, las manzanas, la piña y la mayor parte de las frutas ácidas. Tambien compréndese bajo el nombre de glucosa los azúcares que provienen de la trasformacion (bajo la influencia de los ácidos ó de la diástasis) del almidon, del leñoso, de la goma, y aun del azúcar cristalizable ordinario, los azúcares de miel, de diabetes.

Cualquiera que sea su orígen, una vez sacado y purificado el azúcar por la refinacion, sus caracteres no varian.

Al estado de pureza es sólido, incoloro, cristaliza en prismas romboidales terminados por una cima diedra, y tiene una densidad de 1,6065. Los cristales de azúcar se reducen fácilmente en polvo y derraman una débil luz ó fosforescencia cuando se muelen ó cuando se frotan en la oscuridad dos pedazos de azúcar. Este fenómeno debe atribuirse á una reaccion en la cual las moléculas experimentan una ligera descomposicion, y quizás esta alteracion es causa que el azúcar en polvo endulza menos que el azúcar en pedazos. El sabor del azúcar muy duro, del azúcar cande por ejemplo, es modificado por el accion del rallo ó del mortero que le comunica un ligero sabor de empireuma.

El azúcar es inalterable en el aire seco ; cuando se calienta se derrite á 180 grados y produce un líquido viscoso é incoloro que se cuaja por el enfriamiento en una masa amorfa, trasparente, que constituye lo que se llama *azúcar de cebada* en Francia é impropiamente *caramelo*, pues el caramelo es como lo veremos pronto, una sustancia que se queda semi-líquida y viscosa, y conserva un sabor sui generis. Para no confundir estos dos estados puede llamarse el primero *caramelo dulce*, y el segundo *caramelo amargo*. Al cabo de un cierto tiempo, la masa que constituye el azúcar de cebada ó caramelo dulce se vuelve opaca, y presenta cuando se rompe las faces ordinarias de la cristalizacion del azúcar. Este fenómeno nos explica suficientemente la tendencia que tiene el azúcar para com-

binarse con el agua y atraerla, pues el azúcar derretido á 180° ha perdido su agua de cristalizacion y por lo mismo se ha vuelto amorfo, y cuando al cabo de algun tiempo de trasparente se ha vuelto opaco, es que ha absorvido una cierta cantidad de agua que determina otra vez la cristalizacion. Este fenómeno se observa en muchas sales cristalizadas que se tratan del mismo modo, es decir, haciéndolas fundir hasta que pierdan su agua de cristalizacion, no tardan en sacar poco á poco en el aire húmedo el líquido que habian perdido.

Es preciso pues no perder de vista la afinidad que tiene el azúcar seco para con el agua, y tener el cuidado de conservarlo en almacenes oreados, pero perfectamente secos. En las localidades donde la atmósfera se mantiene casi siempre cargada de humedad, aconsejamos colocar en el suelo del almacen ó en unas mesas esquineras unos barreños llenos de cal viva que se sacarán cada vez que esta se haya completamente apagado para reemplazarla por otra nueva. Esta precaucion será tanto mas cómoda cuanto que la cal apagada puede servir al salir del almacen para preparar la *leche de cal* empleada en la *defecacion*. (Véase : *Extraccion del azúcar*).

A 210 ó 220 grados el azúcar se convierte en *caramelo*, perdiendo 3 átomos de agua; este caramelo verdadero suele llamarse en algunos paises *azúcar quemado*; se forma en cantidad mas ó menos grande durante la evaporacion de la miel en las calderas calentadas por el fuego directo, segun la forma de estos aparatos, la construccion de los hornos y el cuidado mas ó menos grande de los oficiales encargados de esta operacion. El caramelo colorea la miel, aumenta considerablemente la proporcion de la purga, y por su estado viscoso traba la cristalizacion. La formacion del caramelo es inevitable en las calderas ordinarias, sobre todo en las calderas hondas, cuyas paredes están calentadas fuertemente cuando la miel ha bajado, resultando de allí que las porciones de líquido que están en contacto con estas superficies calentadas, bajo una espesura muy pequeña, experimentan una evaporacion demasiado grande y se *queman* parcialmente.

A una temperatura mas elevada el azúcar se descompone completamente, dando todos los productos de las sustancias vegetales (gas inflamable mezclado con ácido carbónico, aceite empireumático, ácido acético y agua), y deja un residuo de carbon igual á la cuarta parte de su peso.

El azúcar de caña es totalmente soluble en la tercera parte de su peso de agua fria y en todas proporciones en el agua hirviendo. Una disolucion saturada á + 100° se cuaja por el enfriamiento en una masa blanca, sólida, compuesta de pequeños cristales aglomerados; una disolucion saturada á frio es viscosa y tenaz. Cuando se mantiene una semejante disolucion, durante un cierto tiempo, á una temperatura vecina de + 100°, no es susceptí-

ble de cristalizar, y constituye lo que se llama el *jarabe* ó *almíbar*, en fábrica *miel*. Puede volverse fluido un jarabe viscoso é hirviendo, agregando una vigésima parte de su peso de ácido oxálico; entonces pierde la propiedad de cristalizar, sin que sea posible devolvérsela saturando este ácido por una base alcalina. El adicion de este ácido no le quita la propiedad de fermentar; lo convierte aun á lo largo en glucosa ó azúcar de uvas, y del azúcar de uvas á la fermentacion alcoólica, no hay mas que un paso. Así es como debemos explicar la formacion del azúcar de uvas en los almíbares y conservas de frutas ácidas que se verifica al cabo de cierto tiempo de ser guardados, sobre todo cuando las frutas empleadas eran muy ácidas y que la proporcion de azúcar no habia sido bien calculada. Se separa entonces la glucosa en masas mamelóneas blancas como la que se observa en las uvas pasas. La conversion del azúcar cristalizable en glucosa, bajo la influencia de los ácidos, merece especial atencion, pues durante la extraccion de la caña debe evitarse por todos los medios posibles la formacion de los ácidos por la exposicion demasiado larga á la accion del aire del jugo de la planta. La *acidificacion* del jugo, sea cual fuere su causa, determina una merma considerable en el producto cristalizado.

El ácido sulfúrico extendido de agua convierte el azúcar de caña en azúcar de uvas, mediante el calor. Concentrado, lo disuelve y le comunica un

color oscuro de caramelo; si se neutraliza el exceso de ácido por un poco de creta (carbonato de cal) se obtiene una disolucion que, mediante el calor, da ácido sulfuroso que se desarrolla y un residuo carbonoso.

Humedecido con ácido sulfúrico concentrado el azúcar blanco ordinario se acalora considerablemente, produce ácido sulfuroso volátil y ácido fórmico. Obtiénese entonces una papilla negra, la cual, calentada, deja depositar una materia oscura, insoluble en el agua, idéntica con la *ulmina*, materia que se forma por la descomposicion pútrida del leñoso.

La naturaleza del azúcar disuelto en el agua está cambiada por una ebullicion prolongada de 15 á 20 horas; hay produccion de glucosa ó azúcar incristalizable. Este fenómeno se produce en la fabricacion del azúcar mas á menudo que lo que se piensa cuando el jugo de la caña es muy aguado, como sucede con la caña tierna ó de primer año en la costa, y que la evaporacion se hace demasiado despacio.

El azúcar experimenta aun otra alteracion cuando se pone en contacto con ciertas materias orgánicas; la fermentacion viscosa que se opera lo cambia en una materia mucilaginosa, fenómeno que se produce frecuentemente en una parte del jugo de la caña cuando queda ensuciado por algunas partecillas de bagazo.

Cuando se destila una mezcla de una parte de

azúcar, 2 partes de ácido sulfúrico y de 4 de agua, se obtiene dos productos; el uno volátil, cual es el ácido fórmico puro, y el otro fijo, que consiste en una masa oscura carbonosa.

El ácido nítrico convierte el azúcar, por medio del calor, en ácido oxálico y ácido carbónico. Se forma durante la reaccion del ácido en el azúcar una gran cantidad de deutóxido de azoe; 100 partes de azúcar dan 60 á 67 partes de ácido oxálico.

Si se mezcla un jarabe con ácido arsénico, se vuelve rosado al principio, despues purpúreo, y en fin moreno, y entonces se nota un fuerte olor de vinagre (ácido acético). El azúcar de caña disuelve el carbonato de cobre y el cardenillo (sub-acetato); estas disoluciones son verdes y no precipitan por los álcalis.

Una solucion de bi-cromato de potasa calentada con azúcar se descolora pronto, precipitándose hidrato de óxido de cromo. El hidrato de peróxido de hierro se reduce en parte en protóxido, tomando un color de pulga cuando se calienta bastante tiempo con un jarabe. Cuando se calienta un poco de miel con nitrato de plata, se precipita un polvo negro; es una mezcla de azúcar incristalizable de óxido y de carbonato de plata. El bi-cloruro de mercurio (sublimado corrosivo) pasa al estado de protocloruro (mercurio dulce); el protocloruro está precipitado al estado metálico.

Una disolucion de azúcar está descompuesta por el iodo; se forma entonces ácido hidriódico y un

ácido incristalizable idéntico con el ácido que existe naturalmente en la manzana y otras frutas ácidas (ácido málico).

El cloro obra del mismo modo en el azúcar al estado de disolucion.

El azúcar forma unas combinaciones salinas al modo del almidon con las bases alcalinas, el óxido de plomo y la sal marina.

En la extraccion del azúcar la combinacion fácil de este cuerpo con estas diferentes bases es, como lo veremos mas adelante, un inconveniente para la refinacion. Estas combinaciones, en las cuales el azúcar parece hacer el papel de un ácido, han tomado el nombre poco propio de *saccaratos* del latino *saccharum*.

Las sales calizas tienen muchas veces una influencia nociva en la fabricacion. Se ha observado que los azúcares terciados que contenian un exceso de cal atraen fuertemente la humedad, lo que hace su conservacion mas difícil.

El azúcar se disuelve en 80 partes de alcool hirviente, muy poco en el alcool frio, y tanto mas en este líquido debilitado cuanto que es mas extendido de agua. Es soluble en cuatro partes de alcool, de una densidad de 0,830; el éter lo precipita de estas disoluciones.

El azúcar de caña está formado de

12 at. de carbono...	=	917,220	—	42,11
22 at. de hidrógeno.	=	137,274	—	6,37
11 at. de oxígeno...	=	1,100,000	—	51,52
1 at. de azúcar....	=	2,154,494	—	100,00

Su fórmula se expresa por: C^{12}, H^{18}, O^{9}.

Tomado en pequeña dosis el azúcar facilita la digestion; es útil aun acompañar de azúcar ciertas frutas para que no causen daño, y en este caso es de un uso muy comun.

Mezclado con alimentos azoados, dice el célebre Magendie, el azúcar es nutritivo; mas no conteniendo azoe no puede por sí solo mantener la vida.

Una disolucion de azúcar puesta en contacto con la membrana del estómago de la ternera se trasforma completamente en ácido láctico.

Durante mucho tiempo, dice Orfila, se ha creido que el azúcar era el contra-veneno del cardenillo y de las sales mercuriales; mas no sucede así puesto que no tiene la propiedad de descomponer estas preparaciones en el estómago. Cuando se hace tomar azúcar á los animales envenenados por el cardenillo, y que se impide el vómito de las materias ingeridas, estos animales perecen, y se observan todos los síntomas y las mismas alteraciones orgánicas á las cuales da lugar el cardenillo sin mezcla de azúcar. Esta sustancia no es pues útil en este envenenamiento sino como dulcificante.

Haciendo atravesar una disolucion de azúcar por

un rayo de luz polarizada, se observa en el plano de polarizacion una serie de matices del espectro solar, cuando se imprime á este plano un movimiento de rotacion de izquierda á derecha (Biot). Véase: *polarímetro* y *sacarímetro*.

El azúcar y la cal forman una combinacion que se observa á menudo durante la fabricacion y la refinacion, y que por tanto merece ser estudiada. Su fórmula, segun Mr. Peligot, se expresa por

$$C^{12}, H^{18}O + \begin{cases} CaO \\ H^{2}O \end{cases}$$

Abandonando á un calor moderado una disolucion de azúcar con el hidrato de cal, se obtiene un licor amargo, alcalino, encerrando un equivalente de azúcar y un equivalente de cal. Una disolucion de saccarato de cal está enturbiada por la ebullicion y vuelve á tomar su limpidez por el enfriamiento. El alcool precipita el saccarato de cal de su disolucion. Esta misma disolucion expuesta al aire deposita unos rombaedros regulares y agudos de carbonato de cal encerrando agua (Pelouze).

El ácido carbónico descompone el saccarato de cal; hay formacion de carbonato de cal que se precipita, y el azúcar libre queda en disolucion. Se ha propuesto el empleo de una corriente de ácido carbónico *al través* de la miel, despues de la defecacion mediante la cal, para destruir el saccarato formado. El empleo del carbon animal que tiene la propiedad de descomponer el saccarato calizo es el medio mas eficaz á la par que eco-

nómico, pues su principal objeto es descolorar la miel.

Una disolucion hirviente de azúcar disuelve el óxido de plomo y deja depositar un precipitado blanco. El licor que ha dado nacimiento á este precipitado encierra una combinacion soluble de azúcar y de óxido de plomo.

Obtiénese una combinacion de azúcar y de cloruro de sodio haciendo evaporar espontáneamente en el aire seco una disolucion de una parte de sal marina y de 4 de azúcar; los primeros cristales formados son de azúcar cande; la disolucion decantada repetidas veces, acaba por dar el susodicho compuesto; cristaliza por último. Sus cristales tienen un sabor dulce y salado al mismo tiempo, y caen en delicuescencia al aire húmedo. Su fórmula se expresa así: $2\,C^{12}, H^{18}, O^{9} + \left\{ \begin{matrix} 3\ aq. \\ Cl^{2}\,Na \end{matrix} \right.$ (Péligot).

Trataremos ahora de las propiedades de la glucosa por ser una alteracion del azúcar cristalizable que es muy difícil, por no decir imposible, evitar.

Mr. Dumas ha designado bajo el nombre de *glucosa* los diversos productos azucarados que presentan una cristalizacion confusa y mamelónea. Los azúcares de uvas, de frutas ácidas, de diabetes, etc., tienen pues, segun este célebre químico, una composicion idéntica.

La glucosa es igualmente un producto de transformacion y de descomposicion de otras muchas

sustancias. El azúcar de caña está trasformado fácilmente, bajo la influencia de diversos agentes, en azúcar de uvas. El almidon, el leñoso, el azúcar de leche suministran glucosa cuando se trata por ácidos extendidos de agua mediante el calor. Se forma tambien naturalmente durante la germinacion, bajo la influencia de la *diástasis* en las semillas, los tubérculos y las raices de sustancia amilácea.

Para obtener el azúcar contenido en las uvas mismas, se exprime el jugo que se trata por creta (carbonato de cal) para neutralizar el ácido tártrico que contiene; se clarifica con claras de huevo y se cuela antes de evaporarlo hasta cristalizacion.

La glucosa desecada á 100° parece formada de

12 at. de carbono.....	=	917.220	—	36.80
28 at. de hidrógeno.....	=	174,713	—	7,01
14 at. de oxígeno.....	=	1,400 000	—	56,19
1 at. de azúcar de uvas.	=	2,491,933	—	100,00

Su fórmula se expresa por C^{12}, H^{28}, O^{14}.

Sometido en el vacío á una temperatura de 130°, este cuerpo pierde dos átomos de agua.

La densidad de la glucosa es de 1,386.

La glucosa es menos soluble y se disuelve menos prontamente en el agua que el azúcar de caña; tomada al estado de disolucion, tiene un sabor

mas dulce que seco. Son necesarias 2 1/2 partes de glucosa para comunicar á un mismo volúmen de agua el mismo grado de sabor que le da una parte de azúcar de caña.

Se derrite á 100° perdiendo 9 por 100 de agua; calentada mas allá de 104° pasa al estado de caramelo. A una temperatura mas elevada se descompone del mismo modo que el azúcar de caña. La glucosa es soluble en todas proporciones en el agua hirviente, y no se disuelve á frio sino en 1 1/2 parte de agua. Es muy soluble en el alcool frio.

La glucosa se distingue del azúcar de caña no solamente por su cristalizacion, mas todavía por la accion de los álcalis que la ennegrecen, mientras no cambian el color del azúcar de caña; tiene además una gran tendencia para apoderarse del oxígeno, lo que no hace este último. Si se disuelve, verbi-gracia, tartrato de deutóxido de cobre en una solucion de potasa calentada á 100°, el azúcar de caña que se proyecta en él no da lugar á ningun fenómeno particular, mientras que la presencia de la glucosa en este azúcar produce inmediatamente un precipitado de hidrato de protóxido de cobre amarillo, que pierde prontamente su agua para producir protóxido de cobre rojo y pulverulento. Esta reaccion puede ser aprovechada para reconocer la mezcla de glucosa con el azúcar de caña como fraude. Disuelta en el agua, la glucosa, en presencia de un fermento, experimenta inmediatamente la fermentacion alcoólica, y es de notar

que todos los azúcares no se trasforman en alcool sino despues de haberse trasformado primero en glucosa. Al salir de la caña, el azúcar tiende á pasar al estado de glucosa, y las mermas experimentadas durante la fabricacion provienen de esta conversion y de una proporcion mas ó menos grande de caramelo. Es probado que el azúcar incristalizable no preexiste en la caña, y que todo lo que se forma y se reune bajo el nombre de miel de purga, proviene de los varios accidentes de la fabricacion que ha sido hasta ahora imposible evitar, pero que con el tiempo, y merced á la introduccion de medios perfeccionados, llegarán algun dia á ser casi insignificantes.

Esta materia azucarada puede, como el azúcar de caña, dar nacimiento á unas sales con base de barita, de cal y de plomo. Se ha descubierto aun un glucosato de sal marina. Esta combinacion se obtiene cristalizada en hermosas pirámides dobles de 6 caras; se obtiene mas fácilmente que la misma combinacion de azúcar de caña; basta saturar de sal marina una disolucion de glucosa de una concentracion media, y al evaporar despacio, se deposita entonces sal marina, y mas tarde el fondo del vaso se cubre de cristales de la combinacion susodicha: se reconocen por su forma y su dureza; son incoloros, trasparentes, fácilmente pulverizables, solubles en el agua, y de un sabor al mismo tiempo dulce y salado. La fórmula de este compuesto se expresa por: $2C^{12}H^{24}O^{12}NaCl^2+2aq$.

Si, por lo que se ve, la tendencia que tiene la glucosa para formar combinaciones es mayor que la del azúcar de caña, se concibe que esta diferencia viene á ser nula ya que la glucosa se forma con tanta facilidad en el jugo y la miel de la caña; en efecto, cuando por medio de la defecacion se elimina las sales extrañas, los ácidos y la albumina contenidos en el jugo, existe ya una cierta porcion de glucosa; esta se combina pronto con una pequeña cantidad de cal y da lugar á un glucosato oscuro que colorea mucho la miel y que no se puede destruir sino se emplea el negro animal; si en lugar de cal se usa la lejía de ceniza, la glucosa se combinará con la potasa y con el cloruro de sodio (sal marina) que encierra siempre la lejía. Es importante pues conocer bien estos fenómenos para saber combatir sus efectos y comprender ciertos accidentes de la fabricacion que la rutina no puede explicar y menos prever.

Hemos dicho que la glucosa se forma tambien por la accion del agua á una temperatura elevada, en presencia del ácido sulfúrico, en el alcohol. Es en esta reaccion singular que estriba la fabricacion de la glucosa, fabricacion mas importante de lo que se cree, puesto que en el año 1853 el comercio recibia en Francia 6,000,000 de kilógramos de este producto. Mas es sabido hoy dia que se fabrica una parte del azúcar de caña y de metabel con la glucosa, y es de sentirlo puesto que la glucosa es muy útil para la fabricacion económica de la cerveza

y del alcool. No describiremos la preparacion del *azúcar de fécula* ó glucosa, que es por lo demás muy sencilla, por no salir de los límites de esta obrita.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"
Apdo. 1625 MONTERREY, MEXICO

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"

CAPITULO II

Historia del azúcar y del cultivo de la caña en el Nuevo-mundo. Influencia de la fabricacion del azúcar de remolacha en la del azúcar de caña.

Los antiguos conocieron el azúcar, lo que está comprobado por los monumentos literarios que nos han dejado; lo usaban bajo tres formas diferentes, y se concibe que su descubrimiento fué muy fácil para ellos; primero es la miel de abejas, despues el maná y en seguida la caña de azúcar, cuyo sabor debia llamar su atencion. Varios autores, al hablar de los antiguos pueblos de la India, dicen que tenian el arte de hacer una bebida, exprimiendo una especie particular de caña. Con todo seria difícil de indicar con precision el país y la época en que se hizo el descubrimiento. Estrabon, Dioscorides, Eginetes, etc., son los autores que lo mientan y que solos pueden servir de guias respecto de las investigaciones relativa ás

esta materia. Erastótenes dice aun positivamente que se solidificaba el licor obtenido por la presion de las cañas. Es pues notorio que el azúcar era conocido muy antes de la era cristiana. Quizás los Fenicios y los Egipcios conocieron tambien el modo de extraer azúcar del sorgho dulce que crece naturalmente en Africa.

El célebre Alejandro de Humboldt, despues de haber hecho en el Nuevo-Mundo las investigaciones históricas y botánicas mas concienzudas, concluye que antes del descubrimiento de la América por los Españoles, los habitantes de esos continentes y los de las islas vecinas no conocian ni la caña de azúcar, ni el arroz, ni los cereales del viejo continente. (Sabido es que el maiz es originario del Nuevo-Mundo, por lo que algunos autores lo llaman todavía *trigo de Indias.*) Segun los autores que asignan á la caña un origen oriental, hé aquí en qué progresion se propagó su cultivo. Transplantada primero de Asia en la isla de Chipre y de allí en Sicilia, segun algunos, los Sarracenos fueron los que la llevaron directamente de la India en esta última isla, donde se cosechaba ya una cantidad bastante grande de azúcar en el año 1148. Lafitau refiere la donacion hecha por Guillermo, segundo Rey de Sicilia, al convento de San Benito, de un trapiche para machacar las cañas, con todos sus privilegios, sus obreros y dependencias. Esta notable donacion lleva la fecha del año 1166.

Segun el mismo autor, la caña de azúcar habria

sido traida en Europa en tiempo de las cruzadas.

El monge Alberto Aguensis, en la descripcion que ha dado de los procederes empleados en Acra y Trípoli para la extraccion del azúcar, dice que los soldados cristianos, careciendo de víveres, tuvieron que recorrer á las cañas de azúcar, y que las chupaban por no morir de hambre. Hácia el año 1420, Don Enriquez, Regente de Portugal, hizo trasportar la caña de azúcar de Sicilia á la isla de Madeira. La caña se logró perfectamente en Madeira y en las islas Canarias, y hasta el descubrimiento de la América estas islas abastecieron la Europa de la mayor parte del azúcar que se consumia en este continente.

De las Canarias la caña pasó al Brasil; algunos autores creen sin embargo que los Portugueses la llevaron de la costa de Angola en Africa, en esta parte del nuevo continente. En fin, en 1506, la caña fué trasportada del Brasil y de las islas Canarias en Hispaniola (Haiti), donde varios ingenios fueron sucesivamente planteados.

Parece, sin embargo, segun lo que dice Pedro Martir en el tercer libro de su Decada, escrita durante la segunda expedicion de Cristobal Colon que se verificó de 1492 á 1495, que ya en esta época el cultivo de la caña estaba en corriente en Santo Domingo. Mas pudiera suponerse que habria sido propagada por Cristobal Colon, junto con otras producciones de España y de las Canarias, y que este cultivo se hallaba en toda su actividad al

tiempo de la segunda expedicion. Hácia la mitad del siglo XVII la caña fué llevada del Brasil á las Barbadas, en las otras posesiones inglesas, en las islas españolas de la América, á Méjico, en el Perú, en el Chilé, en fin, en las colonias francesas, holandesas y danesas (1).

La fabricacion del azúcar de remolacha ó metabel fecha de las guerras del imperio francés. A consecuencia del bloqueo continental, el azúcar se habia vuelto sumamente escaso y caro. Napoleon I° propuso grandes recompensas al que hallase el medio de fabricar azúcar con plantas indígenas; se hicieron varias tentativas, dice Chaptal en el tomo II de su *Química aplicada á las artes*; todas no se lograron; propúsose sucesivamente la extraccion del azúcar de la remolacha, de las uvas, del acer montanum, etc.; mas sea porque no se vió posibilidad de prepararlo por mayor con economía, ninguno quizo emprenderla.

Margraff habia demostrado la existencia del azúcar en la remolacha; mas tarde Achard, de Berlin, propuso el cultivo de esta planta para extraer el azúcar que contiene; pero el movimiento que imprimió á la opinion pública se quedó sin resultado, y Deyeux y Parmentier, que repitieron despues los

(1) Algunos autores piensan que la caña de azúcar fué trasportada hácia el año 1506 en Santo Domingo por Pedro de Etienca. Migue Ballestro y Gonzalez de Velosa son los primeros que sacaron azúcar en esta isla.

ensayos con el mayor esmero y sin ninguna prevencion, lograron resultados que, con todo, no permitian considerar este objeto como económico. No sucedió así con la propuesta de Proust; este propuso la extraccion del azúcar de uvas; ya no se trató mas de otra empresa en los paises calientes, y en aquel entonces el cultivo de la remolacha fué casi abandonado; en seguida propúsose la naturalizacion en el Mediodia de Francia y de la España de la caña de azúcar que producia todo el azúcar derramado en el comercio. Mas poco tiempo despues se hicieron nuevos ensayos, y poco á poco los resultados obtenidos fueron mas importantes, y un gran número de fábricas se establecieron principalmente en el norte de la Francia.

Ocioso fuera citar aquí las invenciones sin número á las cuales dió lugar la fabricacion del azúcar indígena, mas puede afirmarse que ninguna industria ha ejercitado tanto el genio de los químicos y de los mecánicos, y ha hecho progresar tanto á la agricultura. Llegó una época en que la fabricacion del azúcar de remolacha se extendió de tal modo que el Gobierno francés temiendo por la suerte de sus colonias tuvo que tomar providencias para coartar esta hermosa industria, gravándola mas y mas con impuestos duros que muchos ingenios no pudieron aguantar; así es que hoy dia el número de las fábricas de azúcar de remolacha es muy diminuto, y la mayor parte de los que subsisten se mantienen merced á unos procederes

económicos y perfeccionados, de los cuales es difícil de hacerse una cabal idea sin haberlas visitado detalladamente.

Sea lo que fuere los procederes empleados al principio exclusivamente en las fábricas de azúcar de remolacha se extendieron á las refinaduras y en seguida á los trapiches de las Antillas y del continente americano, y poco á poco el precio del azúcar de caña ha venido á equilibrarse con el de la remolacha de tal modo que el azúcar de caña pudiera ya no temer competencia ninguna. La fabricacion del azúcar en América no ha llegado á su última perfeccion, y se puede asegurar que dentro de pocos años habrá al mismo tiempo aumento de producto, perfeccion y baratura.

La fabricacion del azúcar de remolacha tiene que luchar contra tremendas dificultades. La remolacha pertenece á esta familia que nos suministra los vegetales mas ricos en álcalis *salsola soda*, *salsola tragus*, de los cuales se extrae la soda natural. Todas las chenopodáceas absorven con fuerza todas las sales que se hallan en los terrenos donde están sembradas, y la remolacha extrae en tres años toda la sal que encierra un terreno salado á la orilla del mar, esto es, cuanto se puede decir respecto de la facilidad con la cual esta raiz asimila materias perjudicables á la preparacion del azúcar; no se puede hacer la extraccion de azúcar sino durante un tiempo muy limitado; despues de arrancadas, las remolachas no tardan en germinar, en brotar

hojas, y su conservacion se hace muy difícil, mientras tanto la cantidad de azúcar que contenian al principio va mermando mas y mas. Si se trata de desecarlas, hay que tomar muchas precauciones para que el azúcar no se altere, y siempre hay que contar con una merma considerable; en fin la mejor remolacha, la mas rica en azúcar tiene la composicion complexa que creemos interesante indicar aquí:

Sobre 100 partes.

Agua	84
Azúcar	10
Tegido celular	2
Albumina, materia azoada	1,5
Acido péctico	
Acido málico	
Materia colorante	
Materia aromática	
Materia grasa	
Aceite esencial acre	
Clorofila	
Oxalato de cal	
Fosfato de cal	
Mulato de cal	
Mulato de potasa	
Mulato de amoníaco	
0,04 azotato de potasa	
Cloruro de potasio ó de sodio	
Azufre	
Sílice	
Oxido de hierro	2,5
	100,0

Concíbese pues, por lo que antecede, los esfuerzos que se hicieron para despojar al jugo de la remolacha de tantos principios extraños, ejerciendo inmediatamente despues de la presion una influencia fatal en el azúcar; todos los aparatos que se imaginaron para evaporar con prontitud esa masa de agua, concentrar la miel despojada de las materias heterogéneas, descolorarla, hacerla cristalizar y obtener un producto limpio, incoloro, dulce!

No dudamos que el dueño de un ingenio de azúcar de caña despues de estudiar en Europa la fabricacion del azúcar de remolacha, quedaria admirado al volver á su país viendo que se pierde casi la mitad del producto útil de la caña, y si introdujese en su fábrica algunos de los procederes y de los métodos usados en Europa, duplicaria muy pronto sus productos y sus ganancias sin tener que sembrar mas que una sola suerte de cañas!

No basta hacer azúcar con la caña, esta es una operacion demasiado sencilla; se trata de hacer azúcar de primera cualidad y de extraer toda la que contiene la caña con inteligencia y economía; de ahorrar el trabajo y de suplir en lo mas que se pueda la falta de brazos que se hace sentir en muchos puntos de América.

El azúcar de caña es el producto mas importante de la isla de Cuba; de algunos años acá son notables las mejoras que se han introducido en los vastos ingenios de esta *reina de las antillas*, como se apellida con sobrada justicia, y la mayor parte de

las máquinas y aparatos de los cuales vamos á tratar están ya en corriente en los principales puntos azucareros de Cuba.

Los procederes empleados sea en el cultivo de la caña, sea en la extraccion del azúcar que vamos á describir varian poco segun los lugares y todos son adaptables cualquiera que sea el clima y la clase de caña, salvo muy pocas modificaciones, de las cuales citaremos algunas cuando nos parecerá necesario.

Monografía de la caña de azúcar.

La caña de azúcar, saccharum de Linnæus; *saccharophorum* de Necker, pertenece á la familia de las gramíneas y forma un género de la tribu de las saccaríneas de Kunth y de la triandria diginia de Linnaeus. Kunth ha establecido la tribu de las *saccarineas* en las consideraciones siguientes: eje articulado, espiguillas de una ó dos flores; la una sentada, la otra pedicelada cuando están por dos; pajuelas membranosas no carenáceas, la inferior frecuentemente aristada (1); dos estilos. — Caracteres genéricos: Flores en panículos mas ó menos

(1) *Arista* es la barba de las espigas. Llámase *bala* ó *glumela* las dos escamas de forma muy variada que envuelven inmediatamente los órganos sexuales de las gramíneas.

apretados; gluma de dos valvas, revestidas por fuera de un copete de pelos largos y sedosos; bala de dos valvas lampiñas sin copete de pelos.

Si quitamos de este género importante dos especies que se hallan en Europa, la caña de azúcar cilíndrica (*saccharum cylindricum*, Decandolle; *Lagurus cylindricus* Linnœus) y la caña de azúcar de Ravena (*saccharum pavennæ, andropogon ravennæ*), todas las plantas de este género son propias á las partes mas calientes del globo, aunque puedan lograrse en algunas provincias de España. Conócense entre los trapicheros como ocho especies de cañas de azúcar cultivadas; mas es probable que casi todas ellas no son sino variedades que se pudieran referir á una sola especie. Algunas provienen de cruzamiento que se ha ido formando con el tiempo entre los tipos que vamos á describir. En el *Manual del jardinero* hemos tratado de esta especie de cruzamiento entre las plantas.

Caña de azúcar oficinal (*saccharum officinarum* Lin.) (Fig. 1). — Planta vivaz como todas sus congenéricas, originaria de las Indias Orientales. De su raiz fibrosa se elevan de 6 á 12 piés de alto muchos tallos lisos articulados y guarnecidos de cuarenta á sesenta nudos mas ó menos aproximados. Son espesos de una pulgada y media, y rellenos de una médula blanca suculenta, llena de un licor azucarado. Las hojas son envainantes en su base, largas de 3 á 4 piés, anchas de una pulgada, tiesas

Fig. 1.

en sus bordes, tersas y estriadas en su superficie, con una nervosidad longitudinal. Cuando la caña florece, brota en su cima un renuevo ó tallo sin hojas y sin nudos llamado *flecha*, llevando un ancho panículo de flores pequeñas sedosas y blanquecinas. El fruto consiste en una semilla oblonga envuelta por las valvas; sub-variedades, blanca, amarilla, colorada. Las dos plantas que siguen son sin duda variedades de esta.

Caña de azúcar morada (*saccharum violaceum*, Tussac). Es generalmente conocido en las Indias orientales, de donde es originaria, y en América, bajo el nombre de *caña de Batavia*. No difiere casi de la precedente sino por su color morado y porque sus nudos son mas aproximados unos de los otros. Existe una sub-variedad de tallo alistonado de morado y amarillo. En algunas provincias del continente hispano-americano llámase esta variedad *caña de Jamaica* por haber sido llevada de esta isla.

Caña de azúcar de Otaiti (*saccharum Otaitense*). Es originaria de Taiti, de donde fué llevada á las Antillas por el navegante francés Bougainville y despues por el Inglés Bligh. Se distingue de las precedentes por su porte mas alto; por sus nudos mas separados unos de otros; por los pelos mas largos que envuelven la espiguilla, y por algunos otros caracteres poco importantes.

Estas son las tres especies generalmente cultivadas las otras son menos dulces y no convienen para la fabricacion del azúcar; tales son:

La caña de azúcar de Tenerife (*saccharum Teneriffæ*, Lin.).

La caña de azúcar del Japon (*saccharum japonicum*).

La caña de azúcar espontánea (*saccharum spontaneum*), originaria de Malabar; hojas arrolladas; tallo de 1 á 2 piés de alto. Crece en los pantanos y los terrenos cenagosos (1);

La caña de azúcar (*saccharum arundinaceum*), originaria de Tranquebar;

La caña de azúcar de muchas espigas (*saccharum polystachion*), originaria de las Indias occidentales;

La caña de azúcar del Bengala (*saccharum bengalense*);

La caña de azúcar rastrera (*saccharum repens*), originaria de Guinea.

La historia botánica de la caña de azúcar es hasta ahora incompleta, y en vano se buscaria en los autores modernos datos exactos acerca del cultivo de esta planta de primer órden. Los Europeos tienen

(1) Esta especie de caña pudiera propagarse en las cienegas que se encuentran á veces en las inmediaciones de los ingenios como en Amatiltan (America central). Se reproduce con facilidad y cortándola cada año suministraria un excelente pasto y aun pudiera producir *panela* ó azúcar prieto para la destilacion. Este cultivo purificaria algo al aire de estos lugares insalubres.

ideas erróneas acerca de todo lo que es agricultura americana, y vemos reproducidos en algunos autores afamados que han escrito sobre la fabricacion del azúcar errores casi imperdonables. Por su lado los Americanos, entregadosá la rutina, no han tratado hasta ahora de formar sociedades en el seno de las cuales se reunirian, como las que existen en Europa, cuantos datos puedan determinar la solucion de muchos problemas del interés mas elevado, aclarar ciertos puntos aun oscuros de la ciencia y de la práctica, producir mejoras y adelantos, emplear medios económicos, multiplicar los productos, y centuplicar los beneficios. Generalmente se descuida la agricultura; los hacendados no tratan de dar á sus hijos una instruccion científica, y prefieren dedicarles al estudio de las leyes ó de la medicina, y los campos quedan entregados á la ignorancia. Sin embargo hay ya algunas excepciones, y dentro de poco tiempo, merced á la paz y á una reaccion saludable, las Repúblicas hispano-americanas tratarán de reparar los años perdidos, y la agricultura experimentará á su vez una revolucion, revolucion exenta de inútiles sacrificios, de contiendas sangrientas y de amargos desengaños.

El azúcar es sin duda el producto mas importante de los paises calientes; el consumo de este principio no ha llegado aun en Europa á la tercera parte de lo que debe ser, y todos los dias tiende á aumentar: lo mismo puede decirse respecto de los productos de la destilacion. Así, en Francia, cuya

poblacion es de 39 millones de habitantes, se calcula que se consume individualmente por año 3 kilógramos de azúcar; un Ingles consume 8 kilógramos, y para el habitante libre de las colonias y demás paises donde se extrae el azúcar de caña (la isla de Cuba, por ejemplo), el mismo cálculo nos da el guarismo enorme de 30 á 50 kilógramos por cada individuo. El consumo no depende, pues, sino del precio del azúcar, y el precio del modo de fabricar, salvo el precio del flete y los derechos. En muchos paises los ingenios quedan muy distantes de los puertos, y los caminos están tan mal trazados y presentan tales dificultades, que el flete duplica el precio del azúcar. A los Gobiernos toca el poner estos caminos en un estado que permita una salida tan pronta como cómoda de los productos de la agricultura.