CAPITULO XIII

Trasformacion del azúcar en alcool.

Se verifica bajo la influencia del fermento sin que se pueda saber como este último obra; sin embargo es cierto que su presencia, sus proporciones y las condiciones favorables á su reproduccion excitan, sostienen y acaban la trasformacion, y no es preciso saber mas para guiarse en las vias donde se puede reunir las circunstancias favorables al cumplimiento económico de esta fermentacion.

Respecto de los fenómenos que se manifiestan entonces, varían en la primera fase, segun la naturaleza del azúcar empleado, bien que los productos de la reaccion sean los mismos.

Así el azúcar de las frutas ácidas, el azúcar solidificado ó cristalizado de las frutas desecadas, la glucosa obtenida por la reaccion sea de la diastasa (ó de la cebada germinada), sea de los ácidos sul-

fúrico ó clorhídrico en la fécula ó el almidon, los azúcares de todas estas fuentes experimentan directamente la fermentacion alcoólica, mientras que el azúcar de caña bajo la primera influencia del fermento ó de la levadura siempre ligeramente ácida, se cambia primero en azúcar, semejante por su constitucion al azúcar de las frutas antes de trasformarse en alcool; de ahí proviene que este último azúcar (de caña) experimenta mas lentamente que los primeros la fermentacion alcoólica, y que se puede activar este fenómeno por medio de una adicion ácida que prepara el cambio prévio del azúcar de caña en glucosa (véase: *Composicion química del azúcar de caña*). Esta última encierra al estado de combinacion, un equivalente de agua mas que el azúcar de caña. Hé aquí como se puede representar esta primera trasformacion del azúcar en la otra, que sin duda se efectúa gradualmente:

(Azúcar de caña) $C^{12} H^{11} O^{11}$ + (agua, 1 equivalente) $H O$ = (glucosa) $C^{12} H^{12} O^{12}$

Seria pues así la materia azucarada ofreciendo esta última composicion, que en todos los casos se trasformaria en alcool y ácido carbónico.

Hé aquí como se representa esta última reaccion:

(Glucosa ó azúcar de frutas) $C^{12} H^{12} O^{12}$ = (2 equivalentes de alcool) $2 C^4 H^6 O^2$ + (4 equivalentes de ácido carbónico) $4 C O^2$

De esta emanacion, representada en guarismos, se saca los siguientes resultados:

	C^{12}	900		C^8	600		C^4 300
	H^{12}	150		H^{12}	150		O^8 800
	O^{12}	1200		O^4	400		
Glucosa		2250 =	Alcool		1150 +	Acido carbónico	1100

Así 2,250 de glucosa seca pudieran, en las condiciones mas favorables, producir 1,150 en peso de alcool, mas 1,100 de ácido carbónico: es decir, que 100 partes en peso produjeran 51,12 de alcool y 38,88 de ácido carbónico. Nunca se puede alcanzar este máximum teórico trabajando por mayor, pero se acerca uno tanto mas de este resultado cuanto que las operaciones están mejor dirigidas.

Muchos hechos, experimentalmente averiguados, concurren á demostrar con la práctica de los destiladores que durante la trasformacion de la glucosa en alcool y ácido carbónico, no solamente, como lo hemos indicado antes de ahora, el azúcar de caña se cambia gradualmente en glucosa que toma parte en la formacion del alcool, sino todavía, bajo la influencia de la diastasa, cuando se hace uso de cebada germinada, el almidon que contiene el malto, lo mismo que la fécula de papas hidratada, durante la coccion de los tubérculos, se trasforma sucesivamente en dextrina, en glucosa, en seguidaen alcool y ácido carbónico.

Los dos primeros fenómenos : trasformacion del azúcar en glucosa y de esta en alcool, tienen lugar durante la fermentacion de los jugos y mieles de purga de la caña de azúcar.

Los tres últimos : cambios de la fécula y del almidon en dextrina y glucosa, y de esta en alcool, se manifiestan durante la fermentacion de las papas cocidas adicionadas de malto en polvo.

En fin, la reaccion se complica mas aun, y los cuatro fenómenos pueden tomar nacimiento simultáneamente en un mosto ó caldo conteniendo los tres principios inmediatos: glucosa, azúcar de caña y almidon, acompañados de diastasa y de levadura en condiciones favorables. Se forma, además, en las fermentaciones de este género, *alcool amílico* cuyo olor fuerte contribuye, con el de algunos otros productos y de los aceites esenciales especiales de las materias primeras empleadas, á impregnar los aguardientes brutos (de féculas, de granos, de vino, de caña, de panela, de miel de purga, etc.) el olor desagradable ó del aroma suave que caracterizan los aguardientes incompletamente rectificados de estas diversas fuentes.

Del alcool amílico, y de sus congenéricos, base del empireuma de los aguardientes de panela y miel de purga.

Hase designado bajo el nombre de *alcool amílico* una suerte de aceite esencial que se puede recoger al fin de la destilacion de los licores fermentados ó de la rectificacion : el agua lechosa obtenida entonces deja, por el reposo, sobrenadar esta esencia; contiene varios productos, porque la temperatura de su ebullicion, cuando es fruta, no depasa al principio + 85°; mas continuando el fuego, los productos mas volátiles se desprenden, la temperatura aumenta, y se vuelve constante á + 130°. El producto, destilado entonces y purificado, constituye el alcool amílico sensiblemente insoluble en el agua, soluble en todas proporciones en el alcool y el éter. Su olor fuerte es desagradable, su sabor acre, ardiente, su densidad es mas débil que la del agua (0,812 á 15° + el agua pasando 1000); vuelve el papel traslucido, mas la mancha desaparece por su evaporacion completa. Puede inflamarse á + 50 ó 60° y dar una hermosa luz; así es que se emplea para el alumbrado en algunas fábricas de aguardiente. A 20° bajo de cero, se vuelve sólida en hojas cristalinas. Su composicion está representada por $C^{10}H^{12}O^{2}$; se hacen derivar de este alcool muchos

compuestos que ofrecen una grande analogía con los obtenidos con el alcool y el espíritu de leña. Nos parece que el alcool amílico propiamente dicho pertenece á los aguardientes sacados de los granos y de las materias amiláceas, fécula, papas, etc., y que el que se forma en la destilacion de la panela y de la miel de purga aunque análogo varía un poco. Con todo, sus efectos nocivos en la salud de los que consumen el aguardiente empireumático ó *cochucha* son tan positivos, que seria interesante hacer experimentos sobre los animales con esta materia.

El sabor que agrada en algunos licores como en el rom tan mentado de la Jamaica, en el aguardiente de coñac, el que no gusta á todo el mundo como el de la ginebra, del brandy, etc., es debido á una proporcion mas ó menos grande de alcool amílico y á cierto principio volátil y fragante peculiar á la caña, al vino ó al almidon de los granos: este principio merece ser estudiado mejor que hasta ahora. Es á un éter particular llamado por Mr. Pelouze *éter œnantico* que los vinos deben este aroma ó fragancia particular, cuyas proporciones varian segun los climas y las especies de vino. Es preciso despojar los aguardientes, no de estas esencias que les dan un sabor agradable, sino del alcool amílico ú otro semejante, (*alcool caramélico*, segun nosotros, en el aguardiente de panela) por una rectificacion completa que indicaremos mas tarde.

Teoria de la destilacion de los líquidos fermentados.

Despues de la fermentacion, los líquidos preparados con las diferentes materias primeras que hemos mentado detienen el alcool produciendo una pequeña cantidad de ácido carbónico, y proporciones tanto mas débiles de materias azucaradas cuanto que la fermentacion ha sido mejor dirigida y mas completa; estos líquidos encierran, además, el agua y las sustancias azoadas, grasosas, salinas, la levadura crecida ó disminuida, segun la naturaleza de las materias empleadas, una sustancia particular llamada aldehida $C^4H^4O^2$, y ácido acético (base del vinagre) $C^4H^4O^4$ procedente de la oxidacion del alcool: $C^4H^6O^2 + O^2$ y $+ O^2$; ácido láctico $C^6H^6O^6$ (del cual 2 equivalentes representan el equivalente de glucosa $C^{12}H^{12}O^{12}$), á veces el ácido butírico procedente de la alteracion de la glucosa por las materias azoadas con desarrollo de ácido carbónico é hidrógeno $C^{12}H^{12}O^{12}$ (glucosa) $= C^8H^8O^4$ (ácido butírico) $+ 4\,C, O^2 + 4\,H$; y unos ácidos vegetales que preexistian antes; aceites esenciales, etc.

La destilacion de los líquidos de composicion tan complexa debe dar necesariamente lugar á unos fenómenos muy complicados tambien. Con todo el objeto principal que se trata de lograr se explica fácilmente y los medios son muy simples.

Se quiere separar, por medio de la destilacion, el alcool cuyo punto de ebullicion, si fuera puro, no depasaria 78°4 bajo la presion media de 0,76 del agua, que bajo la misma presion y sin mezcla de alcool no entraria en ebullicion sino á 100°, temperatura que tienden á elevar todavía las materias salinas y orgánicas en disolucion en el líquido.

Compréndese que un líquido encerrando 4 ó 5 de alcool que tiende á disminuir la temperatura de la ebullicion, la mezcla total ó el líquido vinoso deberá comenzar á hervir á una temperatura intermedia entre 78,4 y 100 ó 101°, que el alcool volatilizándose en mayores proporciones (relativamente á las cantidades contenidas en la mezcla), arrastrando mas ó menos vapores acuosos y otros, debe llegar en totalidad en la serpentina, si se sostiene bastante tiempo la ebullicion en la cucurbita, mientras que la mayor parte del agua y de las otras sustancias menos volátiles que el alcool quedan en la cucurbita.

Se habia creido antes que la temperatura y el acto mismo de la destilacion eran necesarios, no solamente para separar el alcool, sino aun para darle nacimiento ó completar su formacion; algunas dudas habian quedado aun en la mente de los químicos, cuando el célebre Gay-Lussac demostró por medio de experimentos decisivos, que el alcool está todo formado en los líquidos azucarados despues de su fermentacion especial.

La destilacion ordinaria en los aparatos mas sim-

ples como una retorta adaptada á una serpentina ó un alambique comun compuesto de una caldera ó cucurbita y de su capitel comunicando con una serpentina, deja pasar en el recipiente la totalidad de los vapores desprendidos por la ebullicion y da un producto alcoólico muy débil conteniendo de 15 á 30 centésimos de alcool, cuando se ha destilado un vino en el cual la fermentacion habia desarrollado 5 á 10 de alcool: es preciso pues volver á destilar el producto alcoólico muchas veces á fin de obtener el aguardiente ó el alcool vendibles que deben contener de 50 á 60, ó de 85 á 94 centésimos de alcool; cada vez todo el calor empleado para calentar el aparato y determinar la vaporizacion del agua y del alcool se halla perdido; exige una cantidad de agua fria correspondiente para condensar los vapores acuosos y alcoólicos. No se usa ya mas en Europa este antiguo sistema sino para la destilacion de los aguardientes de mesa (marcando de 50 á 60 grados), á fin de conservar por la destilacion al fuego directo y las destilaciones repetidas las condiciones bajo las cuales se desarrolla su aroma particular; en efecto estos aguardientes tienen un valor muy superior á su equivalente de alcool, y no se pueden vender á este precio sino bajo la condicion de satisfacer al gusto de los consumidores; pues las destilaciones repetidas al fuego directo, aun el acceso del aire, ejercen en la produccion del aroma una influencia incontestable. Nótese bien aquí que hablamos del aguardiente de

vino ó coñac, y esto prueba como el aguardiente de panela obtenido por el mismo proceder llega á cargarse de un principio empireumático detestable, lo que no sucede sino á un grado mucho menor, mediante los nuevos alambiques de destilacion continua.

Cada vez pues que se trata de fabricar alcool ó de rectificarlo de 85 á 94 grados y de entregarlo al comercio con estos títulos, hay un interés grande en economizar el combustible utilizando el calor y haciendo volver los vapores acuosos condensados los primeros dentro de la caldera destilatoria, á fin de obtener el alcool de un grado propio á la rectificacion, y de evitar así mucho trabajo. Sin embargo para los aguardientes comunes que se consumen en los lugares de la produccion se emplean generalmente todavía los alambiques ordinarios que varian poco en su forma.

En todos los sistemas de aparatos en uso para volver así la destilacion económica se interpone entre la caldera, 1.° unos espacios cerrados bastante grandes y unas superficies sobre las cuales corre el caldo fermentado, bastante multiplicadas, para provocar la condensacion de las proporciones mas acuosas de los vapores, y por esta condensacion misma que despide mucho calor, para favorecer el estado permanente de los vapores alcoólicos, al mismo tiempo que la formacion y el desprendimiento de vapores semejantes que el caldo deja escapar; 2.° se coloca en seguida unas serpentinas

en el interior de las cuales el vapor circula, se condensa parcialmente y acalora el caldo circulando en sentido contrario, entre el exterior de la serpentina y el vaso que lo encierra. El líquido mas ó menos alcoólico, condensado en esta primera serpentina llamada *rectificador*, puede ser, segun se quiere, dirigido en parte hácia los primeros espacios donde corre el caldo para bajar en la caldera, á fin de no dejar llegar en la última serpentina sino unos vapores bastante ricos en alcool para dar el líquido alcoólico al grado necesario.

Se deja así retroceder hácia la caldera unas cantidades tanto mas grandes de líquidos procedentes de los vapores condensados, cuanto que se desea recoger alcool de un título mas elevado; recíprocamente, cuando se quiere obtener alcooles mas flojos, no se deja retroceder hácia la caldera sino unas cantidades mas pequeñas de los productos líquidos de la condensacion.

Está uno muy naturalmente guiado en la direccion del aparato, es decir, la abertura ó la cerradura de los caños que dejan derramar estos productos líquidos, conduciéndolos sea hácia la caldera, sea hácia la última serpentina. Por lo demás se consulta por medio del pesa-alcool el grado areométrico ó mas bien alcoométrico del líquido que destila: si es demasiado débil, se abren mas salidas á los primeros productos condensados para hacerlos volver atrás dentro del alambique; si es demasiado fuerte, se cierran estos caños de retroceso,

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"

y desde entonces los productos de los vapores acuosos llegando en mayores proporciones en la última serpentina debilitan el grado alcoólico del producto destilado.

En general, cuando se quiere entregar directamente y á un precio conveniente el alcool de un grado alto sin rectificarlo, se dirige la operacion haciendo retroceder bastante líquido débilmente alcoólico para que los vapores no lleguen en la última serpentina sino cuando están suficientemente ricas; es decir, que pueden dar, condensándose, los productos á un título mas subido, de 85 á 90 ó 94 por ejemplo.

Cuando uno se propone, al contrario, de someter los productos obtenidos á la rectificacion, lo que es ordinariamente el caso en las destilerías de granos, de miel de purga, de panela, dando alcooles de *gusto malo*, se hace retroceder una proporcion menor de líquido condensado hácia la caldera y de modo á arreglar el derrame de la última serpentina al grado alcoométrico de 50 á 54, es decir, de modo que el alcool obtenido continuamente, contenga de 50 á 54 por 100 de su volúmen en el alcool puro.

De este modo se saca enteramente el alcool de los caldos y la rectificacion se verifica igualmente bien, porque seria preciso extender de agua al momento de rectificar los alcooles que se hubieran obtenido con títulos mas subidos.

Argand, Bérard, Eduardo Adam, Cellier-Blumenthal Carlos Derosne son los que han perfeccionado los aparatos destilatorios y que han enteramente trasformado sucesivamente el antiguo alambique de destilacion simple y de operaciones intermitentes. La aplicacion de estos antiguos aparatos está hoy limitada en Europa para los casos excepcionales que hemos indicado antes. Los aparatos de destilacion continua, que dejan entrar continuamente el vino ó el caldo fermentado, dan sin interrupcion el alcool al grado necesario y dejan salir de la caldera la vinaza (caldo privado de alcool) de un modo continuo é intermitente.

Para una igual cabida de la caldera destilatoria ó cucurbita, es evidente que los antiguos alambiques deben costar menos para su establecimiento, puesto que no exigen mas que un tubo entre la caldera y la serpentina; mas al punto de vista de las cantidades de productos vendibles, el gasto relativo al interés de los fondos que representa el valor de los aparatos perfeccionados ó de destilacion continua es menor, á mas que los gastos para el alquiler, el combustible y la manutencion se hallan muy minoradas aun, ya que se reparten en unas cantidades mucho mas grandes, obtenidas en el mismo tiempo para un local idéntico y por medio del mismo personal.