SEGUNDA PARTE.

CAPITULO XII

Empleo de los residuos de la fabricacion y de la refinacion del azúcar de caña. — Fermentacion alcoólica y destilacion.

Teoría de la fermentacion alcoólica

En presencia del agua, de un fermento particular y bajo la influencia de una temperatura conveniente (de 15 á 25° centesimales), las materias azucaradas fermentescibles (glucosa ó azúcar de uvas, azúcar de caña, azúcar de remolacha, azúcar de frutas, miel, azúcar de leche ó lactosa, etc.), pueden experimentar unas modificaciones que las transforman directa ó indirectamente en alcool líquido y en ácido carbónico gaseoso.

Todos los jugos dulces de las frutas, tallos, raices, tubérculos que encierran estas materies contienen además los principios de los fermentos; estos comienzan por desarrollarse tan luego como los tejidos vegetales desgarrados exponen estos jugos á la accion del aire libre.

Los fermentos espontáneamente desarrollados así pueden ser de varias naturalezas y dominar cada uno á su turno. Los unos determinan mas particularmente la trasformacion del azúcar en alcool y ácido carbónico : llámanse *fermentos alcoólicos* (levadura de cerveza, primera hez del vino, etc.); son los que los destiladores debieran tratar de conseguir para obtener reacciones mas acertadas. Los otros, obrando en la materia azucarada, directamente ó indirectamente, dan lugar á las *fermentaciones ácidas* (produciendo el ácido acético, el ácido láctico, etc.); los otros determinan una *fermentacion viscosa*; otros en fin determinan una *fermentacion pútrida*. Son estas tres últimas fermentaciones que el destilador tiene el mayor interés en evitar; lo logra haciendo dominar el fermento alcoólico y reuniendo las condiciones de temperatura 16 á 25° y las proporciones de agua las mas favorables á su accion especial en las materias azucaradas.

Muchas sustancias azoadas son susceptibles de provocar la fermentacion alcoólica en el seno de las soluciones acuosas del azúcar, mas no se conoce sino un solo fermento que sea en Europa de

un uso general entre los destiladores, que preparan ellos mismos ó que consiguen por la via del comercio. Este fermento, designado bajo el nombre de *levadura de cerveza*, presenta en su estructura y su composicion inmediata, en las circunstancias de su formacion ó de su desarrollo unas particularidades muy dignas de llamar seriamente la atencion de las personas que se dedican á la fermentacion.

La cualidad de los licores alcoólicos, sea cuales fueren las materias azucaradas empleadas, depende sobre todo del fermento. Es, pues, de la mayor importancia para el destilador conocer el papel que hace esta sustancia en la produccion del aguardiente, rom ó tafia, y saber que el fermento normal, el que debe tratar de conseguir de cualquier modo, es la levadura de cerveza. En algunos puntos de América se empieza á fabricar cerveza, mas no se toma el trabajo de recoger y limpiar la levadura, que en Europa es el objeto de una industria especial. Tambien se puede conseguir levadura seca y conservada á propósito para la exportacion, y aconsejamos á los destiladores, cualquiera que sea el clima de la localidad que habitan, proveerse de este elemento para dar mas fuerza y actividad á los fermentos naturales ó artificiales que emplean en sus operaciones. En los paises donde la levadura se puede recoger con facilidad, debe ser la base de todas las fermentaciones, y en los otros debe ser empleada para renovar los fermentos á lo menos una vez al mes.

En algunas localidades empléase para principiar una fermentacion una cierta cantidad de salvado ó afrecho empapado en agua, y que se deja agriarse. En esta operacion, el *glúten* contenido en el salvado se descompone, se vuelve viscoso, y el almidon, en parte convertido por la misma reaccion, componen un fermento de una cierta actividad que determina la trasformacion del azúcar del caldo en alcool y ácido carbónico. Sin embargo estos fermentos no tienen una potencia demasiado grande y tienen el inconveniente de determinar á veces una fermentacion viscosa si el caldo no está algo ácido; además el salvado que queda en suspension en el caldo se deposita en el fondo de los alambiques y experimenta por la accion del calor una descomposicion que comunica un olor empireumático al producto destilado.

Levadura de cerveza.

Como su nombre lo indica, este producto deriva de la fabricacion de la cerveza: insistimos al principio en su naturaleza, su composicion íntima, su modo de reproduccion, porque estas nociones permiten comprender muy bien como, obrando en un mismo azúcar para trasformarlo en alcool, la levadura puede ora reproducirse en cantidad con-

siderable, quintupla y mas de la dosis empleada, ora aniquilarse casi completamente.

La levadura de cerveza, análoga á los fermentos formados durante la fermentacion de los mostos de uva y de varias otras frutas, es considerada, segun lo ha observado Mr. Cagniard-Latour y segun nuestras propias investigaciones, como una aglomeracion de pequeños vegetales microscópicos cuya estructura es muy simple (1): cada uno se compone de un glóbulo ovoide que, por grados, adquiere el diámetro de un centavo de milímetro; es un vegetal reducido á una sola celula y formado de una doble túnica, encerrando granulos y diferentes sustancias orgánicas, azoadas, no azoadas, grasosas y muchas sales vegetales.

Hé aquí la composicion de la levadura determinada por Mr. Payen:

Materias azoadas encerrando vestigios de azufre....	62,7
Celulosa y otras sustancias congenéricas no azoadas.	29,4
Sustancias grasas.....	2,1
Materiales minerales, sales calizas y alcalinas, comprendiendo fosfatos de magnesia, de cal y silice..	5,8
	100,0

(1) La composicion elemental del fermento no tiene nada que nos deba sorprender, puesto que no vive sino á expensas de materias ya perfectamente elaboradas en la economía vegetal; en efecto se encuentra en todos los frutos al estado de completa madurez cuando ya ha cesado el papel de la vegetacion, y parece encargado por la

Es muy fácil explicar que la levadura pueda vegetar, reproducirse y multiplicarse por el desarrollo de pequeñísimas yemas ó globulitos que se desprenden de los glóbulos primitivos, bajo la condicion esencial que el líquido encierre los elementos de esta reproduccion ó los alimentos de esta especie de vegetacion rudimentaria, mientras que, en los líquidos azucarados no encerrando nada ó muy pocas sustancias azoadas, grasosas y salinas indispensables á la constitucion de la levadura, esta puede tener actividad, rehacer, mas no multiplicarse. Así es como en las disoluciones puramente azucaradas de glucosa, de azúcar de caña, de miel de purga, la levadura, en proporcion suficiente, excita una fermentacion activa, mas no se reproduce; muere y deja un residuo inerte. En los mostos de cebada germinada, al contrario, la levadura hallando en abundancia á mas de la dextrina (almidon soluble), del almidon y del azúcar congenéricos de la celulosa que forman sus túnicas, las sustancias azoadas, grasosas y minerales que pueden asimilarse á su propia constitucion, puede multiplicarse á tal punto que se recoge, despues de

naturaleza de destruir los jugos que envuelven las semillas, pepitas, huesos, nueces, cuando ya no son necesarios al desarrollo de estos órganos de reproduccion. Tan elemental se manifiesta la composicion de estos animalucos que viven en los intestinos de los animales y en algunos otros órganos llamados entozoarios que viven de los productos elaborados en la economía animal.

la fermentacion, de cinco á siete veces mas de levadura activa que la que se ha empleado cuando se ha echado el fermento. Esto nos explica como la fabricacion de la cerveza es la fuente de la levadura.

Por lo demás, la levadura que se halla en suspension ó sobrenada en la superficie del líquido que fermenta es la mas activa y la que se reproduce mejor; mientras que la levadura precipitada en el fondo del líquido se presenta, vista con un microscopio, en granulos aislados, poco activos.

Es importante tomar estos hechos en debida consideracion; demuestran las ventajas de los procederes de fermentacion que utilizan la levadura en suspension ó la que viene en la superficie, sobre los procederes recomendados por otros autores, y que hacen uso de los depósitos de levadura llamados *fondos* ó *piés de cuba*.

En la fermentacion de la *chicha*, cuya base es la panela ó raspadura, hay igualmente fermentacion de una levadura que se deposita en gran parte en el fondo de los vasos ú ollas, y que compone lo que se llama *asientos de chicha*, y que sirven en las fábricas de aguardiente para determinar la fermentacion del caldo. Estos asientos son muy impuros, tienen poca actividad y muchas sustancias muy ácidas ó ya descompuestas; no contribuyen poco al mal gusto del aguardiente.

Los ácidos flojos ó en pequeña proporcion concurren á hacer las fermentaciones mas activas, mientras que las bases que comunican á los líqui-

dos una reaccion alcalina traban ó paran la fermentacion; por eso es que siempre se debe saturar con un ligero exceso de ácido las soluciones de mieles alcalinas que provienen del escurrimiento del azúcar, sobre todo cuando se ha empleado lejía de ceniza para la fermentacion; pues estas mieles contienen naturalmente ya una cierta proporcion de sales alcalinas (1).

Así es como se activa igualmente la fermentacion del jugo de remolacha en Europa, agregándole 2 milésimos de ácido sulfúrico, mientras el jugo, naturalmente ácido, de la uva fermenta muy activamente sin adicion semejante, y aun sin ninguna adicion; en efecto, el jugo de uva contiene un fermento pronto en desarrollarse y obrar con actividad, bajo la sola condicion que tendrá un

(1) Aconsejamos á los destiladores el empleo de las frutas ácidas llegadas á su completa madurez para echarlas en cantidad mas ó menos grande dentro de las pipas ó cubas de fermentacion despues de haberlas machacado. En la América intertropical hay frutas ácidas durante todo el año; las mas convenientes son las uvas silvestres, las guyabas agrias, las ciruelas de América que los Indios añaden al caldo de rapadura para preparar la *chicha*, las bayas ácidas de una infinidad de arbustos, la fruta de la piñuela (bromeliácea que sirve para formar setos), limones maduros desprovistos de su cáscara y pepitas, etc., etc. Cuando estas frutas no se encuentran, no faltan hojas que pueden suplir como las de ciertas oxalidáceas (*chicha fuerte, platanito, acederas de Indias*), begoniáceas (*acederas de Guinea, corazon de María*), cálices de la rosa jamáica (*hibiscus punica*), etc. Todas estas materias ácidas despiertan la fermentacion en los caldos alcalinos ó viscosos.

instante el contacto del aire ó del oxígeno, y que será mantenido á la temperatura de 18 á 25°. Así, el contacto del aire ó del oxígeno en débil cantidad es indispensable para determinar el desarrollo del principio activo del fermento

Conservacion de la levadura.

La levadura de cerveza, sometida, en capa delgada, á una desecacion rápida por una corriente de aire fria ó mejor aun en el vacío, se halla en el caso de ciertas semillas (los granos de los cereales por ejemplo) en las cuales se puede suspender la vida vegetativa cuando, habiendo empezado á germinar, se hace desecar á frio; basta entonces humedecerlas al punto conveniente para que la vegetacion recobre su curso. Del mismo modo la levadura seca puede recuperar sus facultades, de determinar la fermentacion alcoólica y de reproducirse bajo la influencia del agua y del contacto de un líquido azucarado conteniendo los principios útiles á su constitucion.

La levadura desecada ha perdido generalmente una parte de su energía primitiva, y hasta ahora se han hecho vanos esfuerzos para conservársela íntegralmente; sin embargo la conservacion económica de la levadura, de modo á trasplantarla en América y en otras localidades donde este agente

de fermentacion hace falta, no parece un problema insoluble. Mr. Payen dice haber obtenido resultados bastante buenos sea extendiendo en capa delgada la levadura fresca y fluida de los cervezeros en una area espesa de yeso que absorve rápidamente el exceso de agua, sea mezclando la levadura recien prensada, con fécula seca que absorve mas rápidamente aun la humedad, y da una mezcla pulverulenta cuya desecacion se acaba sometiéndola á una corriente de aire á 35 ó 40 grados centesimales.

Nosotros pensamos que en los paises donde no hay cervecerías se puede preparar mas económicamente la levadura por medio de operaciones análogas á las de los cervezeros, y en este caso basta conseguir cebada, hacerla germinar y preparar uno mismo el *malto*, por cuyo motivo vamos á indicar como se obtiene.

Preparacion del malto.

Es haciendo germinar los granos que llega uno á desarrollar en ellos una cantidad suficiente de *diastasa*, principio activo ó agente natural de la sacarificacion.

Todos los granos (frutos de los cereales) pudieran servir á esta preparacion; mas se escoge de

preferencia la cebada, que á peso igual cuesta menos, y cuya germinacion es de las mas fáciles; designase bajo el nombre de *malto* la cebada germinada, desecada y despojada de sus pequeñas raices.

La cebada que conviene mejor para la fabricacion del malto es la que está dotada de toda su facultad germinativa, y cuyos granos son todos de una misma variedad; cultivada en el mismo terreno, están dispuestos para germinar casi simultáneamente. Fácil es reconocer si la cebada reune estas condiciones útiles: en un vaso de fondo plano, un plato por ejemplo, se vierte poca agua de modo á formar una capa líquida de 5 á 6 milímetros; se agrega despues con precaucion bastante cebada para que los granos, al tocarse, cubran la superficie; se cubre el plato con otro volteado, y se mantiene entre 15 y 20° centesimales la temperatura del lugar donde el ensayo se verifica.

Al cabo de treinta y seis á cuarenta y ocho horas puede percibirse, en una de las extremidades (donde se halla el embrion) de cada uno de los granos cuya germinacion comienza, una ligera protuberancia blanquizca; es la radícula que se desarrolla: despues esta radícula se alarga gradualmente, se subdivide en muchas radicelas cuya longitud total alcanza uno ó mas centímetros cuando la yémula, que brota en sentido contrario, no ha penetrado todavía debajo del pericarpio (ó entre la cubierta ó túnica y la almendra ó perispermo) sino

hasta la mitad ó las dos terceras partes de la longitud del grano. Si la germinacion empieza en todos los granos casi simultáneamente y recorre sus diferentes fases en el mismo tiempo, es seña cierta que la cebada es de muy buena cualidad para este uso, y susceptible de producir un malto excelente. Si, al contrario, la germinacion es muy irregular ó no se manifiesta aun en una parte de los granos, se deberá tratar de conseguir otra cebada.

Hé aquí como se procede á la fabricacion del malto por mayor cuando uno está seguro que la cebada es dotada de la facultad germinativa deseable. Cinco operaciones sucesivas se verifican en el siguiente orden : *remojo de los granos, germinacion, desecacion, separacion de las radicelas, molienda.*

Remojo.—Por medio de esta operacion se hacen á un lado los granos ligeros ó huecos (sitio de varias alteraciones, que no germinarian y vienen á sobrenadar en la superficie del líquido), y se introduce en los otros granos la cantidad de agua útil á la germinacion.

El remojo se verifica en unas cubas grandes ó dentro de unas pilas de mampostería de 1ᵐ á 1ᵐ 25 de hondo y provistas de un caño con su llave para el derrame del agua delante del cual se coloca en el interior del receptáculo, una tela metálica destinada á detener los granos.

Se introduce el agua primero hasta 0ᵐ 75 de altura, despues se añade la cebada, y se menea con

una espátula grande de palo; los granos pesados, en general, de buena cualidad se hunden en el líquido, mientras que los ligeros sobrenadan : se quitan estos con la espumadera, y pueden servir al alimento de los animales. Se saca entonces el agua turbia, que se reemplaza por un volúmen igual de agua clara, y se renueva el agua dos ó tres veces consecutivas durante el remojo, que dura veinte y cuatro á treinta horas en tiempo frio, y de doce á veinte y cuatro en tiempo de calor.

La duracion del remojo debe ser un poco mas larga para la cebada procedente de regiones frias que para las de paises templados. Se reconoce que la cantidad de agua absorvida es suficiente cuando los granos se han vuelto bastante blandos para aplastarse bajo la presion de la uña : entonces se trasiega todo el líquido y el escurrimiento se concluye en cuatro ó cinco horas.

Germinacion. — La cebada, escurrida, se pone en montones de 60 centímetros de espesura en el *germinadero.* Es un camaranchon ó sótano, enlosado ó repellado de mezcla de cal bruñida de paredes espesas, colocado un poco debajo del nivel del suelo. Esta disposicion permite mantener lo mas regularmente posible la temperatura entre 14 y 17° en la estacion mas favorable que es el mes de abril y el de octubre; sin embargo en las regiones cálidas la germinacion se verifica regularmente durante todo el año. Para facilitarla, se cierran durante el dia, cuando el tiempo es caliente, las puer

tas y las ventanas y se abren de noche, y se riega de vez en cuando la masa de los granos cuando la temperatura se eleva y que la evaporacion es demasiado rápida. En todo caso, es útil disponer una ligera corriente de aire constante para favorecer la germinacion suministrándola oxígeno, sea para eliminar el ácido carbónico, cuya acumulacion volviera insalubre este camaranchon para los trabajadores.

Cuando la germinacion se anuncia por el desarrollo en la mayor parte de los granos, de la proeminencia blanquizca de la radícula, se extiende el monton en el suelo en una capa de 30 á 35 centímetros, y se disminuye gradualmente esta espesura extendiendo el grano sobre una mayor superficie á medida que la germinacion progresa, de modo que la espesura esté reducida á 10 ó 12 centímetros cuando la operacion está en su término, es decir, cuando las raizuelas habiendo adquirido un desarrollo de muchos centímetros, la yémula ó tallito ha caminado debajo de la túnica ó pericarpio casi hasta la extremidad del grano opuesto á la de donde ha salido. La longitud de este tallito se reconoce fácilmente por la proeminencia que imprime en la cubierta ó mejor quitando esta.

Es entonces cuando la mayor parte de la diastasa está producida sin una merma demasiado notable en el peso del grano.

Durante la germinacion, es preciso voltear el grano dos veces en el dia á fin de regularizar la operacion

renovando las superficies expuestas así sucesivamente á las mismas influencias de temperatura, de humedad, de aeréo; á fin de precaver el aplastamiento de los granos, los oficiales andan en el camaranchon con los piés descalzos.

La germinacion está bastante avanzada al cabo de ocho ó diez dias en tiempo caliente, y de diez á doce en tiempo frio. Es generalmente imprudente activar la germinacion, porque entonces se verifica con desigualdad. Una parte de los granos no han germinado aun y contienen demasiado poco diastasa, mientras que los otros habiendo germinado demasiado han perdido una parte de este útil principio.

Desecacion.—Cuando la germinacion de la cebada ha llegado á su término, es preciso operar su desecacion con la mayor prontitud, á fin de parar toda vegetacion ulterior. En los paises calientes nada es mas fácil. Se extiende la cebada en capas delgadas en una azotea ó una area (asoleadero) de mampostería y de superficie tersa, á la accion de los rayos del sol : á veces esta simple operacion basta. Se remueven varias veces las capas de cebada hasta que las radicelas hayan llegado á un punto tal de sequedad que se rompan y se desprendan con el mas mínimo esfuerzo.

Cuando esta desecacion no parece suficiente se puede acabar dentro de un horno comun de hacer pan ligeramente calentado, pues la temperatura no debe pasar de 80 á 90°; porque si la cebada fuese

todavía húmeda pudiera formarse en el interior de los granos una especie de engrudo compacto que se volveria dura y como cornea desecándose. Esta materia amilácea compacta se disolveria difícilmente y se convirtiese incompletamente en materia sacarina; en efecto ofreceria una fuerte cohesion y poca superficie á la accion del agua y de la diastasa, á mas de que este último agente pudiera haber experimentado una alteracion por la temperatura vecina de 100°.

Por lo demás se ha notado que prolongando la duracion de la desecacion á la temperatura de 40 á 50° se prepara mejor la sacarificacion.

Poco despues de la desecacion, y mientras que las raizuelas son desmenuzables, se somete la cebada germinada á la criba á fin de separar estas radicelas. No se debe diferir esta operacion, porque las radicelas, volviendo á tomar humedad, se harian otra vez blandas y no se romperian ya mas. Estas raices, que no tienen principio útil á la sacarificacion ni á la formacion del alcool, pueden ser utilizadas como abono porque encierran bastantes materias azoadas.

La cebada germinada, desecada, privada de las radicelas, ha perdido el agua que contenia al estado normal (12 á 14 centésimos); la materia orgánica trasformada, durante la germinacion, sea en ácido carbónico, sea en los tejidos desarrollados bajo la forma de radicelas arrastrando un poco de materia mineral; la disminucion del peso debido á estas diferentes causas se eleva á 25 centésimos poco mas ó menos; se obtiene pues en general, para 100 partes en peso de cebada empleada, 75 de malto susceptible de sacarificar cinco á diez veces su peso de fécula de papas ó de harina de cebada ó de arroz. El malto, mantenido seco, al abrigo de las alteraciones, conserva, durante uno y aun muchos años, sus propiedades activas; sin embargo algunas cosas desapercibidas de fermentacion pueden introducirse en él, alterar la diastasa y minorar mucho su energía. Se debe pues evitar de preparar de antemano acopios demasiado grandes de malto. Se conserva mas fácilmente la cebada germinada en granos enteros; es pues conveniente no molerla ó reducirla en harina grosera sino al momento de emplearla. La preparacion del malto da lugar en Inglaterra á una industria especial ejercitada por los *malters*.

El malto desecado lentamente ó á una temperatura baja y disuelto despues en agua caliente, fermenta por el enfriamiento y produce un excelente fermento ó levadura para toda clase de caldo; aconsejamos su empleo en la fabricacion de los aguardientes de panela, de jugo de caña y de miel. Tambien sirve para hacer otros aguardientes con materias amiláceas, pulpa de banano, harinas de arroz, de maiz, etc. Todos los granos pueden ser igualmente sometidos á las varias operaciones que acabamos de indicar para fabricar diferentes clases de licores alcoólicos.