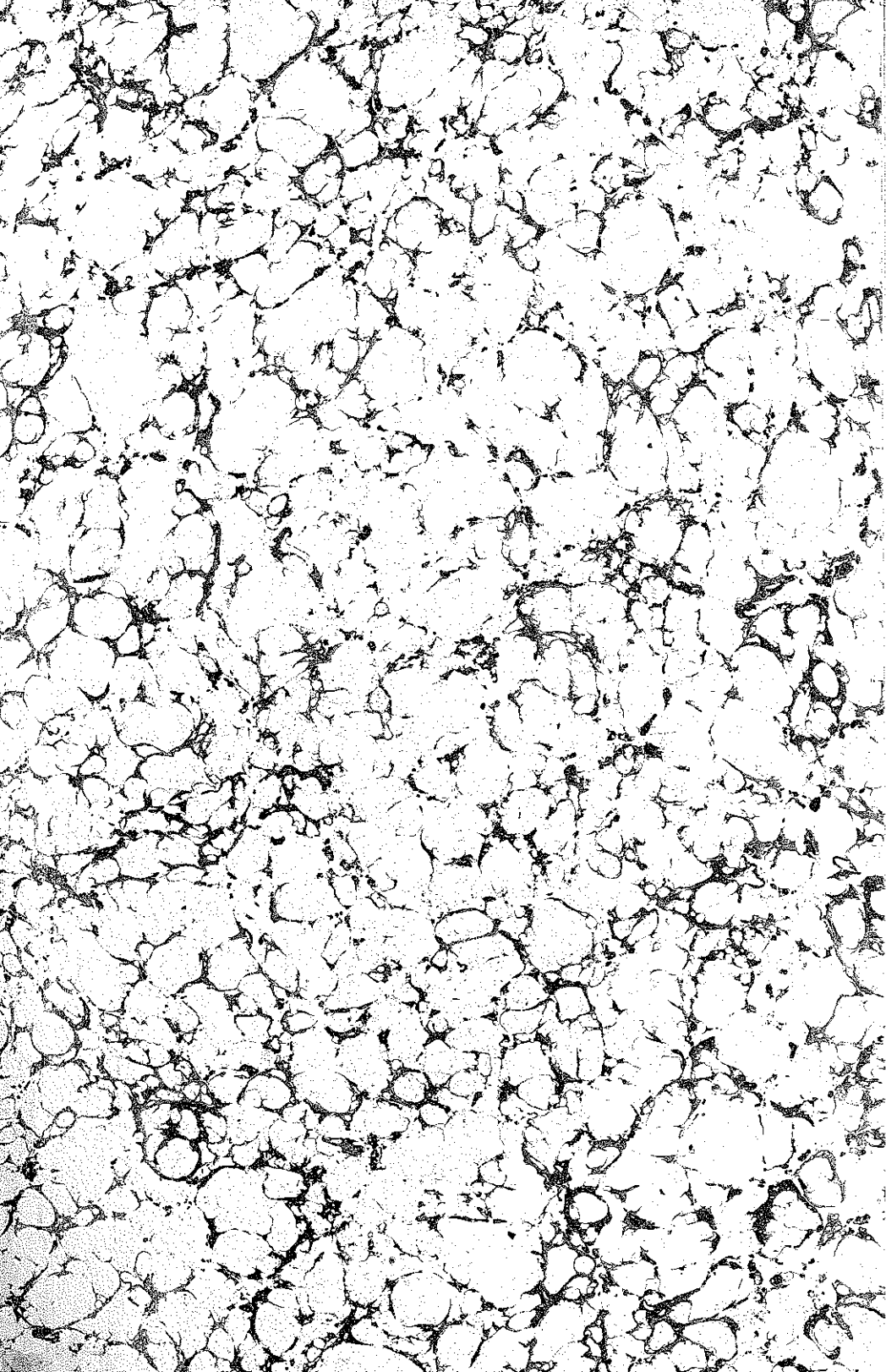
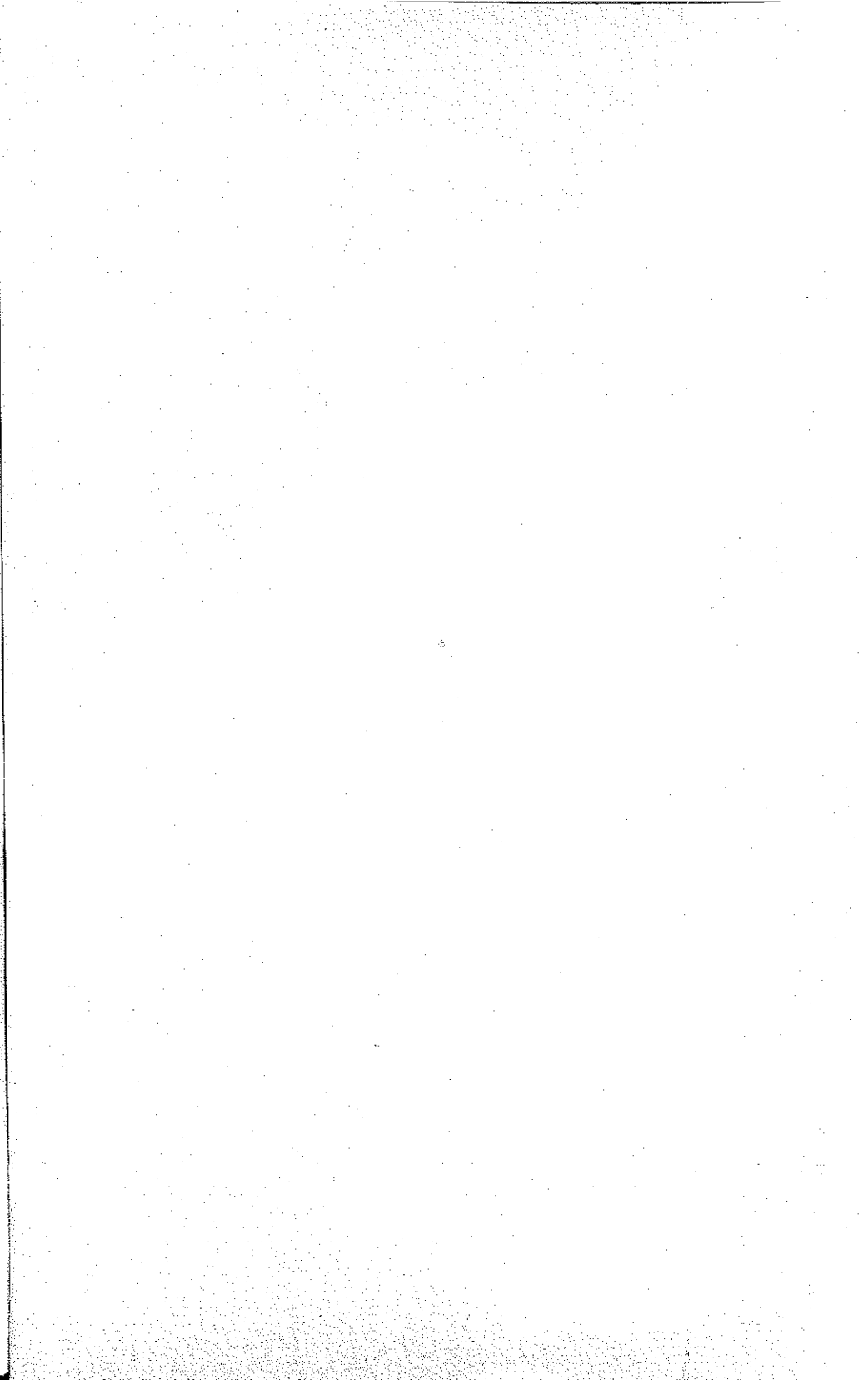


VKRA
FABRICACIÓN
DE
AGUARDIENTES

4

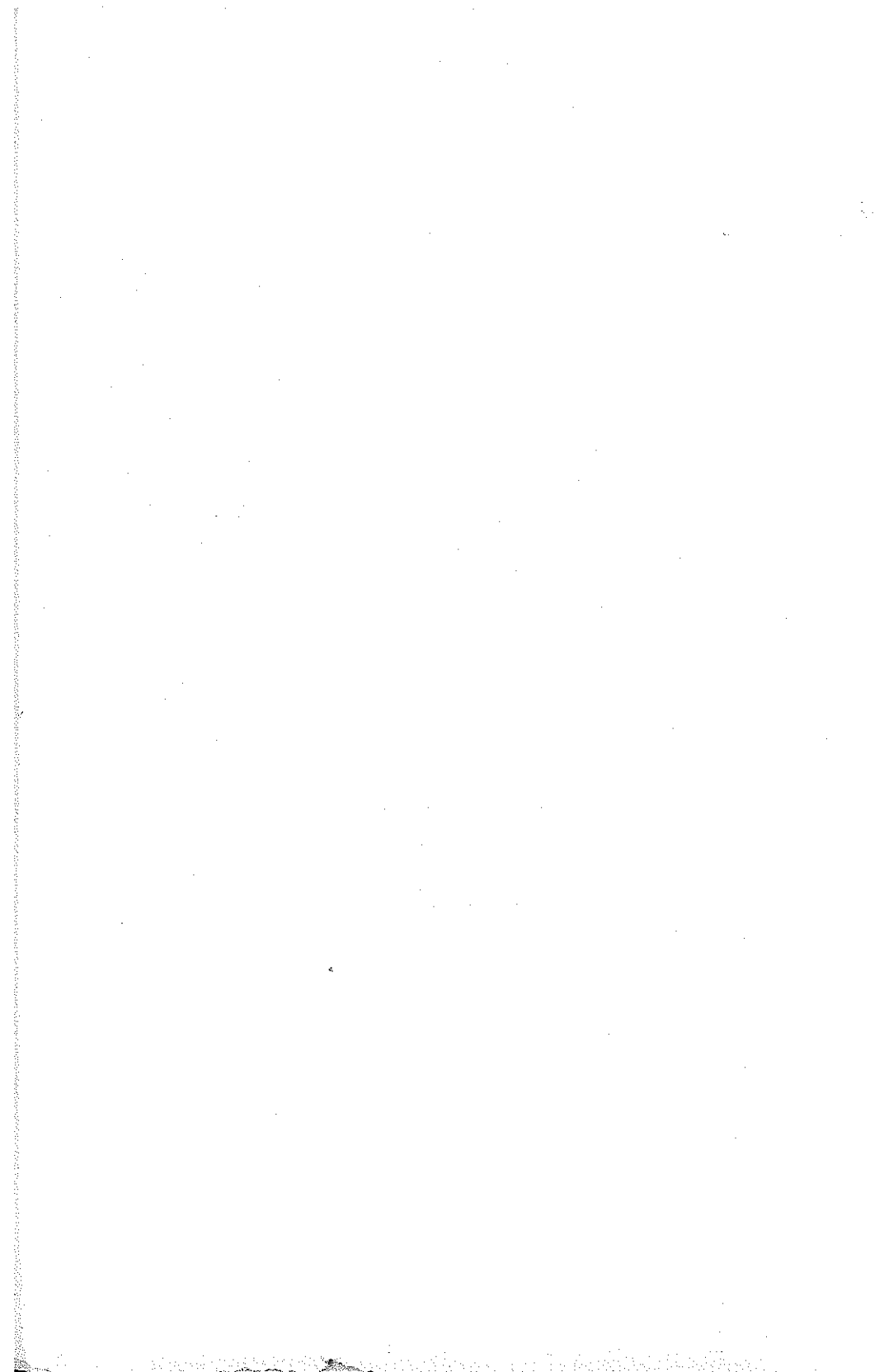
Z-1-136





FABRICACIÓN
DE
AGUARDIENTES





TRATADO

DE LA

FABRICACIÓN DE AGUARDIENTES

Y ALCOHOLES

DE VINO, ORUJO, PATATAS, CEREALES, PATACAS, MELAZAS,

MANZANAS, HIGOS, REGALIZ

Y DEMÁS MATERIAS FECCULENTAS Y AZUCARADAS

POR EL DOCTOR

D. VICENTE DE VERA Y LÓPEZ

NUEVA EDICIÓN NOTABLEMENTE AUMENTADA

É ILUSTRADA CON 114 GRABADOS

TOMO PRIMERO



MADRID

HIJOS DE D. J. CUESTA, EDITORES

Calle de Carretas, núm. 9

1900

Esta obra es propiedad de los Hijos de D. J. Cuesta.

Queda hecho el depósito que previene la ley.



PRÓLOGO

Cuando en 1885 se publicó la primera edición de este Tratado, tomando por base lo expuesto por el ilustrado Ingeniero D. Francisco Balaguer y Primo en su libro de 1873, decíamos que los adelantos y perfeccionamientos en la industria de la fabricación de alcoholes y aguardientes habían sido tantos en los doce años transcurridos desde la publicación del Sr. Balaguer, que la reproducción de su Tratado hubiera sido insuficiente en el año 1885. Y por este motivo decidimos entonces la publicación de un nuevo Tratado, en el que se consignaron con la mayor claridad posible todos los principios y aplicaciones de esta industria y todos los progresos de que el autor se había podido hacer cargo visitando las fábricas y talleres mejor montados de Francia, Alemania, Inglaterra, Bélgica, Holanda y Dinamarca.

Por las mismas razones, no sería conveniente reproducir hoy la edición de este Tratado impresa en 1885. Los adelantos en todos los ramos de la fabricación de alcoholes y aguardientes han sido desde esa fecha más importantes aún, si cabe, que los realizados en los doce años anteriores. Por lo tanto, se ha procedido á una revisión minuciosa y completa de todo lo consignado entonces, suprimiendo las descripciones de los procedimientos que, por anticuados ó defectuosos, se han reemplazado por otros más perfectos.

En cambio, se ha dado la extensión debida á las mejoras introducidas en la preparación preliminar de las primeras materias, en la obtención del malta y en la preparación de

los mostos. Se detallan los interesantes descubrimientos hechos en el estudio de las diastasas y de las levaduras y las importantes aplicaciones que de estos descubrimientos se han hecho en beneficio de la industria vinícola y alcoholera.

Se describen con la minuciosidad necesaria los nuevos procedimientos que para practicar la destilación y la rectificación en las mejores condiciones prácticas posibles se han inventado en estos últimos años. Se hace el estudio de los novísimos procedimientos de desinfección de los alcoholes, que permiten, como en el de Ivor Bång, obtener un rendimiento extraordinario de alcoholes extrafinos ó en su mayor grado de pureza.

Se trata con la extensión debida la importantísima cuestión del reconocimiento de las impurezas contenidas en los alcoholes brutos y del examen del grado de pureza de los alcoholes finos, aprovechando los grandes progresos que en estos estudios analíticos se han verificado en estos últimos años, y mediante los cuales el fabricante puede conocer, á ciencia cierta, la naturaleza de los productos que elabora.

Por esta ligera enumeración se puede apreciar que la presente edición de este Tratado constituye un libro casi completamente nuevo, en el que los fabricantes de alcoholes y aguardientes en grande y en pequeña escala encontrarán exactamente al día todo lo útil y práctico que acerca de esta industria puede decirse.

M. Vera y López.

PRIMERA PARTE

ALCOHOLIZACIÓN

CAPÍTULO PRIMERO

EL ALCOHOL

§ I.—De los alcoholes en general

Con la palabra *alcohol*, derivada del nombre árabe *alkohol*, se designa en el lenguaje ordinario un cuerpo líquido muy fluido, oloroso, combustible, que hierve fácilmente, y que se obtiene por la destilación del vino, á lo cual alude el nombre de *espíritu de vino*, con que también se le conoce.

Pero se ha visto que todas las materias azucaradas pueden, del mismo modo que el zumo de la uva, producir, mediante cierta transformación denominada *fermentación alcohólica*, determinadas cantidades del cuerpo llamado *alcohol* existente en el vino, y que, como en éste, puede ser separado por destilación del resto de la masa líquida.

Hay además muchas materias no azucaradas, tales como las *féculas*, que, mediante operaciones especiales, pueden transformarse en azúcar, y éste á su vez, por fermentación, originar el *alcohol*.

Reducido á su completo estado de pureza, el alcohol obtenido de las materias feculentas, el de las sustancias azucaradas y el de la destilación del vino, resultan tener una composición química idéntica. Privado este cuerpo por completo del agua que lleve en mezcla, se le llama ordinariamente *alcohol absoluto* ó *anhidro*; analizado, se ve que está compuesto de carbono, oxígeno é hidrógeno, en tales proporciones que los químicos le dan la fórmula $C_4 H_8 O_2$. Es un líquido transparente, incoloro, muy movable. No tiene reacción ácida ni básica; su densidad con relación al agua es 0,7943 á la temperatura de 15° C.; hierve á los 78°,41 á la presión ordinaria, volatilizándose sin descomposición.

Pero el alcohol nunca se presenta en la industria en tal estado de pureza; preséntase, por el contrario, mezclado en primer lugar con agua en cantidades muy variables, y en segundo lugar con otras substancias en cantidades pequenísimas, pero que bastan, sin embargo, para revelar el origen ó procedencia de un alcohol comercial. Cada uno de éstos está, en efecto, caracterizado por un aroma especial, por un sabor que es más ó menos agradable cuando el alcohol procede de la destilación de los zumos fermentados de las uvas, cerezas, cañas de azúcar ó su melaza, y más ó menos desagradable, por el contrario, cuando resulta de la destilación de los líquidos fermentados obtenidos de los orujos de uva, de la sidra, de semillas, de patata, de remolachas ó de sus mezclas.

El alcohol completamente puro ó absoluto se puede obtener de estos líquidos comerciales por procedimientos químicos especiales, y no se encuentra ni se prepara en la industria, siendo sólo un producto especial de laboratorio; razón por la cual no hay para qué tratar más de él en este Tratado.

Pero es el caso que, no sólo se conoce y estudia el *alcohol* obtenido del vino, de los zumos azucarados y de las materias feculentas, sino que los químicos han llegado á distinguir y clasificar con el nombre de *alcoholes* otras substancias que, reducidas á su vez á su mayor grado de pureza, tienen una composición química distinta de la que corresponde al alcohol de vino, también en su estado completo de pureza. Es decir que, según la Química, así como hay diferentes ácidos, como por ejemplo, el sulfúrico, el nítrico, el carbónico, etc., hay también diferentes alcoholes; cada uno de los cuales tiene su composición especial y recibe su nombre correspondiente; y así se conocen: el *alcohol metílico* ó espíritu de madera; el *alcohol etílico* ó espíritu de vino; el *alcohol amílico* ó aceite de patata; el *alcohol melissico*, engendrador de las ceras; el *alcohol alílico*, que forma las esencias de ajo y de mostaza, y otros muchos, los cuales constituyen un grupo de cuerpos muy importante en el estudio de la Química orgánica, y que se denomina *grupo alcohólico*.

Es muy importante, aun para la industria, conocer los caracteres generales de los grupos que forman el grupo alcohólico, pues así es como puede darse después el industrial clara explicación de todos los hechos que durante la preparación de los alcoholes ocurren, así como de la causa de muchos accidentes y la manera de corregirlos.

Son varias las teorías químicas acerca de la constitución racio-

nal de los alcoholes; pero, sea cualquiera el fundamento de todas ellas, lo que debe indicarse es que «todo cuerpo de los llamados alcoholes está compuesto de tal modo, que puede considerarse como el resultado de la combinación de *dos equivalentes* de agua con un carburo de hidrógeno que tenga el mismo número de equivalentes de hidrógeno que de carbono».

Estos *carburos de hidrógeno*, ó sea combinaciones del carbono con el hidrógeno, en que estos dos cuerpos simples entran en los mismos equivalentes, se llaman *radicales alcohólicos*, y son:

1.	Eupiono (1) cuya fórmula es	C	H
2.	Metileno (2)	C ₂	H ₂
3.	Etileno	C ₄	H ₄
4.	Propileno	C ₆	H ₆
5.	Butileno	C ₈	H ₈
6.	Amileno	C ₁₀	H ₁₀
7.	Olieno	C ₁₂	H ₁₂
8.	Enantileno	C ₁₄	H ₁₄
9.	Caprileno	C ₁₆	H ₁₆
10.	Elaeno	C ₄₈	H ₁₈
11.	Paramileno	C ₂₀	H ₂₀
12.	Metamileno	C ₈₀	H ₈₀
13.	Ceteno	C ₈₂	H ₈₂
14.	Ceroteno	C ₅₄	H ₅₄
15.	Melisseneno	C ₆₀	H ₆₀

Estos son los radicales alcohólicos conocidos; probablemente los progresos de la Química aumentarán considerablemente la lista anterior.

Cada uno de estos radicales alcohólicos, combinado con un equivalente de agua, forma un *éter*; combinado con dos equivalentes de agua, un *alcohol*; y combinado con dos equivalentes de oxígeno, un *aldehído*.

Así, pues, las combinaciones de los radicales alcohólicos con un equivalente de agua, ó sea los *monohidratos de los radicales alcohólicos*, son *éteres*.

Las combinaciones de los radicales alcohólicos con dos equivalentes de agua, ó sea los *bihidratos de los radicales alcohólicos*, són los *alcoholes*.

(1) Compuesto de *un* equivalente de carbono y *un* equivalente de hidrógeno.

(2) Formado de *dos* equivalentes de carbono y *dos* equivalentes de hidrógeno

Las combinaciones de los radicales alcohólicos con dos equivalentes de oxígeno, ó sea los *bióxidos de los radicales alcohólicos*, son los *aldehídos*.

Y habiendo enumerado 15 *radicales alcohólicos* distintos, deberán distinguirse, por lo tanto, 15 *éteres*, 15 *alcoholes* y 15 *aldehídos* diferentes. El alcohol ordinario, ó sea el que la industria obtiene del vino y de las materias azucaradas y de las feculentas, corresponde al radical *etileno*; de modo que el nombre científico que le corresponde es el de *alcohol etílico*.

Por otra parte, si á un alcohol se le hace perder un equivalente de agua, se habrá convertido en el éter correspondiente, pues de bihidrato habrá pasado á monohidrato; y si se le hacen perder dos equivalentes de hidrógeno, queda reducido á aldehído, pues de bihidrato quedará convertido en bióxido del radical alcohólico correspondiente.

Los éteres tienen los caracteres generales siguientes:

1.º Son cuerpos de carácter básico bien manifiesto, es decir, que tienen gran tendencia á combinarse con los ácidos, formando combinaciones muy estables que reciben el nombre de *éteres compuestos*; y siendo, como son, muchísimos los ácidos que la Química estudia, resulta que cada monohidrato de radical alcohólico, ó sea cada éter primitivo, puede originar una serie numerosísima de éteres compuestos. Así, por ejemplo, el radical alcohólico *metileno* forma el monohidrato ó éter primitivo, llamado *éter metílico*, y la combinación de este éter con el ácido sulfúrico constituye el *éter metilsulfúrico*; la combinación con el ácido nítrico, el *éter metilnítrico*; la combinación con el ácido acético, el *éter metilacético*, etc., que son éteres compuestos.

2.º El equivalente de agua que, unido á cada radical alcohólico, forma el éter primitivo correspondiente, puede ser reemplazado por un ácido hidrácido, como son el ácido clorhídrico, el ácido sulfhídrico, etc., resultando entonces compuestos análogos al hidrato ó éter primitivo, y que se llaman también *éteres simples*. Así el mismo radical *metileno* forma los éteres simples *metilclorhídrico*, *metilsulfhídrico*, *metilcianhídrico*, etc., en los que el equivalente de agua del éter primitivo está reemplazado por un equivalente de ácido clorhídrico, sulfhídrico, cianhídrico, etc., respectivamente.

3.º Los éteres primitivos, bajo la influencia del aire y en presencia de los álcalis, se oxidan y se transforman en ácidos.

4.º Los cuerpos oxidantes muy enérgicos transforman los éteres primitivos en alcohol y ácido carbónico.

Las propiedades generales de los alcoholes son las siguientes:

1.^a Los alcoholes son neutros, es decir, no son ácidos ni básicos.

2.^a Bajo la influencia de los ácidos, forman, ó un *éter primitivo*, ó un *éter compuesto*, ó el *radical alcohólico* correspondiente completamente aislado. Así, por ejemplo, tratando el alcohol etílico ó vínico por el ácido sulfúrico, según la intensidad de la reacción química producida á causa de las cantidades puestas en presencia, temperatura, etc., puede originarse, ó éter primitivo (monohidrato de etileno), ó el éter compuesto correspondiente (*éter etilsulfúrico*, llamado simplemente éter sulfúrico), ó agua y etileno (radical alcohólico correspondiente)

3.^a Bajo influencia de oxidantes poco enérgicos, los alcoholes pierden dos equivalentes de hidrógeno y se transforman en *aldehídos*.

4.^a Bajo la influencia de los oxidantes enérgicos, los equivalentes de hidrógeno eliminados son sustituidos por otros tantos equivalentes de oxígeno, y el alcohol se transforma en un ácido. Así, el *alcohol ordinario* ó *alcohol vínico* se convierte, por la acción de cuatro equivalentes de oxígeno, en *ácido acético*.

§ II.—Caracteres de los distintos alcoholes

En el párrafo anterior quedan enumerados los radicales alcohólicos conocidos. Aunque teóricamente á cada uno de ellos corresponde un alcohol, no todos éstos han sido obtenidos ó estudiados suficientemente. No deben, pues, mencionarse más que los alcoholes *metílico*, *etílico* ó *vínico*, *propílico*, *butílico*, *amilico*, *caprílico* y *etílico*, cuyos caracteres principales van á continuación:

Alcohol metílico.—Este cuerpo se conoce también con el nombre de *espíritu de maderas* y *óxido de metilo*. Es el alcohol correspondiente al radical metileno, es decir, que es el bihidrato de metileno, dándole, por consiguiente, los químicos la fórmula $C_2 H_4 O_2$. Es un cuerpo que tiene actualmente gran importancia industrial, á causa de sus numerosas aplicaciones, principalmente para la preparación de barnices.

El *alcohol metílico* es un líquido incoloro, muy fluido, de un olor aromático que recuerda el del ácido acético. Su densidad, á 20° centígrados, es 0,798, es decir, que un litro pesa 798 gramos á esta temperatura. Esta densidad es muy próxima á la del alcohol ordinario ó etílico.

El alcohol metílico hierve á 66°,5 á la presión ordinaria; debiendo advertirse que esta ebullición es ocasionada á graves accidentes, por causa de los muchos sobresaltos y bruscos movimientos del líquido durante su evaporación. El alcohol metílico es combustible y arde lo mismo que el alcohol ordinario; presenta las mismas propiedades que éste como disolvente neutro.

El alcohol metílico se obtiene como uno de los productos secundarios de la destilación de la leña cuando ésta se carboniza en vasijas cerradas. Los líquidos que destilan, condensados en recipientes apropiados, contienen próximamente el 1 por 100 del alcohol de que se trata. El líquido destilado, además del alcohol metílico, contiene ácido piroleñoso, acetona, aldehido, éter metilacético, materias breosas y otras substancias. Para obtener de este líquido el alcohol metílico, se neutraliza con lechada de cal, ó sea cal desleída en agua. Esta cal neutraliza los principios ácidos del líquido y se une al mismo tiempo á las materias breosas, originando una especie de clarificación. Se separa el líquido más claro que sobrenada, y se destila en un aparato ordinario. La destilación se detiene cuando en el recipiente se ha recogido próximamente la décima parte del volumen del líquido puesto á destilar. El producto destilado se rectifica de nuevo, destilándolo sobre un poco de cal viva, y de este modo resulta ya en estado que puede aplicarse á las necesidades de la industria, y así es como circula en el comercio. Este líquido, sin embargo, no es el alcohol metílico puro, el cual se obtiene tratando el alcohol metílico comercial por el cloruro de calcio fundido y pulverizado, calentando la mezcla á 100° al baño-maría, añadiendo después agua para disolver el producto, destilando y rectificando sobre cal viva el producto destilado.

Alcohol etílico. — Este es el cuerpo á quien el comercio se refiere con la palabra *alcohol*; es decir, que es el alcohol tipo, el alcohol que contienen los líquidos espirituosos, los aguardientes, licores, etc. Es el bihidrato de etileno, ó sea el alcohol correspondiente al radical alcohólico etileno; su fórmula química es C_4, H_6, O_2 , que corresponde á la composición siguiente:

Carbono	52,17 por 100.
Hidrógeno	13,04 —
Oxígeno	34,79 —

Total

100,00 por 100

El alcohol etílico, llamado también alcohol vínico, alcohol sacárico, alcohol ordinario y simplemente alcohol, es, como ya queda dicho, un líquido incoloro, transparente, muy fluido y volátil, de olor penetrante, pero agradable, de sabor ardiente y cáustico. Su densidad es 0,809 á 0°, y 0,7947 á 15°. No se ha podido congelar ni á las temperaturas más bajas; de 80 á 100 grados bajo cero se espesa ligeramente adquiriendo una consistencia oleaginosa. El alcohol puro es muy hidroscópico; conservado en frascos mal tapados, absorbe la humedad del aire. Introducido directamente en las venas, constituye un veneno violento, coagula la albúmina de la sangre y determina rápidamente la muerte.

Se mezcla con el agua á todas temperaturas y en todas proporciones, con desprendimiento de calor y concentración del líquido; es decir, que el volumen de la mezcla es menor que la suma de los volúmenes del agua y del alcohol mezclados.

El máximo de esta contracción se verifica cuando se mezclan 537 volúmenes de alcohol con 458 de agua, pues siendo esta suma igual á 1.035, el volumen efectivo de la mezcla es 1.000 y la densidad del líquido 0,927.

Quando se mezcla alcohol á *cero* grados con nieve, también á *cero*, se produce un grandísimo enfriamiento, pues la temperatura de la mezcla baja á 37° bajo cero.

El alcohol puro hierve á 78°,3 á la presión barométrica ordinaria y su calor específico es 0,615; es decir, que para elevarle á una temperatura determinada no exige más que $\frac{615}{1\ 000}$ del calor

necesario para elevar un peso igual de agua al mismo número de grados de temperatura. En esta propiedad está fundada la posibilidad de obtener alcohol casi absoluto (97°) por destilación.

El punto de ebullición de una mezcla de partes iguales de agua y alcohol viene á ser un intermedio del que corresponde á cada uno de los dos componentes (78°,3 para el alcohol y 100° para el agua). En las mezclas en partes desiguales el punto de ebullición se aproxima al de uno ó al de otro de los componentes, según la proporción exacta de cada uno de ellos en la mezcla.

Por la destilación, las soluciones alcohólicas se desdoblan en dos partes: la una, de grado elevado que se evapora; y la otra, cuyo grado va debilitándose, que queda en la caldera. Por una ebullición prolongada se puede vaporizar todo el alcohol, quedando entonces en el aparato un residuo acuoso completamente desprovisto de alcohol. En esto está fundada la extracción del alcohol concentrado de los líquidos donde se ha producido por fer-

mentación. Si se destila, por ejemplo, una mezcla de una parte de alcohol y 15 de agua, mezcla que contiene 6,7 por 100 de alcohol, y se recibe el producto que destila en una vasija diferente cada vez que se obtenga el 2 por 100 de la cantidad total del líquido, la primera porción recogida tendrá 60 por 100 de alcohol; la segunda, 54 por 100; la tercera, 48 por 100; la cuarta, 42 por 100; la quinta, 36 por 100; la sexta; 30 por 100; la séptima, 24 por 100; la octava, 18 por 100; la novena, 12 por 100, y la décima, 6 por 100 de alcohol.

Lo contrario sucede cuando se somete á la destilación un alcohol concentrado que no contenga más que 2 á 3 por 100 de agua. En este caso, el líquido que primero destila contiene mucha agua y después es casi alcohol absoluto.

El calor específico de las mezclas de agua y alcohol no corresponden á la media del calor específico de los componentes, sino que, por el contrario, se aparta considerablemente.

Puesto el alcohol en contacto con los cuerpos porosos, se oxida lentamente y se transforma el aldehído y ácido acético. Cuando dicho alcohol se pone en disolución débil con fermentos acéticos, se transforma en vinagre, ó sea en ácido acético diluido. El mismo fenómeno se produce también por el contacto del alcohol con el oxígeno del aire.

El alcohol arde, sin dejar residuo, con una llama poco brillante, y produce al arder agua y ácido carbónico.

El alcohol disuelve 1/140 de su peso de *fósforo* en caliente; 1/100 de *azufre*; disuelve con mucha facilidad el *yodo*, la *potasa* y la *sosa cáusticas*; los *cloruros de calcio* y de *estroncio*; los *nitratos de cal*, de *magnesia* y otros; el *sublimado corrosivo*; el *bromuro y yoduro de mercurio*; muchas de las *substancias orgánicas* insolubles en el agua, etc; también disuelve los *gases*, por punto general en mayor proporción que el agua.

El *alcohol etílico* se combina con ciertas sales, haciendo el papel de ácido, y forma compuestos á los cuales se da el nombre de *alcoholatos*; se conocen compuestos de esta clase con los *cloruros de calcio*, de *zinc*, de *manganeso*, y con los *nitratos de magnesia* y de *cal*.

El alcohol etílico se prepara por la destilación del vino y de todos los líquidos que contengan los productos de la *fermentación regular* de un azúcar. El líquido que resulta de la destilación es una mezcla de agua y alcohol etílico; sometiendo este líquido á muchas destilaciones sucesivas, en las que se tenga cuidado de recoger los productos alcohólicos, que son los que destilan los

primeros, y dejar el agua en los alambiques, se puede llegar á obtener, solamente por destilación, un producto que contenga hasta 95 partes por 100 de alcohol y 5 por 100 de agua. Pero este producto tan alcohólico, que se prepara en grande por medio de procedimientos industriales, no es, sin embargo, el alcohol absoluto. Éste sólo puede obtenerse mezclando los alcoholes muy concentrados con sustancias muy ávidas de agua, como el cloruro de calcio ó la cal viva, y destilando. La manera mejor de proceder es digerir el alcohol con la cuarta parte de su peso de cal viva; decantar el líquido; destilarlo sobre nueva cantidad de cal viva, y aun repetir la operación si el alcohol en esta destilación no resulta anhidro. La manera de reconocer esta circunstancia es muy sencilla: no hay más que mezclar un poco del alcohol con sulfato de cobre anhidro; este cuerpo es blanco, y no cambia de aspecto mezclado con el alcohol anhidro, pero se vuelve azul en cuanto el alcohol tiene la más pequeña cantidad de agua.

El alcohol etílico no anhidro, sino con cantidades variables de agua, es el cuerpo que ha de ser objeto especial de este Tratado, á causa de su gran importancia comercial, por sus numerosas aplicaciones industriales. Además de los muchos usos que en Química tiene, se aplica en grande para disolver muchos *principios inmediatos* de animales y vegetales; sirve para la fabricación de *barnices*, del *ácido acético* y del *éter*; para preparar *tinturas*, *extractos*, *licores aromáticos*, disoluciones de *perfumes*; para conservar las *piezas anatómicas* y las *plantas*; para preparar los *álcalis puros*, los *jabones transparentes*, y como medio de *calefacción*, como *disolvente* de muchas *esencias* y *carburos*, cuya disolución sirve para el alumbrado, y en fin, como base para la fabricación de los líquidos ó bebidas llamadas espirituosas.

El alcohol, en fin, es un poderoso antiséptico y un coagulante enérgico de la albúmina, como ya queda dicho al hablar de su acción sobre la sangre. Esta propiedad se utiliza para la clarificación de los vinos, con la clara de huevo ó la cola de pescado; estas materias albuminoides, coaguladas á su contacto con el vino, y en virtud del alcohol que éste contiene, forman una especie de malla que al depositarse arrastra consigo al fondo de las vasijas las materias sólidas que el vino tuviere en suspensión, y de este modo queda clarificado.

Los aguardientes son disoluciones que contienen hasta un 60 por 100 de su volumen de alcohol etílico. Las disoluciones alcohólicas aún más concentradas reciben el nombre de *espíritus*, y sirven para alcoholizar diferentes bebidas; para preparar los *lico-*

res por maceración simple ó por maceración seguida de destilación; para efectuar preparaciones de ciertos frutos, y para otra multitud de usos semejantes.

Alcohol propílico.—Es el bihidrato del radical propileno, correspondiéndole la fórmula $C_3 H_7 O_2$. Resulta de la acción directa del agua sobre el propileno, y es un líquido de un olor vivo y penetrante muy particular, que arde con una llama más viva y luminosa que la del alcohol ordinario. Hierve á 82° , y calentado con ácido sulfúrico concentrado, pierde los dos equivalentes de agua, y vuelve á convertirse en propileno. Es, por lo tanto, el alcohol que con más facilidad resulta por la hidratación de su radical, y que más fácilmente se convierte en éste por la pérdida del agua.

Alcohol butílico.—El alcohol butílico es el bihidrato de butileno, correspondiéndole la fórmula química $C_4 H_9 O_2$. Es un líquido incoloro, de un olor fuerte y desagradable; hierve á 109° y tiene la misma densidad que el alcohol ordinario.

El alcohol butílico suele encontrarse impurificando al alcohol amílico obtenido de la destilación del zumo fermentado de las remolachas, especialmente cuando dicho zumo presenta un principio de alteración butirica. Para separar el alcohol butílico de la masa líquida, en donde se encuentra mezclado con el alcohol amílico, el agua y algunos otros productos, hay que efectuar varias destilaciones fraccionadas, recogiendo primero los productos que destilan entre 105 y 115° , sometiendo después estos productos á nueva destilación, y recogiendo los que destilan entre 108 y 110 ; el líquido que así se obtenga es el alcohol butílico.

Alcohol amílico.—Es el bihidrato de amileno, correspondiéndole la fórmula $C_{10} H_{22} O_2$. Se le denomina también *aceite ó esencia de patatas*, y se forma efectivamente durante la acción de los fermentos sobre las materias feculentas, extrayéndose sobre todo de los productos de la fermentación de la patata.

Es un líquido incoloro, de olor fuerte desagradable y muy particular, de sabor acre y ardiente; tiene una densidad representada por $0,818$ á 15° , es decir, que es un poco más denso que el alcohol ordinario. Tiene algunas propiedades muy semejantes á las de las esencias ó aceites esenciales; mancha el papel de la misma manera, y la mancha no es persistente, desapareciendo por la acción del calor. Se solidifica á 20° bajo cero, y hierve á 132° sobre cero. No se inflama á la aproximación de un cuerpo incandescente, á menos que el mismo alcohol esté á una temperatura de

unos 50° cuando menos. Es casi insoluble en el agua, pero no puede decirse que sea insoluble por completo. Se disuelve en todas proporciones en el alcohol y en el éter.

Para obtener este alcohol debe procederse del modo siguiente: Después de haber separado el alcohol débil que resulta en la primera destilación de las vinazas procedentes de las patatas fermentadas, se continúa calentando, y, elevándose la temperatura, destilará y se condensará un líquido turbio y blanquizco que contiene bastante cantidad de alcohol amílico en suspensión. Dejando el líquido en reposo, se forman dos capas, teniendo la correspondiente al alcohol amílico un aspecto aceitoso. Se separa esta capa y se destila con cuidado, procurando no recoger más que los productos cuyo punto de ebullición corresponda rigurosamente á la temperatura de 132°, y de este modo se tendrá separado el alcohol amílico bastante puro.

Alcohol caprílico.—Es el bihidrato del radical *capríleno*, correspondiéndole la fórmula $C_{16} H_{32} O_2$. Es un líquido de aspecto aceitoso, de un olor aromático, fuerte y penetrante, insoluble en el agua, pero soluble en el alcohol y en el éter. Hierve á 180°, y su densidad es 0,823. Arde con una llama blanca muy brillante; disuelve las grasas y los aceites vegetales tan bien como el éter ó el sulfuro de carbono.

Para obtenerle se saponifica el aceite de ricino, mezclándole con agua que lleve en disolución un poco de álcali. Se añade después una nueva cantidad de álcali igual á la mitad del peso del aceite, y se calienta suavemente hasta la destilación, deteniendo la operación cuando se desprenden unos vapores blancos, irritantes y muy desagradables por su olor, parecido al de la *acroleína* que se produce cuando se recalienta el aceite común. El producto destilado forma dos capas; se separa la superior aceitosa, que es la correspondiente al alcohol caprílico, que flota sobre el agua; se destila de nuevo una ó dos veces sobre potasa cáustica, y se obtiene así el alcohol caprílico bastante puro.

Alcohol etílico.—Es el bihidrato del radical *ceteno*, correspondiéndole la fórmula $C_{52} H_{104} O_2$. La *cetina*, *esperma de ballena* ó blanco de ballena, es la materia primera de donde se obtienen todos los derivados del radical *ceteno* $C_{52} H_{104}$. Efectivamente, este radical, con un equivalente de agua, forma el *éter etílico* ó *monohidrato de ceteno*; con dos equivalentes de agua, el *alcohol etílico*, llamado también *etal*; con dos equivalentes de oxígeno, el *aldehído etílico*, y con cuatro, el *ácido etílico*.

En la cetina ó esperma de ballena se encuentra combinado el

alcohol etílico con el ácido etílico, de modo que dicha substancia es un *etalato de bihidrato de ceteno*, es decir, un *éter compuesto natural*.

§ III.—Alcoholes comerciales

De todos los alcoholes á que se ha hecho referencia en los párrafos anteriores, solamente dos son fabricados industrialmente, cuales son el *espíritu de madera* y el *espíritu de vino*; ó sea el *alcohol metílico* y el *alcohol etílico* ú *ordinario*. Los otros alcoholes se encuentran muchas veces accidentalmente impurificando á éstos por haberse formado al mismo tiempo en ciertas circunstancias de la fermentación y haber pasado después en el acto de la destilación.

Ahora bien; los líquidos alcohólicos ó espirituosos que se encuentran en el comercio, deben su riqueza ó fuerza exclusivamente al alcohol vínico ó alcohol etílico, es decir, son mezclas más ó menos puras de este alcohol con cantidades variables de agua. Por lo tanto, expuestas ya las consideraciones más precisas para el conocimiento general de los alcoholes de todas clases, en adelante se tratará del alcohol vínico solamente, pero en todas sus circunstancias y en todos los estados que se presente en el comercio, constituyendo los diversos alcoholes comerciales.

Estos reciben diferentes nombres, según su graduación, estado de pureza, la naturaleza de la primera materia de donde proceden, siempre que no se le haya purificado convenientemente, y á veces reciben el nombre de la localidad donde se han fabricado; todo lo cual hace que reine una gran confusión en la nomenclatura de dichos alcoholes comerciales.

He aquí una tabla de los grados y nombres comerciales de diferentes alcoholes:

NOMBRES DE LOS ALCOHOLES	GRADOS CARTIER	GRADOS GAY-LUSSAC
Aguardiente débil	16°	37° 9
	17°	42° 5
	18°	46° 5
Aguardiente ordinario	19°	50° 1
	20°	53° 4
Aguardiente fuerte	21°	56° 5
	22°	59° 2
Tres-cinco	29° 5	78° 0
Tres-seis	33°	85° 1
Tres-siete	35°	88° 5
Alcohol rectificado	36°	90° 2
Tres-ocho	37° 5	92° 5
Alcohol de 40°	40°	95° 9
Alcohol absoluto	44° 19	100° 0

El espíritu *tres-cinco* se llama así porque, tomando tres volúmenes de este líquido y añadiéndole dos volúmenes de agua, se obtienen cinco de aguardiente ordinario.

Tomando tres volúmenes de espíritu *tres-seis* y mezclándolo con otros tres de agua, se forman seis volúmenes de aguardiente.

Si se mezclan tres volúmenes de espíritu *tres-siete* con cuatro de agua, se obtendrán siete volúmenes de aguardiente.

Y, por último, se llama *tres-ocho* al espíritu que, mezclando tres volúmenes de él con cinco de agua, da ocho de aguardiente.

Antes de que se generalizara el uso de los areómetros, se denominaban los aguardientes en esta forma:

- Aguardiente Holanda.
- Aguardiente anisado.
- Aguardiente prueba de aceite.
- Aguardiente prueba de pólvora.
- Aguardiente prueba del sol.

El primero es el que señala de 50 á 56° centesimales; el segundo es el mismo de Holanda, cargado de aceite volátil de anís; el tercero, que marca 65 á 70°, se llama *prueba de aceite*, porque si se echa una gota de aceite de olivas sobre él, se ve á esta gota caer al fondo del líquido alcohólico; el cuarto marca 85 á 90°, y se llama *prueba de pólvora*, porque pegando fuego á una mezcla del espíritu y de pólvora, se inflama ésta al acabar de consumirse el alcohol; y finalmente, el quinto, que se aproxima mucho al alcohol absoluto ó anhidro, se llama *prueba del sol*, porque cuan-

do se le echa al aire ante los rayos ardientes del sol, se inflama.

Estas graduaciones inexactas han desaparecido, y con ellas los nombres indicados, habiendo quedado, sin embargo, el de Holanda, que se sigue usando en el extranjero y aun en los mercados españoles.

En España se suelen llamar generalmente los alcoholes, hasta 60°, *aguardientes*, y al pasar de este grado, *espíritus*; si contienen esencia de anís en disolución, se llaman *anisados*; si no contienen esta esencia, se llaman *secos*. A los aguardientes que proceden de otras materias diferentes que el vino, se les llama *industriales*, y también aguardientes *de fábrica*. Como generalmente los alcoholes obtenidos de la casca ú orujo de la uva son inferiores al que se obtiene del vino, se distingue á los primeros con el nombre especial de aguardientes ó espíritus de *orujo*.

Los mismos aguardientes españoles suelen conocerse en los mercados del país con los nombres de la localidad de que proceden, y así se oye decir aguardiente de *Ojén*, *Chinchón*, *Rodas*, etc., añadiendo en seguida la graduación alcohólica, puesto que es la que marca, en general, el precio del aguardiente ó espíritu.

Por lo que toca á los aguardientes que vienen del extranjero, suelen conservar el nombre de la materia de que proceden, tales como aguardiente de remolacha, de fécula (cuando han sido preparados con patata, cebada, centeno, etc.), de frutos, de sidra, etc.

Hay también algunos aguardientes que por la materia de que proceden reciben en los países donde se fabrican nombres especiales, y entre ellos pueden citarse los siguientes:

Aguardiente de caña, líquido espirituoso obtenido del jugo fermentado de la caña de azúcar. Se fabrica en las Antillas y en los países del Centro y Sur de América.

El *rhom* ó *ron*, obtenido, en las mismas comarcas, de la fermentación de la melaza de la caña dulce.

La *tásta*, que proviene de la fermentación de las melazas y bagazos.

El *rack-drack*, que se obtiene en la India con el arroz fermentado y también del jugo de la caña de azúcar, aromatizándolo con ámbar.

Aguardiente de Zacatlán, obtenido en Méjico, y procedente de las hojas de la caña de azúcar y del azúcar bruto llamado piloncillo.

El *mexcal* ó *mexical*, *aguardiente de pulque* ó *vino de mexcal*,

que se obtiene fermentando el jugo de la pita ó *ágave americana*. Este jugo se llama *agua miel* antes de fermentar, y *pulque* después de fermentado. El *mexcal* recibe también los nombres de *tequilla*, *chorrera* y *campanilla* en diversos Estados de Méjico, que es donde este líquido espirituoso se fabrica.

El *Kirsch* ó *Kirs kивasser*, que se obtiene de las cerezas y ciruelas en el Este de Francia, Alemania y Suiza.

El *marrasquino* de Zara, que se prepara en Dalmacia por la fermentación del jugo de las ciruelas y melocotones.

El *Zwetschen Wasser*, obtenido de una variedad especial de ciruelas en Alemania, Hungría, Polonia, Suiza, Alsacia y los Vosgos.

El *rakí*, bebida alcohólica preparada en Hungría con ciruelas de todas clases.

La *holerca*, aguardiente de frutos y de cebada usado en Transilvania.

El *slivovitza*, preparado en Austria y en Bosnia con ciruelas maduras fermentadas.

El *hakia*, obtenido en Dalmacia con orujo de uva y substancias aromáticas.

El *Rachia de Tescovinã*, preparado en Rumanía con orujo de uva y substancias aromáticas.

El *Rachia de Drojde*, obtenido también en Rumanía de las heces del vino.

El *Cornovitza*, que se fabrica en Servia con orujo de uva y hierbas aromáticas.

El *Troster*, preparado en las riberas del Rhin con orujos de uva y gramíneas.

El *Sekis kayavodka*, aguardiente que se obtiene en la isla de Scio, procedente de heces de vino y jugo de frutos.

La *bessa bessa*, especie de ron de baja calidad, preparado en Madagascar con melazas impuras.

La *cachaza*, líquido brasileño obtenido por la fermentación de las melazas de la caña.

El *tznica*, preparado en Rumanía con ciruelas machacadas con sus huesos.

La *ginebra* ó *gin*, fabricada en Inglaterra destilando el alcohol de granos de Ginebra. Se prepara además en los Estados Unidos y en Holanda, conociéndose también en este último país con el nombre de *schiedam*.

El *wiskey*, obtenido en Inglaterra por la fermentación de las heces de la cebada.

El *Kummel*, aguardiente obtenido en Rusia con mosto de maíz, cebada y trigo con granos de comino.

El *Mahuari*, fabricado en Mozambique con jugo de bananas y granos desconocidos.

El *araka*, *arza*, *arki* ó *ariki*, líquido obtenido por los tártaros de leche de burra. También obtienen en el mismo país un líquido espirituoso llamado *aguardiente arak* con cebada y mijo y con jugo de frutos.

El *Apple-brandy*, aguardiente de sidra obtenido en los Estados Unidos del jugo fermentado de la manzana.

El *Aguardiente de dátiles*, preparado en Persia.

El *Aguardiente de mango*, preparado en el Congo y en Gabon con el jugo de los mangos.

El *caba*, aguardiente obtenido en Polinesia de la raíz del avá (*piper methysticum*).

El *Wathy*, aguardiente preparado en Kamtschatka y procedente del arroz.

El *Quetsch*, obtenido en Alsacia y Lorena fermentando ciruelas machacadas con sus huesos.

El *Samchou*, aguardiente de arroz obtenido en China.

El *Show choo*, líquido espirituoso, usado también en China, y procedente del arroz hervido y fermentado con jugo de mandarina.

El *Sake* ó *Saki*, aguardiente de arroz usado en el Japón.

El *Lou*, *Samphu*, *Kuey*, *Kucip*, vino de *Chao-king*, distintos nombres con que en China, Japón y Siam se conoce varias clases de aguardientes, obtenidos principalmente del arroz.

El *Kao-Lyang*, aguardiente de sorgo obtenido en China.

El *Arrack mehwah*, aguardiente del Indostán, obtenido del jugo de la palmera fermentado con flores.

El *Arrack tuba*, aguardiente de Filipinas procedente también de la savia de palmeras.

El *Arrack*, aguardiente obtenido en el Indostán con savia de palmera fermentada con corteza de acacia. También se da el mismo nombre de *arrack* en la América del Sur á un aguardiente obtenido de la savia fermentada del árbol del cacao.

El *Araki Rouh*, aguardiente de Egipto, obtenido de la savia de palmera.

Aguardiente de *Nipa*, líquido espirituoso obtenido en Filipinas del jugo de la Nipa.

El *Kallou-ou-toddy*, aguardiente obtenido de la savia del cocotero.

El *Bland*, líquido alcohólico obtenido fermentando el suero de la leche y usado en las islas Órcades y de Shetland.

El *Stat-Kaiatrava*, aguardiente obtenido en Kamschatka y procedente de una hierba desconocida.

La mejor manera de denominar los alcoholes comerciales es sencillamente por su riqueza en grados centesimales, de que se hablará más adelante, expresando además si son ó no anisados. Así se debe decir simplemente *aguardiente seco de 40°*, por ejemplo, *aguardiente anisado de 70°*, etc. Siempre será conveniente también expresar la primera materia de que provienen; pues, en general, según su procedencia, así tienen los alcoholes comerciales un gusto y olor especial que influye bastante en el precio. Hay que advertir, sin embargo, que los progresos de la fabricación y de la Química van proporcionando medios de purificar de tal modo los aguardientes, eliminando toda substancia extraña, que hay muchos casos en que el catador más experimentado no sabe diferenciar entre sí dos aguardientes anisados, uno hecho con espíritu de vino y otro con alcohol alemán obtenido de la patata.

Así, pues, el carácter principal de un alcohol comercial es su riqueza real en alcohol absoluto, y de ahí el que sea tan importante el determinarla. De este punto trata especialmente el capítulo que sigue.

CAPÍTULO II

ALCOHOMETRÍA

§ I — Medida de la fuerza alcohólica

Medir la *riqueza ó fuerza* de un aguardiente, espíritu ó alcohol comercial cualquiera, es determinar la cantidad exacta de *alcohol absoluto* que contiene en un volumen ó en un peso conocido del líquido en cuestión.

Siendo el primer factor que influye en el precio de un aguardiente ó espíritu comercial la cantidad de alcohol que contenga, es de absoluta necesidad para el fabricante, para el mercader y para el consumidor, conocer y fijar bien la *riqueza ó fuerza* de un líquido alcohólico, pues este dato sirve para fijar el precio de los productos, para guiar al fabricante durante la destilación ñe



las materias fermentadas, y para determinar los usos y condiciones del líquido espirituoso de que se trate.

Se llama *alcohometría* el modo de efectuar la medida de la fuerza alcohólica de un líquido, y esto puede conseguirse por medio de diferentes instrumentos. Unos están fundados en la diferente densidad de los líquidos alcohólicos, y se denominan *areómetros*, *pesa-licores*, *pesa-alcoholes* y *alcohómetros*; otros estriban en la determinación del punto de ebullición, y entre éstos se hallan el *enómetro centesimal de Tabarié*, el *ebullómetro Vidal*, el *ebullómetro Malligand*, el *termómetro de Conaty*, el *ebullómetro de Sallerón*, el *ebullómetro Amagat*, etc.; hay otros instrumentos que se fundan en el examen de la dilatación del líquido, como el *dilatómetro de Silbermann*; y los hay, en fin, que se apoyan en los efectos de la capilaridad; tales son los *capilarímetros de Musculus* y de *Forterre*, el *alcohómetro enómetro de Perquier y Limousin*, etc.

§ II.—Areómetros

Son unos aparatos flotantes que sirven para determinar la fuerza de un líquido alcohólico, según se sumerjan más ó menos en el líquido, á causa de la diferente densidad de éste, según la cantidad de alcohol que contenga.

Si el líquido alcohólico es simplemente una mezcla de alcohol y de agua, ó contiene solamente además de estos dos cuerpos cantidades casi inapreciables, al peso, de otras sustancias, como les sucede á los aguardientes y espíritus comerciales, entonces los areómetros ó alcohómetros pueden aplicarse directamente á la medida de la fuerza alcohólica del líquido, sumergiéndoles desde luego en éste y viendo con qué punto del alcohómetro enrasa la superficie de nivel del líquido cuando el instrumento queda en equilibrio.

Pero si el líquido alcohólico, además de contener agua y alcohol, contiene otras sustancias en cantidades bien apreciables al peso, entonces los areómetros no pueden usarse directamente, porque sus indicaciones no servirían de nada, supuesto que las sustancias que el líquido contuviera distintas del agua y alcohol, harían variar la densidad de dicho líquido en términos muy diferentes de los que á las simples mezclas de alcohol y agua corresponden. En este caso, para proceder á la determinación de la riqueza alcohólica del líquido, hay que empezar por destilarle con ciertas precauciones, y en el producto destilado, que sólo contendrá alcohol y agua, es donde ya pueden sumergirse los areóme-

tros. Así se efectúa con los vinos, sidras, cervezas, jugos fermentados, etc., para determinar la cantidad de alcohol que contienen. Para esta destilación previa hay diferentes aparatos muy cómodos y manuales, con los que se obtiene en muy poco tiempo la pequeña cantidad de líquido destilado que se necesita para efectuar la determinación alcohométrica por la aplicación del alcoholómetro. Entre estos aparatos destiladores deben mencionarse el de Sallerón, francés; el de Phillips, inglés; el moderno aparato de Valín, modelo menor, y el aparato Savalle para la determinación de la riqueza alcohólica de las vinazas.

El *alambique Salleron* (figura 1.^a) es un aparato que se compo-

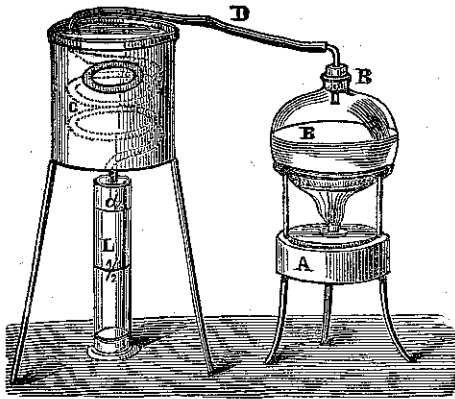


Figura 1.^a

ne de las porciones siguientes: una lámpara de alcohol; un matraz de vidrio ó de cobre, que hace de caldera; un serpentín contenido en un refrigerante, y que comunica con el matraz por medio de un tubo de caucho en unos modelos, y de metal en otros; una probeta que sirve para medir el volumen del líquido que se pone á destilar y el que se recoge de la destilación; un areómetro; un termómetro y una pipeta de vidrio. Todas estas piezas van generalmente colocadas en una caja, pudiéndose así transportar el instrumento cómodamente de un punto á otro, y montarlo con facilidad en el sitio en que se desee. La probeta lleva una marca ó trazo superior para medir el volumen del líquido que se pone á destilar, y otras dos líneas inferiores señalando la mitad y la tercera parte del volumen primero.

Para efectuar un ensayo con este aparato, se mide por medio de la probeta un volumen del líquido hasta la línea superior, y se

vierte este líquido en el matracito; se lava la probeta con un poco de agua, y se añade ésta también al matraz, lo cual no altera la determinación de la riqueza alcohólica del líquido. Se pone en comunicación el matraz con el serpentín por medio del tubo abductor; se llena de agua fría el refrigerante; se coloca la probeta bajo el serpentín, y se enciende la lámpara. El líquido alcohólico (vino, sidra, cerveza, etc.) entra pronto en ebullición; y los vapores de alcohol y de agua que se despiden se condensan en el serpentín y caen en forma de líquido en la probeta; se continúa la operación hasta que haya destilado la tercera parte del volumen primitivo si se trata de líquidos muy poco alcohólicos, y hasta la mitad si lo son más. Después se añade agua en la probeta hasta volver á formar el volumen que se puso para destilar; se agita el líquido para que la mezcla quede bien uniforme, y ya queda el líquido, que es una mezcla de agua y alcohol, en disposición de que pueda determinarse su riqueza alcohólica por medio de los areómetros.

Para esto no hay más que sumergir el termómetro y el areómetro en el líquido, y ver los grados que ambos marcan, con cuyos datos hay ya lo suficiente para hacer la determinación que se desea, según los detalles que se darán más adelante, al hablar de la construcción y uso de las diferentes clases de areómetros.

Hay que advertir también que, si el líquido alcohólico que se pone á destilar en el alambique de Sallerón, ó en cualquiera otro aparatito de esta clase, contiene algunos otros productos volátiles, como el ácido acético, el producto destilado no formará solo, por punto general, la mezcla de agua y alcohol que se va buscando, sino que contendrá además otros productos volátiles, por lo cual conviene preparar convenientemente el líquido primitivo, ya neutralizándole con una corta cantidad de un álcali, si se trata de productos volátiles ácidos, ya de otro modo si fueran otras las substancias volátiles cuya presencia estorbara.

En el caso de que el líquido que haya de ser destilado contenga ácidos volátiles que deban ser neutralizados, la substancia que debe emplearse con este objeto es la magnesia calcinada. Esta substancia básica neutraliza perfectamente los ácidos que quedan fijos en la parte del líquido no destilada, y tiene además la ventaja sobre la potasa, la sosa, la cal ó la barita, de no desprender amoníaco ú otro alcaloide volátil formado por la acción de dichas bases sobre las materias nitrogenadas contenidas en el líquido sometido á la destilación. Además, la magnesia no puede saponificar los éteres que pudieran existir formados en el referido lí-

quido, y que al saponificarse regenerarían alcohol que, pasando en la destilación, se sumaría al preexistente.

Así, pues, siempre que se quiere someter á la destilación un líquido para ensayar su riqueza alcohólica por medio de los alcoholómetros, se debe empezar por ensayar si el líquido es alcalino,

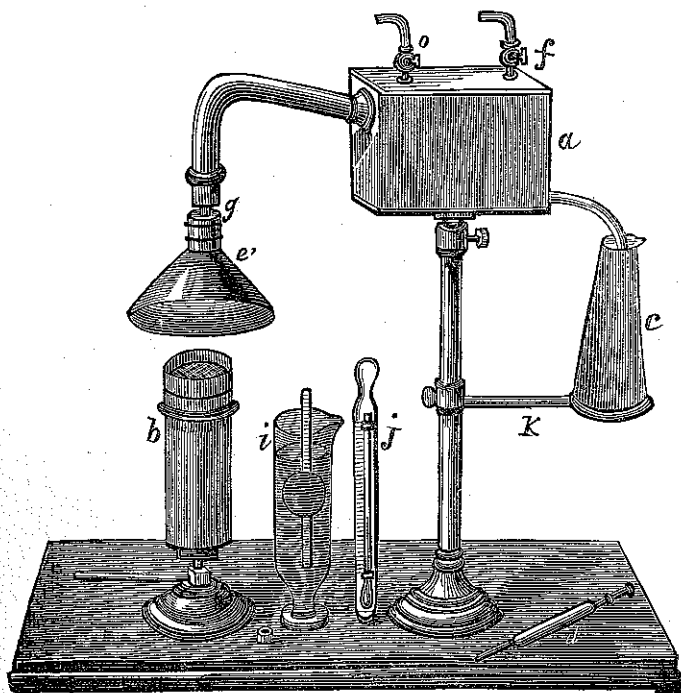


Figura 2.ª

neutro ó ácido, para lo cual basta sumergir en el líquido una tirita de papel de tornasol neutro. Si el papel se pone rojo, el líquido es ácido; si toma fuerte color azul, el líquido es alcalino; y si la coloración violácea del papel neutro no cambia de matiz, el líquido es también neutro.

En el caso de que el líquido tenga reacción ácida, antes de proceder á la destilación deben añadirse al líquido terroncitos de magnesia cáustica hasta que el papel de tornasol rojo tome color azul al sumergirlo en el líquido.

El aparato destilatorio de Phillips (figura 2.ª) se compone de cinco partes principales, que son: una retorta ó caldera, un condensador, un vaso receptor, una lámpara y un soporte.

La retorta ó caldera es de cristal, de forma cónica, y en la parte superior del cuello lleva perfectamente ajustada una rosca de metal, que sirve para atornillar el tubo que pone en comunicación la caldera con el serpentín. El condensador es una caja de cobre que tiene en su parte superior dos tubos, uno de entrada y otro de salida para el agua fría, que debe estar corriendo continuamente durante la operación, con el objeto de mantener una temperatura lo bastante baja para producir la condensación del vapor. Á un lado del condensador se halla un tubo de estaño, que es el que va á unirse á la caldera anteriormente indicada. Dentro del condensador va el serpentín por donde pasa el vapor, el cual, después de atravesar dicho serpentín, pasa á un tubo fijo en la parte inferior derecha del condensador, que sirve para conducir el líquido destilado al vaso receptor. Este es una vasija de cristal que tiene en su parte superior marcada una línea que sirve para indicar la cantidad de vino que se debe poner en la caldera para destilar; más abajo de dicha línea hay otras dos que marcan $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$ del volumen primitivo. La lámpara que sirve para hacer funcionar el aparato, es generalmente de alcohol, aun cuando puede ser de cualquier otro combustible. El soporte consiste en una barra hueca de metal, cilíndrica, fija en un pie de bastante peso, y dentro de la cual se introduce otro tubo de metal, adherido á la pared inferior del condensador, con el objeto de subirlo ó bajarlo á una altura conveniente, para lo cual tiene un tornillo de presión. Además hay dos soportes horizontales que pueden también subirse ó bajarse, y se ajustan con tornillos á la altura que convenga, para sostener el vaso receptor y la lámpara.

Se necesita además una probeta de cristal, donde se coloca el producto destilado recogido en el vaso receptor, para hacer después en dicha probeta la medida de graduación alcohólica del líquido.

La manera de operar con este aparato es la siguiente: El vino ó líquido alcohólico que se quiera destilar para ver su graduación, se coloca en el vaso receptor hasta que enrase perfectamente la línea del nivel con la marca superior que lleva dicho vaso. Se vierte este líquido en la calderita; se lava el vaso con un poco de agua, y se vierte ésta igualmente en la caldera. Después se atornilla ésta al tubo que conduce al serpentín, poniendo, como intermedio, un anillo ajustador de goma elástica para impedir que se escape la más pequeña cantidad de vapor. Se enciende la lámpara, y antes de que el líquido empiece á hervir, se hace pasar la corriente de agua fría por el condensador. Empieza al poco

tiempo á destilar el líquido, mezcla de alcohol y agua, y como el alcohol es más volátil, pasa en las primeras porciones del líquido destilado; de modo que no debe destilarse más que la mitad del líquido primitivo, si éste es poco alcohólico, ó las dos terceras partes si fuera muy alcohólico; y para esto son las dos líneas con las marcas $\frac{1}{2}$ y $\frac{2}{3}$, que lleva el vaso receptor en una de sus paredes.

Concluida la destilación, que se hace en un cuarto de hora, se hacen las mismas operaciones indicadas al hablar del uso del aparato de Sallerón; es decir, se añade agua al producto destilado hasta obtener un volumen igual al del líquido que se puso á destilar; se agita la mezcla para que quede bien uniforme, se vierte en la probeta que acompaña al aparato, y allí se introduce el termómetro y el areómetro que se usa para deducir de las indicaciones de estos dos aparatos la riqueza alcohólica del líquido ensayado.

El líquido destilado sale por el pequeño orificio que se marca á la derecha del dibujo, en la parte inferior del refrigerante; dicho líquido se recoge en una vasija apropiada que se coloca para recibirle.

El *alambique Valín*, modelo menor (figura 3.^a), sirve para determinar el alcohol contenido en una cantidad medida de vino, de orujo, de sidra ó de melaza fermentada, en mejores condiciones aún que con los alambiques de Sallerón y de Phillips, que están más especialmente contruidos para los ensayos del vino unicamente.



Figura 3.^a

La figura 3.^a indica bien claramente la disposición del aparato. El cuerpo superior está formado por la caldera con su capitel, y el inferior por el refrigerante. Dentro de éste se encuentra el serpentín donde se condensan los vapores alcohólicos, que bajan por el tubo lateral que arranca del capitel y va á empalmar con el serpentín. La lámpara que sirve para efectuar la operación se coloca en medio, y el refrigerante se llena de agua fría antes de empezar. La figura 4.^a representa el modelo mayor del alambique Valín.

Para hacer la determinación de la riqueza alcohólica de un líquido ó de un jugo, se ponen pesos ó volúmenes conocidos de dichos productos en la caldera; se destila hasta obtener un volu-

men próximamente igual á la mitad del primitivo, y después se procede, para hacer uso de los termómetros y areómetros, de la misma manera que queda indicado al hablar del uso de los aparatos de Sallerón y de Phillips.

Aparato Savalle —Los alambiques de Sallerón y de Valín no dan resultados completamente exactos cuando se aplican á in-

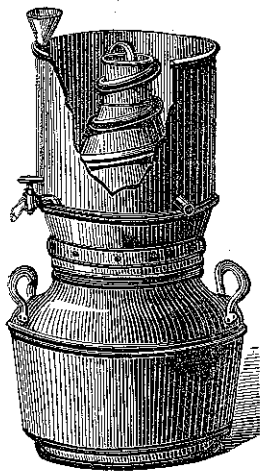


Figura 4.ª

vestigar si las vinazas contienen alcohol, y, en caso positivo, qué cantidad. Para estos casos ha construido Savalle el aparato representado en la figura 5.ª, y con el cual se obtienen indicaciones completamente exactas. En la caldera *a* del aparato se introducen 10 litros de la vinaza que se trata de ensayar; para ello hay un orificio en la cubierta; se pone agua fría en el manómetro *g*, en el analizador *c* y en el refrigerante *d*, y después se enciende el fuego, que en el dibujo se indica ser de gas. El líquido contenido en *a* entra en ebullición; los vapores atraviesan la columna *b* y se condensan en *c*, donde vuelven al estado líquido cargando los 10 platillos de la columna *b*. Al cabo de poco tiempo de destila-

ción interior, el agua se calienta en *c*, y entonces los vapores más ricos en alcohol destilan y se condensan en el refrigerante *d*, recogándose en la probeta graduada *e*. El volumen del producto de la destilación depende de la riqueza alcohólica del líquido ensayado. Un producto de 100 centímetros cúbicos en volumen, contienen seguramente todo el alcohol que pueda existir en 10 litros de vinazas sometidas á la prueba. Cuando se haya, pues, destilado dicha cantidad, puede detenerse la operación, y sumergiendo en la probeta *e* un alcoholómetro y un termómetro, se conocerá inmediatamente la riqueza alcohólica del producto.

ALCOHÓMETROS.—*Alcoholómetros de Cartier y Gay-Lussac.*—Sabidas ya las condiciones que han de tener los líquidos alcohólicos para sumergir en ellos los areómetros, y poder deducir entonces de las indicaciones de éstos la fuerza ó riqueza del líquido, procede el tratar en particular de los diferentes areómetros construídos para el caso, y del modo de usarlos.

Los principales alcoholómetros son: el de Gay-Lussac ó centesimal, usado en Francia, España é Italia; el hidrómetro de Sikes,

empleado en Inglaterra; el de Richter-Tralles, en uso en Austria, Alemania, Rusia y los Estados Unidos; el de Vochmester, empleado en Holanda; el de Wagner, usado en Rumanía. También

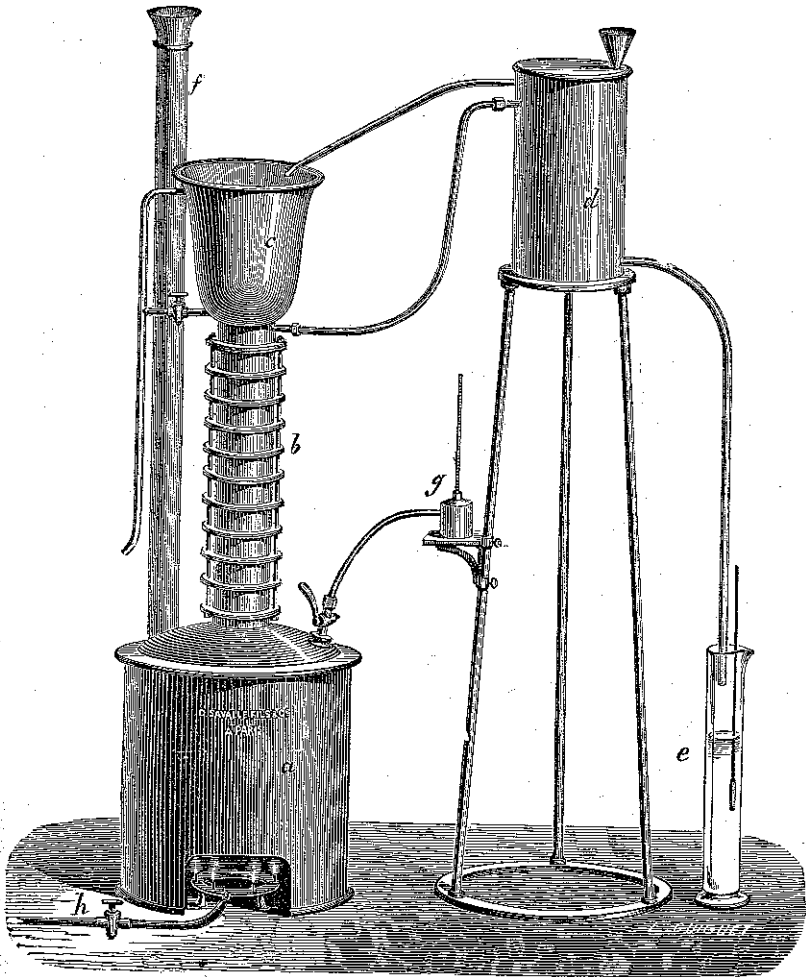


Figura 5.ª

se emplean en diferentes países, pero cada vez con menos frecuencia, el alcohómetro báltavo y los de Bech, Beaumé, Boire, Cartier y Tessa. Todos ellos están fundados en la propiedad que tienen las mezclas de alcohol y agua, de ser más densas cuanto más agua tienen, y tanto menos cuanto mayor sea la porción de

alcohol, de suerte que al introducirlos en el líquido hidro-alcohólico que se trate de ensayar, penetran ó se sumergen más ó menos, según que aquél tenga más ó menos cantidad de alcohol.

El alcoholómetro de Beaumé marca 10° en el agua pura y 48° en alcohol absoluto. El alcoholómetro de Cartier señala 11° en el agua y 44° en el alcohol. El alcoholómetro bátavo marca 0° en el agua pura y 38° en el alcohol absoluto. Se describirán ahora solamente los alcoholómetros más usados.

El *areómetro de Gay-Lussac*, llamado vulgarmente *alcoholómetro centesimal*, y el de Cartier, son muy semejantes en su aspecto. Son unos cuerpos flotantes de cristal, huecos, con una esferilla en la parte inferior, lastrada con azogue ó perdigones para que al flotar el aparato quede vertical; por su parte superior tienen un tallo ó vástago cilíndrico en donde están marcados los grados que han de servir para medir la riqueza alcohólica de los líquidos. Muchas veces un mismo instrumento lleva al mismo tiempo la graduación Cartier y la graduación Gay-Lussac, según se indica en la figura 6.^a



Figura 6.^a

La *graduación Cartier* es sumamente arbitraria é imperfecta. La escala de este areómetro abarca desde la división 10 á la 44; la primera corresponde á la línea de flotación en el agua pura y la segunda al alcohol absoluto, estando ambos líquidos á la temperatura de 10° Reamur, ó sean $12^{\circ},5$ centígrados. El espacio comprendido entre las dos divisiones extremas de la escala, se divide en 34 partes iguales, que indican los grados. El areómetro Cartier estuvo rigiendo en Francia oficialmente hasta 1820, en que se reemplazó por el alcoholómetro de Gay-Lussac; pero, á pesar de las indudables ventajas de éste, el uso del Cartier entre el vulgo ha continuado hasta el presente, y en España se usa mucho todavía para las graduaciones de los aguardientes y espíritus.

Estando graduado el areómetro Cartier á la temperatura de $12^{\circ},5$ centígrados, es evidente que sus indicaciones no serán exactas sino cuando los líquidos donde se sumerja estén á esa temperatura; pero no cuando la temperatura sea diferente, pues ésta hace variar mucho la densidad de los líquidos, según aumente ó disminuya. De aquí que sea necesario introducir en el líquido alcohólico que se ensaye, además del alcoholómetro, un termómetro para conocer la temperatura y hacer la correspondiente correc-

ción. Sin embargo, no se sabe que Cartier calculase tablas para dicha corrección, ó si las calculó no se conocen.

El alcoholómetro construído por Gay-Lussac está graduado de un modo mucho más racional y ventajoso para la industria que el de Cartier. El alcoholómetro de Gay-Lussac está graduado del modo siguiente: el *cero* corresponde al punto de enrase del areómetro en el agua pura, y el grado 100 en el alcohol absoluto, estando ambos líquidos á la temperatura de 15° centígrados. Para las divisiones intermedias se hacen mezclas de alcohol absoluto y de agua, en la forma siguiente:

Se ponen *cinco* volúmenes de alcohol absoluto, y después agua pura hasta formar *cien* volúmenes de mezcla; se sumerge en ésta el areómetro, y en el sitio en donde enrase se marca el grado 5, y después se divide en cinco partes iguales la porción de escala comprendida entre el *cero* y el 5. Se hace una nueva mezcla con *diez* volúmenes de alcohol absoluto y agua pura hasta formar *cien* volúmenes; se sumerge en ella el areómetro, y en el punto de enrase se marca el grado 10, dividiendo después en cinco partes iguales el espacio comprendido entre el 5 y el 10.

Y así se continúa haciendo mezclas de cinco en cinco partes de alcohol hasta terminar la graduación de la escala. Importa bien medir el volumen de alcohol que se pone en cada mezcla, y que el volumen total sea 100 exactamente, sin fijarse en la cantidad de agua que haya sido necesario añadir en cada caso, pues como al mezclarse el agua y el alcohol hay una especie de contracción ó reducción de volumen, de que se tratará por extenso más adelante, las cantidades de agua que hay que poner son siempre un poco mayores que lo que corresponde á la diferencia entre el volumen total de la mezcla y el de alcohol que se pusiere. Todas las operaciones hechas para la graduación del alcoholómetro se suponen efectuadas á la temperatura de 15° centígrados.

Graduado de esta manera el aparato, supóngase que se sumerge en un aguardiente ó espíritu, ó bien en una mezcla de alcohol y agua, obtenida por destilación de un líquido alcohólico cualquiera en los aparatos Sallerón, Phillips, Valín ó Savalle; es evidente que si entonces enrasa en el grado 40, por ejemplo, el líquido en donde se ha sumergido contiene por 100 la misma cantidad de alcohol absoluto que la mezcla de agua y alcohol que se preparó para marcar en el alcoholómetro la división 40; y como esta cantidad de alcohol fué 40 volúmenes, resulta que los grados del alcoholómetro indican el mismo tanto por ciento de alcohol que el líquido espirituoso contenga. Así, si el aparato se sumerge hasta

el grado 20, es que el líquido contiene 20 partes de alcohol por 100; si hasta el grado 37, que contiene 37 partes, y así sucesivamente.

De esta manera se hace muy fácil calcular la cantidad de alcohol absoluto que contiene una partida cualquiera de espíritu. Supóngase, por ejemplo, que al introducir el alcoholómetro en un aguardiente que proceda de una barrica que tenga 400 litros de cabida, enrasa el vástago del aparato con el nivel del líquido alcohólico en la línea que lleva el núm. 52. ¿Qué cantidad de alcohol absoluto contendrá la barrica?

La riqueza del alcohol ensayado es, según lo que queda dicho, de 52°; por lo tanto, el aguardiente contiene un 52 por 100 de alcohol absoluto en volumen; de suerte que, multiplicando 400 por 52 y dividiendo el producto por 100, se tendrá la cantidad del referido alcohol absoluto contenido en la barrica, que será, en el caso particular de que se trata,

$$400 \times 0,52 = 208 \text{ litros.}$$

Ahora bien; el grado indicado por el alcoholómetro de Gay-Lussac da inmediatamente la riqueza centesimal en volumen de alcohol absoluto que un líquido contenga; pero esto sólo sucede cuando este líquido donde se sumerge el aparato, está á la temperatura de 15°, que es la misma á que se graduó el instrumento; pero tal circunstancia no ocurre sino muy raras veces, pues lo ordinario es que el líquido esté á más ó menos de 15° centígrados. En este caso, para que las indicaciones del instrumento sirvan, no hay más que dos caminos: ó bien calentar ó enfriar el líquido hasta ponerle á los 15° centígrados exactos, ó hacer una corrección en lo que el alcoholómetro marque, aumentando ó rebajando el grado en lo que corresponda á la diferencia de la temperatura. Lo primero supone una operación tan enojosa y difícil, que hay que desecharla como punto menos que imposible de realizar en la práctica; lo segundo se consigue fácilmente por medio de unas *tablas de corrección*, calculadas por el mismo Gay-Lussac, y con las cuales se puede saber inmediatamente la verdadera riqueza alcohólica de un líquido, una vez conocidos los grados que marquen el termómetro y el alcoholómetro en el momento de la experiencia. Á continuación van dichas tablas, que son de una grandísima utilidad para todo el que tenga necesidad de determinar la riqueza de líquidos alcohólicos de cualquier clase.

El uso de estas tablas es muy sencillo, como puede apreciarse por los dos ejemplos siguientes:

1.º Supóngase que, introduciendo el termómetro y el alcoholómetro en un espíritu, marcan: el primero 20º centígrados de temperatura, y el segundo 47º de alcohol. ¿Cuál será la verdadera riqueza alcohólica del expresado líquido?

Para averiguarlo se busca en la primera columna vertical, que pertenece á las temperaturas, el número 20, y en la columna horizontal superior, que corresponde á las indicaciones del alcoholómetro, el número marcado por éste, que en el ejemplo presente es 47. En la columna encabezada por este número se busca la cifra que está enfrente del número 20 de la columna de las temperaturas; en el caso actual se hallará la cifra 45; pues ésta será la verdadera graduación del líquido alcohólico ensayado; de modo que ésta tiene 45 por 100 en volumen de alcohol absoluto.

2.º Si el termómetro y el alcoholómetro, introducidos en un aguardiente, marcan respectivamente 24 y 50º, ¿cuál será la verdadera riqueza alcohólica del aguardiente ensayado?

Búsquese en la parte correspondiente á las indicaciones del alcoholómetro la columna encabezada por el número 50, y en la de las temperaturas el grado 24; el número 46,3 de la primera columna, que es el que está enfrente del referido grado 24, indicará la verdadera graduación del aguardiente.

Como observación práctica es bueno hacer presente que, para que el alcoholómetro marque con mayor precisión los grados, es conveniente mojar un poco la varilla, pasándola por los labios antes de sumergir el instrumento en el líquido que se trata de ensayar.

He aquí ahora las tablas de correcciones de temperatura ó de riquezas en alcohol de los líquidos espirituosos, calculadas por Gay-Lussac:

INDICACIONES DEL ALCOHÓMETRO

Temper.° en centigs.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0°	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,5	7,5	8,6	9,7	10,9	12,2	13,4	14,7	16,1	17,5	19	20,4	21,7	23	24,3
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13,4	14,7	16	17,3	18,7	20,1	21,4	22,7	24
2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13,4	14,7	16	17,2	18,6	19,9	21,2	22,4	23,7
3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13,3	14,6	15,9	17,1	18,3	19,7	20,9	22,1	23,4
4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13,3	14,5	15,8	16,9	18,1	19,4	20,7	21,9	23,1
5	1,4	2,5	3,5	4,5	5,5	6,6	7,7	8,7	9,8	10,9	12,1	13,2	14,4	15,7	16,8	18	19,2	20,5	21,6	22,8
6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13,1	14,3	15,6	16,7	17,8	19	20,3	21,4	22,5
7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13	14,2	15,4	16,6	17,7	18,8	20	21	22,1
8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	13	14,1	15,3	16,4	17,5	18,6	19,7	20,7	21,3
9	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12,9	14	15,1	16,2	17,3	18,4	19,5	20,5	21,6
10	1,4	2,4	3,4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,6	11,7	12,7	13,8	14,9	16	17	18,1	19,2	20,2	21,3
11	1,3	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4	10,5	11,6	12,6	13,6	14,7	15,8	16,8	17,9	19	20	21
12	1,2	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3	10,4	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6	16,6	17,6	18,7	19,7	20,7
13	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,4	12,4	13,4	14,4	15,4	16,4	17,4	18,5	19,5	20,5
14	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1	10,2	11,2	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,2	18,2	19,2	20,2
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	0,9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9	10,9	11,9	12,9	13,9	14,9	15,9	16,9	17,8	18,7	19,7
17	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7	12,7	13,7	14,7	15,6	16,6	17,5	18,4	19,4
18	0,7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7	10,7	11,6	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,3	18,2	19,1
19	0,6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6	9,6	10,6	11,4	12,4	13,3	14,3	15,2	16,1	17	17,9	18,8
20	0,5	1,5	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,3	8,3	9,3	10,3	11,2	12,2	13,1	14	14,9	15,8	16,7	17,6	18,5
21	0,4	1,4	2,3	3,3	4,3	5,2	6,2	7,1	8,1	9,1	10,1	11	11,9	12,8	13,7	14,6	15,5	16,4	17,3	18,2
22	0,3	1,3	2,2	3,2	4,1	5,1	6,1	7	7,9	8,9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2	17	17,9
23	0,1	1,1	2,1	3,1	4	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,7	10,6	11,5	12,4	13,3	14,1	15	15,9	16,7	17,6
24	0,0	1	1,9	2,9	3,8	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9	14,8	15,7	16,5	17,4
25	0,0	0,8	1,7	2,6	3,6	4,6	5,5	6,5	7,4	8,3	9,3	10,2	11,1	12	12,8	13,6	14,3	15,4	16,2	17,1
26	0,0	0,7	1,6	2,6	3,5	4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9	9,9	10,8	11,7	12,6	13,4	14,2	15,1	15,9	16,7
27	0,0	0,5	1,5	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	7	7,9	8,8	9,7	10,6	11,5	12,3	13,1	13,9	14,8	15,6	16,4
28	0,0	0,3	1,3	2,2	3,1	4,1	5	5,9	6,8	7,7	8,6	9,5	10,3	11,2	12	12,8	13,6	14,4	15,2	16
29	0,0	0,1	1,1	2	2,9	3,9	4,8	5,7	6,6	7,5	8,4	9,2	10,1	11	11,7	12,5	13,3	14,1	14,9	15,7
30	0,0	0,0	0,9	1,9	2,8	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3	8,1	9	9,8	10,7	11,5	12,3	13	13,8	14,6	15,4

INDICACIONES DEL ALCOHÓMETRO

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0°	25,7	27,1	28,5	29,9	31,1	32,3	33,4	34,5	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,5	42,5	43,5	44,4	45,4	46,4
1	25,4	26,8	28,1	29,4	30,6	31,8	32,9	34	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,1	41,2	42,2	43,1	44,1	45	46
2	25	26,4	27,6	28,9	30,2	31,4	32,5	33,5	34,6	35,6	36,7	37,7	38,7	39,7	40,7	41,7	42,7	43,7	44,6	45,5
3	24,7	26	27,3	28,6	29,8	31	32,1	33,1	34,1	35,2	36,2	37,3	38,3	39,3	40,3	41,3	42,3	43,2	44,2	45,2
4	24,4	25,7	26,9	28,1	29,3	30,6	31,6	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,8	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8
5	24,1	25,3	26,5	27,7	28,9	30,1	31,2	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,3	41,4	42,4	43,4	44,3
6	23,7	25	26,1	27,3	28,5	29,7	30,8	31,8	32,8	33,8	34,9	35,9	36,9	37,9	38,9	39,9	40,9	41,9	42,9	43,9
7	23,4	24,7	25,8	27	28,1	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4
8	23	24,2	25,4	26,6	27,7	28,5	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	38	39	40	41	42	43
9	22,7	23,9	25	26,2	27,3	28,5	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6
10	22,4	23,5	24,6	25,8	26,9	28	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1	40,1	41,1	42,1
11	22,1	23,2	24,3	25,4	26,5	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7	40,7	41,7
12	21,8	22,9	24	25,1	26,1	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,3	41,3
13	21,5	22,6	23,7	24,7	25,7	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,9
14	21,2	22,3	23,3	24,3	25,3	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4
15	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
16	20,7	21,7	22,7	23,7	24,7	25,7	26,6	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,5	39,5
17	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,2	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1
18	20,1	21,1	22	23	24	25	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8	31,7	32,6	33,6	34,6	35,6	36,5	37,5	38,6
19	19,8	20,8	21,7	22,7	23,6	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2
20	19,5	20,5	21,4	22,4	23,3	24,3	25,2	26,1	27	27,9	28,9	29,9	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8
21	19,1	20,1	21,1	22,1	22,9	23,9	24,8	25,6	26,6	27,5	28,5	29,5	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4
22	18,8	19,8	20,7	21,6	22,5	23,5	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1	30	31	32	33	34	35	36	36,9
23	18,5	19,4	20,3	21,3	22,2	23,1	24	24,9	25,8	26,7	27,7	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,5	34,5	35,5	36,5
24	18,2	19,1	20	21	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,3	29,2	30,2	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1
25	17,9	18,8	19,7	20,6	21,5	22,4	23,2	24,2	25,1	26	26,9	27,9	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7
26	17,6	18,5	19,4	20,3	21,2	22,1	22,9	23,8	24,7	25,6	26,5	27,5	28,4	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3
27	17,3	18,2	19,1	20	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,2	26,1	27,1	27,9	28,9	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,8
28	16,9	17,9	18,8	19,6	20,5	21,4	22,2	23,1	23,9	24,8	25,7	26,6	27,5	28,5	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,4
29	16,6	17,5	18,4	19,3	20,2	21	21,8	22,7	23,6	24,4	25,2	26,2	27,1	28,1	29,1	30,1	31,1	32,1	33,1	34
30	16,3	17,2	18,1	19	19,8	20,7	21,5	22,4	23,2	24	24,9	25,8	26,7	27,7	28,7	29,7	30,7	31,6	32,6	33,6

Temper. ° en centígr.

INDICACIONES DEL ALCOHÓMETRO

Temper. en centígs.	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
0°	47,4	48,4	49,3	50,3	51,3	52,3	53,2	54,1	55,1	56,1	57,1	58	59	59,9	60,9	61,9	62,9	63,9	64,9	65,8
1	47	48	48,9	49,9	50,8	51,8	52,8	53,7	54,7	55,7	56,7	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6	62,5	63,5	64,5	65,5
2	46,5	47,5	48,5	49,5	50,4	51,4	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,1	63,1	64,1	65,1
3	46,2	47,1	48,1	49	50	51	52	52,9	53,9	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,8	60,8	61,7	62,7	63,7	64,7
4	45,8	46,7	47,7	48,7	49,6	50,6	51,5	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,4	58,4	59,4	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3
5	45,3	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,1	52,1	53,1	54	55	56	57	58	59	60	60,9	61,9	62,9	63,9
6	44,9	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8	51,7	52,7	53,7	54,7	55,6	56,6	57,5	58,5	59,5	60,5	61,5	62,5	63,5
7	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4	51,3	52,3	53,2	54,2	55,2	56,2	57,1	58,1	59,1	60,1	61,1	62,1	63,1
8	44	45	46	47	47,9	48,9	49,9	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,8	56,8	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,8
9	43,6	44,6	45,6	46,6	47,5	48,5	49,5	50,5	51,5	52,5	53,5	54,5	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4	61,4	62,4
10	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
11	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,7	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6
12	42,3	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,3	49,3	50,3	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2
13	41,9	42,9	43,9	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9	49,9	50,9	51,9	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,8	60,8
14	41,4	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4	51,4	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,4
15	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
16	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6
17	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2
18	39,7	40,7	41,7	42,7	43,7	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	40,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8
19	39,3	40,3	41,3	42,4	43,4	44,4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	40,4	51,4	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4
20	38,9	39,9	40,9	42	43	44	45	46	47	48	49	40	51	52	53	54	55	56	57	58
21	38,4	39,4	40,4	41,5	42,5	43,5	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6
22	38	39	40	41,1	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2
23	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8
24	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,4	49,4	50,4	51,4	52,4	53,4	54,4	55,4	56,4
25	36,7	37,7	38,7	39,8	40,8	41,9	42,9	43,9	44,9	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
26	36,3	37,3	38,3	39,4	40,4	41,5	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,5	52,5	53,5	54,5	55,5
27	35,9	36,9	37,9	39	40	41,1	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2
28	35,4	36,5	37,5	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8
29	35	36	37,1	38,1	39,1	40,2	41,2	42,2	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,4	49,4	50,4	51,4	52,4	53,4	54,4
30	34,6	35,6	36,6	37,7	38,7	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,9	45,9	47	48	49	50	51	52	53	54

INDICACIONES DEL ALCOHÓMETRO

Temper. ^a en centígr.	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
0°	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.7	72.7	73.7	74.7	75.7	76.6	77.6	78.5	79.5	80.6	81.6	82.6	83.6	84.5	85.5
1	66.5	67.5	68.5	69.4	70.4	71.3	72.3	73.3	74.3	75.3	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2	83.2	84.2	85.1
2	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	71.9	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.9	80.9	81.9	82.9	83.8	84.7
3	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5	83.4	84.4
4	65.3	66.3	67.3	68.3	69.3	70.2	71.2	72.2	73.2	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1	82.1	83	84
5	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.7	76.7	77.7	78.7	79.7	80.7	81.7	82.7	83.7
6	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5	73.4	74.4	75.3	76.3	77.3	78.3	79.3	80.3	81.3	82.3	83.3
7	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	82.9
8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.7	68.7	69.7	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6	80.6	81.6	82.6
9	63.4	64.4	65.4	66.4	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2	80.2	81.2	82.2
10	63	64	65	66	67	67.9	68.9	69.9	70.9	71.9	72.9	73.9	74.9	75.9	76.9	77.9	78.9	79.9	80.9	81.9
11	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5
12	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1	79.1	80.1	81.1
13	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.8	76.8	77.8	78.8	79.8	80.8
14	61.4	62.4	63.4	64.4	65.4	66.4	67.4	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.4	76.4	77.4	78.4	79.4	80.4
15	61	62	63	64	65	66	67	68	69.8	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
16	60.6	61.6	62.6	63.6	64.6	65.6	66.6	67.6	68.6	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6	77.6	78.6	79.6
17	60.2	61.2	62.2	63.2	64.2	65.2	66.2	67.2	68.2	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.2	76.2	77.2	78.2	79.2
18	59.8	60.8	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.9	75.9	76.2	77.9	78.9
19	59.4	60.4	61.4	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5
20	59	60	61	62	63	64	65.1	66.1	67.1	68.1	69.1	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1	76.1	77.1	78.1
21	58.6	59.6	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.7	66.7	67.7	68.7	69.7	70.7	71.7	72.7	73.7	74.7	75.8	76.8	77.8
22	58.2	59.2	60.3	61.3	62.3	63.3	64.3	65.3	66.3	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3	75.4	76.4	77.4
23	57.8	58.8	59.8	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	65.9	66.9	67.9	68.9	69.6	70.6	71.6	72.6	73.6	74.6	75.6	76.6
24	57.4	58.4	59.4	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.2	70.2	71.2	72.2	73.2	74.2	75.3	76.3
25	57	58	59	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.1	66.1	67.1	68.1	68.8	69.8	70.8	71.8	72.8	73.8	74.8	75.9
26	56.6	57.6	58.6	59.6	60.7	61.7	62.7	63.7	64.7	65.7	66.7	67.8	68.4	69.4	70.4	71.4	72.4	73.4	74.4	75.5
27	56.2	57.2	58.3	59.3	60.3	61.8	62.8	63.8	64.8	65.8	66.8	67.8	68.4	69.4	70.4	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1
28	55.8	56.8	57.8	58.8	59.9	60.9	61.9	62.9	63.9	64.9	66	67	68	69.1	70.1	71.1	72.1	73.1	74.1	75.1
29	55.4	56.4	57.4	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.6	66.6	67.7	68.7	69.7	70.7	71.7	72.7	73.7	74.7
30	55	56	57.1	58.1	59.1	60.1	61.1	62.1	63.1	64.1	65.2	66.2	67.3	68.3	69.3	70.3	71.3	72.3	73.3	74.3

INDICACIONES DEL ALCOHÓMETRO

Temper.ª en centígs.	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
0°	86,4	87,4	88,3	89,2	90,2	91,2	92,2	93,1	94	95	95,9	96,8	97,7	98,6	99,5	100,3	101,2			
1	86,1	87	88	88,6	89,6	90,5	91,8	92,8	93,7	94,6	95,6	96,6	97,3	98,3	99,2	100	100,9			
2	85,7	86,6	87,6	88,6	89,6	90,5	91,5	92,4	93,4	94,3	95,2	96,1	97	97,9	98,9	99,8	100,7			
3	85,3	86,3	87,3	88,3	89,2	90,2	91,2	92,1	93	94	94,9	95,8	96,7	97,7	98,6	99,5	100,4			
4	85	86	87	88	88,9	89,9	90,8	91,8	92,7	93,7	94,6	95,5	96,4	97,4	98,3	99,2	100,1	101		
5	84,7	85,6	86,6	87,6	88,5	89,5	90,5	91,4	92,4	93,3	94,3	95,2	96,2	97,1	98	98,9	99,8	100,7		
6	84,3	85,3	86,3	87,3	88,2	89,2	90,1	91	92	93	93,9	94,9	95,9	96,8	97,7	98,7	99,6	100,5		
7	83,9	84,9	85,9	86,9	87,9	88,8	89,8	90,7	91,7	92,6	93,6	94,6	95,6	96,5	97,4	98,4	99,3	100,2		
8	83,6	84,6	85,6	86,5	87,5	88,5	89,4	90,4	91,3	92,3	93,3	94,3	95,3	96,2	97,1	98,1	99	99,9		
9	83,2	84,2	85,2	86,2	87,1	88,1	89,1	90	91	92	93	94	95	95,9	96,8	97,8	98,7	99,7	100	
10	82,8	83,8	84,8	85,8	86,8	87,8	88,7	89,7	90,7	91,7	92,7	93,7	94,7	95,6	96,5	97,5	98,5	99,4	100,4	
11	82,5	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,4	89,4	90,4	91,4	92,4	93,3	94,3	95,3	96,2	97,2	98,2	99,1	100,1	
12	82,1	83,1	84,1	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95,9	96,9	97,9	98,8	99,8	
13	81,8	82,8	83,8	84,8	85,7	86,7	87,7	88,7	89,7	90,7	91,7	92,7	93,7	94,6	95,6	96,6	97,6	98,6	99,5	
14	81,4	82,4	83,4	84,4	85,4	86,4	87,4	88,3	89,3	90,3	91,3	92,3	93,3	94,3	95,3	96,3	97,3	98,3	99,3	
15	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
16	80,6	81,6	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,6	88,6	89,6	90,7	91,7	92,7	93,7	94,7	95,7	96,7	97,7	98,7	99,7
17	80,2	81,2	82,2	83,2	84,2	85,2	86,2	87,2	88,2	89,3	90,3	91,3	92,4	93,4	94,4	95,4	96,4	97,4	98,5	99,5
18	79,9	80,9	81,9	82,9	83,9	84,9	85,9	86,9	87,9	88,9	89,9	91	92	93	94	95,1	96,1	97,1	98,2	99,2
19	79,5	80,5	81,6	82,6	83,6	84,6	85,6	86,6	87,6	88,6	89,6	90,7	91,7	92,7	93,7	94,8	95,8	96,9	97,9	98,9
20	79,1	80,1	81,2	82,2	83,2	84,2	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,3	91,3	92,4	93,4	94,5	95,5	96,5	97,6	98,6
21	78,7	79,7	80,8	81,8	82,8	83,8	84,8	85,9	86,9	87,9	88,9	90	91	92	9,1	94,1	95,2	96,3	97,3	98,4
22	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,4	84,4	85,5	86,5	87,6	88,6	89,6	90,7	91,8	92,8	93,9	94,9	96	97	98,1
23	78	79	80,1	81,1	82,1	83,1	84,1	85,1	86,1	87,2	88,3	89,3	90,4	91,4	92,4	93,5	94,6	95,7	96,7	97,8
24	77,6	78,6	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7	85,7	86,8	87,9	88,9	90	91,1	92,1	93,2	94,3	95,3	96,4	97,5
25	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,3	83,4	84,4	85,4	86,5	87,5	88,6	89,7	90,7	91,8	92,9	93,9	95	96,1	97,2
26	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,9	82,9	84	85	86,1	87,2	88,2	89,3	90,4	91,5	92,5	93,6	94,7	95,8	96,9
27	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,6	82,6	83,6	84,7	85,7	86,8	87,9	89	90	91,1	92,2	93,3	94,4	95,5	96,7
28	76,1	77,1	78,2	79,2	80,2	81,3	82,3	83,3	84,3	85,4	86,5	87,5	88,6	89,7	90,8	91,9	93	94,1	95,2	96,4
29	75,7	76,8	77,8	78,8	79,8	80,9	81,9	83	84	85	86,1	87,2	88,2	89,3	90,4	91,6	92,7	93,8	94,9	96,1
30	75,3	76,4	77,4	78,4	79,4	80,5	81,5	82,6	83,6	84,7	85,8	86,9	87,9	89	90,1	91,2	92,4	93,5	94,6	95,8

Con igual objeto que las tablas de Gay-Lussac que van expuestas, ha propuesto Franceur la siguiente fórmula, para hacer la corrección de temperatura:

$$x = a \mp 0,4 \times t.$$

En esta fórmula, x representa el verdadero grado alcohólico, que es lo que se trata de averiguar, es decir, el volumen por 100 de alcohol absoluto, á la temperatura de 15° , contenido en el líquido ensayado; a , el grado indicado por el alcoholómetro; y t la diferencia, en más ó en menos, entre 15° y la temperatura marcada por el termómetro. De modo que, según esta fórmula, para hacer la corrección de temperatura, lo que habrá que hacer es multiplicar por 0,4 la diferencia entre 15, y lo que marque el termómetro, y el producto obtenido, añadirlo ó rebajarlo del grado marcado por el alcoholómetro. Se rebaja cuando la temperatura es superior á 15° , y se añade cuando es inferior á dicha cifra.

Algún ejemplo pondrá bien claro el uso de esta fórmula:

Trátase de un aguardiente en el que el alcoholómetro marca 42° y el termómetro 21 ; la diferencia entre 15° y 21° es 6; este es, pues, el valor de t ; multiplicando 6 por 0,4, resulta 2,4, y este número habrá que rebajarlo de a , que en el caso presente es 42; de modo que la verdadera graduación alcohólica del aguardiente dado será $42 - 2,4$, que es 39,6. En las tablas se hubiera encontrado $39^{\circ},4$.

Otro ejemplo: Sea un espíritu que marque 26° en el alcoholómetro y 12 en el termómetro. En este caso, t vale 3, que es la diferencia entre 12 y 15; multiplicando dicho número 3 por 0,4, resulta 1,2, que habrá que añadir al 26° para tener la verdadera graduación del líquido, que es $27^{\circ},2$. Las tablas darían exactamente el mismo número.

En el primer ejemplo se ha rebajado el producto de t por 0,4, por ser la temperatura 21° , superior á 15; y en el segundo ejemplo se ha sumado, porque 12° , que es la temperatura hallada, es inferior á 15.

La fórmula de Franceur no da, en general, resultados tan exactos como las tablas; sin embargo, hay casos en que su aplicación es ventajosa; por ejemplo, cuando el termómetro y el alcoholómetro no dan grados justos, sino fracciones de grado; entonces no puede hacerse la lectura en las tablas, y el cálculo por la fórmula puede hacerse exactamente lo mismo que si se tratase de números enteros.

A fin de evitar toda clase de cálculos, así como el manejo de las tablas de Gay-Lussac, ha inventado Sallerón un instrumento muy sencillo, llamado *escala alcohométrica*, de muy fácil empleo.

Esta escala (figura 7.^a) es una regla de madera, con una ranura central, á cada uno de cuyos lados están marcadas unas divisiones que corresponden á los grados del alcohómetro centesimal. Por esta ranura corre una reglita, que lleva también marcadas divisiones que representan grados termométricos. Para conocer con este instrumento la riqueza real del líquido ensayado, es necesario correr la reglita de modo que el grado termométrico (dado por el termómetro) corresponda ó coincida con el grado alcohométrico (dado por el alcohómetro) y marcado á los dos lados de la ranura central de la regla grande. Dispuestas así las cosas, se lee la división alcohométrica que se encuentra enfrente del grado 15 de la escala móvil, y dicha división indicará la riqueza alcohólica real del líquido.

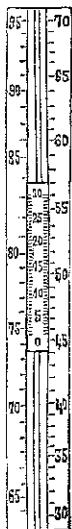


Fig. 7.^a

Debe advertirse que esta escala no puede servir más que para líquidos cuya fuerza alcohólica varía entre 30 y 100°, porque los líquidos alcohólicos débiles poseen coeficientes de dilatación muy variables con la temperatura, siendo, por lo tanto, inaplicable en ellos el empleo de la reglita móvil.

Gay-Lussac determinó también experimentalmente las equivalencias entre los grados alcohométricos en volumen y las cantidades de alcohol en peso, formando una tabla, en la que marcaba las equivalencias de grado en grado. Pero como en la práctica se presentan la mayor parte de las veces fracciones de grado, se sustituye en este Tratado la tabla de Gay-Lussac por la siguiente, en la que las referidas equivalencias de volumen y peso del alcohol están calculadas por décimas de grado:

Tabla para la conversión del tanto por ciento en volumen al tanto por ciento en peso del alcohol contenido en un líquido hidroalcohólico.

Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso
0,0	0,00	4,8	3,84	9,6	7,72	14,4	11,66
0,1	0,08	4,9	3,92	9,7	7,80	14,5	11,74
0,2	0,16	5,0	4,00	9,8	7,88	14,6	11,82
0,3	0,24	5,1	4,08	9,9	7,96	14,7	11,90
0,4	0,32	5,2	4,16	10,0	8,05	14,8	11,99
0,5	0,40	5,3	4,24	10,1	8,13	14,9	12,07
0,6	0,48	5,4	4,32	10,2	8,21	15,0	12,15
0,7	0,56	5,5	4,40	10,3	8,29	15,1	12,23
0,8	0,64	5,6	4,48	10,4	8,37	15,2	12,31
0,9	0,72	5,7	4,56	10,5	8,45	15,3	12,39
1,0	0,80	5,8	4,64	10,6	8,53	15,4	12,48
1,1	0,88	5,9	4,72	10,7	8,61	15,5	12,56
1,2	0,96	6,0	4,80	10,8	8,69	15,6	12,64
1,3	1,04	6,1	4,88	10,9	8,77	15,7	12,72
1,4	1,12	6,2	4,96	11,0	8,87	15,8	12,81
1,5	1,20	6,3	5,04	11,1	8,95	15,9	12,89
1,6	1,28	6,4	5,12	11,2	9,03	16,0	12,97
1,7	1,36	6,5	5,20	11,3	9,11	16,1	13,08
1,8	1,44	6,6	5,28	11,4	9,19	16,2	13,16
1,9	1,52	6,7	5,36	11,5	9,27	16,3	13,24
2,0	1,60	6,8	5,44	11,6	9,35	16,4	13,32
2,1	1,68	6,9	5,52	11,7	9,43	16,5	13,40
2,2	1,76	7,0	5,62	11,8	9,51	16,6	13,48
2,3	1,84	7,1	5,70	11,9	9,59	16,7	13,56
2,4	1,92	7,2	5,78	12,0	9,69	16,8	13,64
2,5	2,00	7,3	5,86	12,1	9,77	16,9	13,72
2,6	2,08	7,4	5,94	12,2	9,85	17,0	13,80
2,7	2,16	7,5	6,02	12,3	9,93	17,1	13,88
2,8	2,24	7,6	6,10	12,4	10,01	17,2	13,96
2,9	2,32	7,7	6,18	12,5	10,09	17,3	14,04
3,0	2,40	7,8	6,26	12,6	10,17	17,4	14,12
3,1	2,48	7,9	6,34	12,7	10,25	17,5	14,20
3,2	2,56	8,0	6,42	12,8	10,33	17,6	14,28
3,3	2,64	8,1	6,50	12,9	10,41	17,7	14,36
3,4	2,72	8,2	6,58	13,0	10,51	17,8	14,44
3,5	2,80	8,3	6,66	13,1	10,59	17,9	14,52
3,6	2,88	8,4	6,74	13,2	10,67	18,0	14,62
3,7	2,96	8,5	6,82	13,3	10,75	18,1	14,70
3,8	3,04	8,6	6,90	13,4	10,83	18,2	14,78
3,9	3,12	8,7	6,98	13,5	10,91	18,3	14,86
4,0	3,20	8,8	7,06	13,6	10,99	18,4	14,94
4,1	3,28	8,9	7,14	13,7	11,07	18,5	15,02
4,2	3,36	9,0	7,24	13,8	11,15	18,6	15,10
4,3	3,44	9,1	7,32	13,9	11,23	18,7	15,18
4,4	3,52	9,2	7,40	14,0	11,33	18,8	15,26
4,5	3,60	9,3	7,48	14,1	11,41	18,9	15,34
4,6	3,68	9,4	7,56	14,2	11,49	19,0	15,44
4,7	3,76	9,5	7,64	14,3	11,58	19,1	15,52

Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso
19,2	15,60	24,6	20,12	30,0	24,69	35,4	29,34
19,3	15,69	24,7	20,20	30,1	24,78	35,5	29,43
19,4	15,78	24,8	20,28	30,2	24,86	35,6	29,52
19,5	15,86	24,9	20,37	30,3	24,95	35,7	29,61
19,6	15,94	25,0	20,46	30,4	25,03	35,8	29,69
19,7	16,03	25,1	20,54	30,5	25,12	35,9	29,78
19,8	16,11	25,2	20,62	30,6	25,20	36,0	29,86
19,9	16,20	25,3	20,71	30,7	25,29	36,1	29,95
20,0	16,28	25,4	20,79	30,8	25,39	36,2	30,04
20,1	16,36	25,5	20,88	30,9	25,47	36,3	30,13
20,2	16,45	25,6	20,96	31,0	25,55	36,4	30,21
20,3	16,53	25,7	21,05	31,1	25,64	36,5	30,30
20,4	16,62	25,8	21,13	31,2	25,72	36,6	30,39
20,5	16,70	25,9	21,22	31,3	25,81	36,7	30,48
20,6	16,78	26,0	21,30	31,4	25,89	36,8	30,57
20,7	16,87	26,1	21,38	31,5	25,98	36,9	30,66
20,8	16,95	26,2	21,46	31,6	26,06	37,0	30,74
20,9	17,04	26,3	21,55	31,7	26,15	37,1	30,83
21,0	17,12	26,4	21,63	31,8	26,23	37,2	30,92
21,1	17,20	26,5	21,72	31,9	26,31	37,3	31,00
21,2	17,29	26,6	21,80	32,0	26,40	37,4	31,09
21,3	17,37	26,7	21,89	32,1	26,49	37,5	31,18
21,4	17,45	26,8	21,97	32,2	26,57	37,6	31,27
21,5	17,54	26,9	22,05	32,3	26,66	37,7	31,36
21,6	17,62	27,0	22,14	32,4	26,74	37,8	31,45
21,7	17,70	27,1	22,22	32,5	26,83	37,9	31,54
21,8	17,78	27,2	22,31	32,6	26,92	38,0	31,62
21,9	17,87	27,3	22,39	32,7	27,00	38,1	31,71
22,0	17,95	27,4	22,48	32,8	27,09	38,2	31,80
22,1	18,03	27,5	22,56	32,9	27,17	38,3	31,89
22,2	18,12	27,6	22,65	33,0	27,26	38,4	31,97
22,3	18,20	27,7	22,73	33,1	27,35	38,5	32,06
22,4	18,29	27,8	22,82	33,2	27,44	38,6	32,15
22,5	18,37	27,9	22,90	33,3	27,52	38,7	32,24
22,6	18,45	28,0	22,99	33,4	27,61	38,8	32,33
22,7	18,54	28,1	23,07	33,5	27,69	38,9	32,42
22,8	18,62	28,2	23,16	33,6	27,78	39,0	32,50
22,9	18,71	28,3	23,24	33,7	27,86	39,1	32,59
23,0	18,79	28,4	23,33	33,8	27,95	39,2	32,68
23,1	18,87	28,5	23,41	33,9	28,04	39,3	32,77
23,2	18,96	28,6	23,50	34,0	28,13	39,4	32,86
23,3	19,04	28,7	23,58	34,1	28,22	39,5	32,95
23,4	19,12	28,8	23,67	34,2	28,30	39,6	33,03
23,5	19,21	28,9	23,75	34,3	28,39	39,7	33,12
23,6	19,29	29,0	23,84	34,4	28,48	39,8	33,21
23,7	19,37	29,1	23,92	34,5	28,56	39,9	33,30
23,8	19,45	29,3	24,01	34,6	28,65	40,0	33,39
23,9	19,54	29,3	24,09	34,7	28,73	40,1	33,48
24,0	19,62	29,4	24,18	34,8	28,81	40,2	33,57
24,1	19,70	29,5	24,26	34,9	28,90	40,3	33,66
24,2	19,78	29,6	24,35	35,0	28,99	40,4	33,75
24,3	19,87	29,7	24,43	35,1	29,08	40,5	33,84
24,4	19,95	29,8	24,52	35,2	29,17	40,6	33,93
24,5	20,03	29,9	24,60	35,3	29,26	40,7	34,02

Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso
40,8	34,11	46,2	39,00	51,6	44,04	57,0	49,23
40,9	34,20	46,3	39,09	51,7	44,13	57,1	49,33
41,0	34,28	46,4	39,18	51,8	44,23	57,2	49,43
41,1	34,37	46,5	39,28	51,9	44,32	57,3	49,52
41,2	34,46	46,6	39,37	52,0	44,42	57,4	49,62
41,3	34,55	46,7	39,46	52,1	44,51	57,5	49,72
41,4	34,64	46,8	39,55	52,2	44,61	57,6	49,81
41,5	34,73	46,9	39,64	52,3	44,70	57,7	49,91
41,6	34,82	47,0	39,73	52,4	44,80	57,8	50,01
41,7	34,91	47,1	39,82	52,5	44,89	57,9	50,11
41,8	35,00	47,2	39,91	52,6	44,99	58,0	50,21
41,9	35,09	47,3	40,01	52,7	45,08	58,1	50,31
42,0	35,18	47,4	40,10	52,8	45,18	58,2	50,41
42,1	35,27	47,5	40,19	52,9	45,28	58,3	50,51
42,2	35,36	47,6	40,29	53,0	45,37	58,4	50,60
42,3	35,45	47,7	40,38	53,1	45,46	58,5	50,70
42,4	35,54	47,8	40,47	53,2	45,56	58,6	50,80
42,5	35,63	47,9	40,57	53,3	45,65	58,7	50,90
42,6	35,72	48,0	40,66	53,4	45,75	58,8	51,00
42,7	35,81	48,1	40,75	53,5	45,84	58,9	51,10
42,8	35,90	48,2	40,85	53,6	45,94	59,0	51,20
42,9	35,99	48,3	40,94	53,7	46,03	59,1	51,30
43,0	36,08	48,4	41,03	53,8	46,13	59,2	51,40
43,1	36,17	48,5	41,12	53,9	46,22	59,3	51,50
43,2	36,26	48,6	41,22	54,0	46,32	59,4	51,60
43,3	36,35	48,7	41,31	54,1	46,42	59,5	51,70
43,4	36,44	48,8	41,41	54,2	46,51	59,6	51,80
43,5	36,55	48,9	41,50	54,3	46,61	59,7	51,90
43,6	36,64	49,0	41,59	54,4	46,70	59,8	52,00
43,7	36,73	49,1	41,68	54,5	46,80	59,9	52,10
43,8	36,82	49,2	41,78	54,6	46,90	60,0	52,20
43,9	36,90	49,3	41,87	54,7	46,99	60,1	52,30
44,0	36,99	49,4	41,96	54,8	47,09	60,2	52,40
44,1	37,08	49,5	42,05	54,9	47,19	60,3	52,50
44,2	37,17	49,6	42,15	55,0	47,29	60,4	52,60
44,3	37,26	49,7	42,24	55,1	47,39	60,5	52,70
44,4	37,35	49,8	42,33	55,2	47,48	60,6	52,80
44,5	37,45	49,9	42,43	55,3	47,58	60,7	52,90
44,6	37,54	50,0	42,52	55,4	47,68	60,8	53,00
44,7	37,63	50,1	42,61	55,5	47,77	60,9	53,10
44,8	37,72	50,2	42,71	55,6	47,87	61,0	53,20
44,9	37,81	50,3	42,80	55,7	47,97	61,1	53,30
45,0	37,90	50,4	42,89	55,8	48,06	61,2	53,40
45,1	37,99	50,5	42,99	55,9	48,16	61,3	53,50
45,2	38,09	50,6	43,08	56,0	48,26	61,4	53,60
45,3	38,18	50,7	43,17	56,1	48,36	61,5	53,70
45,4	38,27	50,8	43,27	56,2	48,46	61,6	53,80
45,5	38,36	50,9	43,37	56,3	48,55	61,7	53,90
45,6	38,45	51,0	43,47	56,4	48,65	61,8	54,00
45,7	38,55	51,1	43,56	56,5	48,74	61,9	54,10
45,8	38,64	51,2	43,66	56,6	48,84	62,0	54,19
45,9	38,73	51,3	43,75	56,7	48,94	62,1	54,29
46,0	38,82	51,4	43,85	56,8	49,03	62,2	54,39
46,1	38,91	51,5	43,94	56,9	49,13	62,3	54,49

Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso
62,4	54,59	67,8	60,17	73,2	65,95	78,6	71,99
62,5	54,69	67,9	60,27	73,3	66,06	78,7	72,11
62,6	54,80	68,0	60,38	73,4	66,17	78,8	72,33
62,7	54,90	68,1	60,49	73,6	66,28	78,9	72,34
62,8	55,01	68,2	60,60	73,6	66,39	79,0	72,45
62,9	55,11	68,3	60,70	73,7	66,50	79,1	72,56
63,0	55,21	68,4	60,81	73,8	66,51	79,2	72,67
63,1	55,31	68,5	60,91	73,9	66,62	79,3	72,79
63,2	55,41	68,6	61,02	74,0	66,83	79,4	72,90
63,3	55,51	68,7	61,12	74,1	66,94	79,5	73,01
63,4	55,62	68,8	61,23	74,2	67,05	79,6	73,13
63,5	55,72	68,9	61,33	74,3	67,16	79,7	73,24
63,6	55,82	69,0	61,43	74,4	67,27	79,8	73,35
63,7	55,92	69,1	61,53	74,5	67,38	79,9	73,46
63,8	56,03	69,2	61,64	74,6	67,49	80,0	73,58
63,9	56,13	69,3	61,74	74,7	67,60	80,1	73,70
64,0	56,23	69,4	61,85	74,8	67,71	80,2	73,82
64,1	56,33	69,5	61,95	74,9	67,82	80,3	73,94
64,2	56,43	69,6	62,06	75,0	67,93	80,4	74,05
64,3	56,54	69,7	62,16	75,1	68,04	80,5	74,17
64,4	56,64	69,8	62,27	75,2	68,15	80,6	74,29
64,5	56,74	69,9	62,38	75,3	68,26	80,7	74,40
64,6	56,84	70,0	62,49	75,4	68,37	80,8	74,52
64,7	56,94	70,1	62,60	75,5	68,48	80,9	74,64
64,8	57,05	70,2	62,71	75,6	68,59	81,0	74,75
64,9	57,15	70,3	62,82	75,7	68,70	81,1	74,87
65,0	57,25	70,4	62,93	75,8	68,81	81,2	74,99
65,1	57,35	70,5	63,04	75,9	68,93	81,3	75,10
65,2	57,45	70,6	63,14	76,0	69,04	81,4	75,22
65,3	57,56	70,7	63,25	76,1	69,15	81,5	75,34
65,4	57,66	70,8	63,36	76,2	69,26	81,6	75,46
65,5	57,77	70,9	63,47	76,3	69,38	81,7	75,57
65,6	57,87	71,0	63,57	76,4	69,49	81,8	75,69
65,7	57,98	71,1	63,68	76,5	69,60	81,9	75,80
65,8	58,08	71,2	63,79	76,6	69,71	82,0	75,91
65,9	58,19	71,3	63,90	76,7	69,82	82,1	76,03
66,0	58,29	71,4	64,00	76,8	69,94	82,2	77,15
66,1	58,39	71,5	64,11	76,9	70,05	82,3	76,27
66,2	58,50	71,6	64,22	77,0	70,17	82,4	76,39
66,3	58,60	71,7	64,33	77,1	70,28	82,5	76,50
66,4	58,71	71,8	64,44	77,2	70,40	82,6	76,62
66,5	58,81	71,9	64,55	77,3	70,51	82,7	76,74
66,6	58,91	72,0	64,65	77,4	70,63	82,8	76,86
66,7	59,02	72,1	64,76	77,5	70,74	82,9	76,98
66,8	59,12	72,2	64,87	77,6	70,85	83,0	77,09
66,9	59,23	72,3	64,98	77,7	70,97	83,1	77,21
67,0	59,33	72,4	65,09	77,8	71,08	83,2	77,33
67,1	59,43	72,5	65,19	77,9	71,19	83,3	77,45
67,2	59,54	72,6	65,30	78,0	71,30	83,4	77,57
67,3	59,64	72,7	65,41	78,1	71,41	83,5	77,69
67,4	59,75	72,8	65,52	78,2	71,53	83,6	77,81
67,5	59,85	72,9	65,63	78,3	71,64	83,7	77,93
67,6	59,96	73,0	65,73	78,4	71,76	83,8	78,05
67,7	60,06	73,1	65,84	78,5	71,87	83,9	78,17

Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso	Volumen	Peso
84,0	78,29	88,1	83,32	92,2	88,64	96,3	94,32
84,1	78,41	88,2	83,45	92,3	88,77	96,4	94,47
84,2	78,53	88,3	83,57	92,4	88,91	96,5	94,61
84,3	78,65	88,4	83,70	92,5	89,04	96,6	94,76
84,4	78,77	88,5	83,83	92,6	89,17	96,7	94,90
84,5	78,89	88,6	83,96	92,7	89,31	96,8	95,05
84,6	79,01	88,7	84,08	92,8	89,44	96,9	95,19
84,7	79,13	88,8	84,21	92,9	89,57	97,0	95,34
84,8	79,25	88,9	84,34	93,0	89,71	97,1	95,49
84,9	79,38	89,0	84,46	93,1	89,84	97,2	95,64
85,0	79,50	89,1	84,59	93,2	89,98	97,3	95,79
85,1	79,62	89,2	84,72	93,3	90,11	97,4	95,94
85,2	79,74	89,3	84,85	93,4	90,25	97,5	96,09
85,3	79,87	89,4	84,98	93,5	90,38	97,6	96,24
85,4	79,99	89,5	85,11	93,6	90,52	97,7	96,39
85,5	80,11	89,6	85,24	93,7	90,65	97,8	96,54
85,6	80,24	89,7	85,37	93,8	90,79	97,9	96,69
85,7	80,36	89,8	85,50	93,9	90,93	98,0	96,84
85,8	80,48	89,9	85,63	94,0	91,08	98,1	97,00
85,9	80,61	90,0	85,76	94,1	91,22	98,2	97,15
86,0	80,74	90,1	85,89	94,2	91,36	98,3	97,31
86,1	80,86	90,2	86,02	94,3	91,50	98,4	97,45
86,2	80,98	90,3	86,15	94,4	91,63	98,5	97,61
86,3	81,10	90,4	86,28	94,5	91,77	98,6	97,76
86,4	81,23	90,5	86,41	94,6	91,91	98,7	97,92
86,5	81,35	90,6	86,54	94,7	92,05	98,8	98,07
86,6	81,47	90,7	86,67	94,8	92,19	98,9	98,23
86,7	81,59	90,8	86,80	94,9	92,33	99,0	98,39
86,8	81,71	90,9	86,93	95,0	92,46	99,1	98,55
86,9	81,83	91,0	87,06	95,1	92,60	99,2	98,71
87,0	81,95	91,1	87,19	95,2	92,74	99,3	98,87
87,1	82,07	91,2	87,32	95,3	92,88	99,4	99,04
87,2	82,19	91,3	87,46	95,4	93,02	99,5	99,20
87,3	82,32	91,4	87,59	95,5	93,17	99,6	99,36
87,4	82,44	91,5	87,72	95,6	93,31	99,7	99,52
87,5	82,56	91,6	87,85	95,7	93,45	99,8	99,68
87,6	82,69	91,7	87,98	95,8	93,60	99,9	99,84
87,7	82,81	91,8	88,12	95,9	93,74	100,0	100,00
87,8	82,93	91,9	88,25	96,0	93,89		
87,9	83,06	92,0	88,38	96,1	94,03		
88,0	83,19	92,1	88,51	96,2	94,18		

Correspondencia entre los grados Cartier y Gay-Lussac.—Como quiera que tanto el areómetro de Cartier como el de Gay-Lussac son usados en el comercio de aguardientes y espíritus, y los grados de estos líquidos se expresan, ya en una, ya en otra escala, es muy conveniente saber relacionar unos grados con otros; relación que estableció Gay-Lussac después de numerosos cálculos y ensayos prácticos, y que se consigna en las dos tablas que van á continuación:

**Relación de los grados de Cartier con los del alcohómetro centesimal
de Gay-Lussac**

Cartier á 12° 5 centes	Gay-Lus á 15° centes.	Gay-Lus ambos á 15° c.	Cartier á 12° 5 centes	Gay-Lus á 15° centes.	Gay-Lus ambos á 15° c	Cartier á 12° 5 centes.	Gay-Lus á 15° centes.	Gay-Lus ambos á 15° c.
10	0,0	0,2	21,50	58,0	57,2	33	85,1	84,4
10,25	1,3	1,1	21,75	58,8	58,0	33,25	85,5	84,8
10,50	2,6	2,4	22	59,5	58,7	33,50	86,0	85,3
10,75	3,9	3,7	22,25	60,2	59,4	33,75	86,5	85,8
11	5,3	5,1	22,50	60,9	60,1	34	86,9	86,2
11,25	6,7	6,5	22,75	61,6	60,8	34,25	87,3	86,7
11,50	8,3	8,1	23	62,3	61,5	34,50	87,7	87,1
11,75	9,9	9,6	23,25	63,0	62,2	34,75	88,1	87,5
12	11,6	11,2	23,50	63,7	62,9	35	88,6	88,0
12,25	13,2	12,8	23,75	64,4	63,6	35,25	89,0	88,4
12,50	15,0	14,5	24	65,0	64,2	35,50	89,4	88,8
12,75	16,8	16,3	24,25	65,7	64,9	35,75	89,8	89,2
13	18,8	18,2	24,50	66,3	65,5	36	90,2	89,6
13,25	20,6	20,0	24,75	67,0	66,2	36,25	90,6	90,0
13,50	22,5	21,8	25	67,7	66,9	36,50	91,0	90,4
13,75	24,3	23,5	25,25	68,3	67,5	36,75	91,4	90,8
14	26,1	25,2	25,50	68,9	68,1	37	91,8	91,2
14,25	27,9	26,9	25,75	69,6	68,8	37,25	92,1	91,5
14,50	29,5	28,5	26	70,2	69,4	37,50	92,5	91,9
14,75	31,1	30,1	26,25	70,8	70,0	37,75	92,9	92,3
15	32,6	31,6	26,50	71,4	70,6	38	93,3	92,7
15,25	34,0	33,0	26,75	72,0	71,2	38,25	93,6	93,0
15,50	35,4	34,4	27	72,6	71,8	31,50	94,0	93,4
15,75	36,6	35,6	27,25	73,1	72,3	38,75	94,3	93,7
16	37,9	36,9	27,50	73,7	72,9	39	94,6	94,1
16,25	39,1	38,1	27,75	74,3	73,5	39,25	94,9	94,4
16,50	40,3	39,3	28	74,8	74,0	39,50	95,2	94,7
16,75	41,4	40,4	28,25	75,3	74,6	39,75	95,6	95,1
17	42,5	41,5	28,50	75,9	75,2	40	95,9	95,4
17,25	43,5	42,5	28,75	76,4	75,7	40,25	96,2	95,7
17,50	44,5	43,5	29	77,0	76,3	40,50	96,5	96,0
17,75	45,5	44,5	29,25	77,5	76,8	40,75	96,8	96,3
18	46,5	45,5	29,50	78,0	77,3	41	97,1	96,6
18,25	47,4	46,4	29,75	78,6	77,9	41,25	97,4	96,9
18,50	48,3	47,3	30	79,1	78,4	41,50	97,7	97,2
18,75	49,2	48,2	30,25	79,6	78,9	41,75	98,0	97,5
19	50,1	49,1	30,50	80,1	79,4	42	98,2	97,7
19,25	51,0	50,0	30,75	80,7	80,0	42,25	98,4	98,0
19,50	51,8	50,9	31	81,2	80,5	42,50	98,7	98,3
19,75	52,6	51,7	31,25	81,7	81,0	42,75	98,9	98,5
20	53,4	52,5	31,50	82,2	81,5	43	99,2	98,8
20,25	54,2	53,3	31,75	82,7	82,0	43,25	99,5	99,1
20,50	55,0	54,1	32	83,2	82,5	43,50	99,8	99,4
20,75	55,8	54,9	32,25	83,6	82,9	43,75	100,0	99,6
21	56,5	55,6	32,50	84,1	83,4	44		99,8
21,25	57,2	56,4	32,75	84,6	83,9			



La primera columna expresa la relación que existe entre los grados Cartier á 12°,5 y los grados Gay-Lussac á 15°; la tabla está calculada por cuartos de grados Cartier.

La segunda manifiesta la correspondencia entre los grados Gay-Lussac á 15°, procediendo de grado en grado, y los de Cartier á 12°,5.

La columna tercera indica las equivalencias de los números contenidos en la columna primera de ambas tablas, á la temperatura uniforme de 15° C.; es decir, la graduación que acusarían ambos instrumentos sumergidos á la vez en un líquido espirituoso.

Relación de los grados centesimales de Gay-Lussac con los del areómetro de Cartier

Gay-Lus. á 15° centes.	Cartier á 12°,5 centes.	Cartier ambos á 15° c.	Gay-Lus. á 15° centes.	Cartier á 12°,5 centes.	Cartier ambos á 15° c.	Gay-Lus. á 15° centes.	Cartier á 12°,5 centes.	Cartier ambos á 15° c.
0	10,00	10,03	34	15,24	15,43	68	25,11	25,45
1	10,19	10,23	35	15,43	15,63	69	25,51	25,85
2	10,38	10,43	36	15,63	15,83	70	25,93	26,26
3	10,57	10,62	37	15,83	16,02	71	26,34	26,68
4	10,75	10,80	38	16,02	16,22	72	26,77	27,11
5	10,93	10,97	39	16,22	16,43	73	27,22	27,54
6	11,11	11,16	40	16,43	16,66	74	27,65	27,98
7	11,29	11,33	41	16,66	16,88	75	28,09	28,43
8	11,45	11,49	42	16,88	17,12	76	28,54	28,88
9	11,62	11,66	43	17,12	17,37	77	28,99	29,34
10	11,76	11,82	44	17,37	17,62	78	29,46	29,81
11	11,91	11,98	45	17,62	17,88	79	29,93	30,29
12	12,07	12,14	46	17,88	18,14	80	30,41	30,76
13	12,22	12,28	47	18,14	18,42	81	30,89	31,26
14	12,36	12,43	48	18,42	18,69	82	31,39	31,76
15	12,50	12,57	49	18,69	18,97	83	31,89	32,28
16	12,63	12,70	50	18,97	19,25	84	32,41	32,80
17	12,77	12,84	51	19,26	19,54	85	32,96	33,33
18	12,90	12,97	52	19,56	19,85	86	33,51	33,88
19	13,02	13,10	53	19,88	20,15	87	34,07	34,43
20	13,17	13,25	54	20,18	20,47	88	34,64	35,01
21	13,30	13,38	55	20,50	20,79	89	35,25	35,62
22	13,42	13,52	56	20,84	21,11	90	35,87	36,24
23	13,55	13,67	57	21,16	21,43	91	36,50	36,89
24	13,70	13,83	58	21,48	21,76	92	37,15	37,55
25	13,84	13,97	59	21,81	22,10	93	37,81	38,24
26	13,98	14,12	60	22,15	22,46	94	38,52	38,95
27	14,12	14,26	61	22,51	22,82	95	39,29	39,70
28	14,26	14,42	62	22,87	23,18	96	40,09	40,49
29	14,42	14,57	63	23,24	23,55	97	40,92	41,33
30	14,57	14,73	64	23,61	23,92	98	41,82	42,25
31	14,73	14,90	65	23,98	24,29	99	42,75	43,19
32	14,90	15,07	66	24,35	24,67	100	43,84	44,19
33	15,07	15,24	67	24,73	25,05			

Alcohómetro centesimal legal — En Francia la ley de 8 de Julio de 1881, hecha ejecutiva por Decreto de 27 de Diciembre de 1884, ha legalizado el empleo del alcohómetro centesimal de Gay-Lussac, corregido según las nuevas valuaciones de las densidades de las mezclas de agua y alcohol, densidades determinadas por la Comisión nacional de pesas y medidas.

La densidad del alcohol absoluto admitida por Gay-Lussac era 0,7947 á la temperatura de 15°; pero determinaciones más precisas han hecho fijar por la referida Comisión en 0,79433 dicha densidad. De aquí resulta que no hay una concordancia absoluta entre el alcohómetro centesimal legal actualmente obligatorio en Francia y el alcohómetro Gay-Lussac. La diferencia mayor entre ambos alcohómetros se nota entre los grados 20 y 21, en que llega á ser 0,43; es decir, una diferencia de casi medio grado.

Es por lo tanto útil conocer grado por grado las densidades correspondientes á los grados leídos sobre el alcohómetro centesimal legal y sobre el alcohómetro de Gay-Lussac.

La tabla que va á continuación indica las densidades correspondientes grado por grado.

Tabla comparativa de las densidades correspondientes á los grados del alcohómetro centesimal legal y del alcohómetro de Gay-Lussac.

Grados	DENSIDADES correspondientes á los grados leídos sobre el alcohómetro		Grados	DENSIDADES correspondientes á los grados leídos sobre el alcohómetro	
	Legal	Gay-Lussac		Legal	Gay-Lussac
0	1,000,00	1,000,00	44	0,945,35	0,945,7
1	0,998,14	0,998,05	45	0,943,61	0,944,0
2	0,996,95	0,997,00	46	0,941,83	0,942,2
3	0,995,52	0,995,6	47	0,940,02	0,940,4
4	0,994,13	0,994,2	48	0,938,17	0,938,6
5	0,992,77	0,992,9	49	0,936,29	0,936,7
6	0,991,45	0,991,6	50	0,934,37	0,934,8
7	0,990,16	0,990,3	51	0,932,41	0,932,9
8	0,988,91	0,989,1	52	0,930,41	0,930,9
9	0,987,70	0,987,8	53	0,928,37	0,928,9
10	0,986,52	0,986,7	54	0,926,30	0,926,9
11	0,985,37	0,985,5	55	0,924,20	0,918,5
12	0,984,24	0,984,4	56	0,922,09	0,916,3
13	0,983,14	0,983,3	57	0,919,97	0,914,1
14	0,982,06	0,982,2	58	0,917,84	0,911,9
15	0,981,00	0,981,2	59	0,915,69	0,909,6
16	0,979,95	0,980,2	60	0,913,51	0,907,3
17	0,978,92	0,979,2	61	0,911,30	0,905,0
18	0,977,90	0,978,2	62	0,909,07	0,909,6
19	0,976,88	0,977,3	63	0,906,82	0,907,3
20	0,975,87	0,976,3	64	0,904,54	0,905,0
21	0,974,87	0,975,3	65	0,902,24	0,902,7
22	0,973,87	0,974,2	66	0,899,91	0,900,4
23	0,972,86	0,973,2	67	0,897,55	0,898,0
24	0,971,85	0,972,2	68	0,895,16	0,895,6
25	0,970,84	0,971,1	69	0,892,74	0,893,2
26	0,969,81	0,970,0	70	0,890,29	0,890,7
27	0,968,76	0,969,0	71	0,887,81	0,888,2
28	0,967,69	0,967,9	72	0,885,31	0,885,7
29	0,966,59	0,966,8	73	0,882,78	0,883,1
30	0,965,45	0,965,7	74	0,880,22	0,880,5
31	0,964,28	0,964,5	75	0,877,63	0,877,9
32	0,963,07	0,963,3	76	0,875,00	0,875,3
33	0,961,83	0,962,1	77	0,872,34	0,872,6
34	0,960,55	0,960,8	78	0,869,65	0,869,9
35	0,958,23	0,959,4	79	0,866,92	0,867,2
36	0,957,86	0,958,1	80	0,864,16	0,864,5
37	0,956,45	0,956,7	81	0,861,37	0,861,7
38	0,954,99	0,955,3	82	0,858,54	0,858,9
39	0,953,50	0,953,8	83	0,855,67	0,856,0
40	0,951,96	0,952,3	84	0,852,75	0,853,1
41	0,950,30	0,950,7	85	0,849,79	0,850,2
42	0,948,72	0,949,1	86	0,846,78	0,847,2
43	0,947,05	0,947,4	87	0,843,72	0,844,2

Grados	DENSIDADES correspondientes á los grados leídos sobre el alcohómetro		Grados	DENSIDADES correspondientes á los grados leídos sobre el alcohómetro	
	Legal	Gay-Lussac		Legal	Gay-Lussac
	88	0,840,60		0,841,1	95
89	0,837,41	0,837,9	96	0,812,45	0,812,8
90	0,834,15	0,834,6	97	0,808,29	0,808,6
91	0,830,81	0,831,2	98	0,803,90	0,804,2
92	0,827,38	0,827,8	99	0,799,26	0,799,6
93	0,823,85	0,824,2	100	0,794,33	0,794,7
94	0,820,20	0,820,6			

Según el mismo decreto de 1884, los grados marcados sobre el tallo ó vástago del alcohómetro deben abarcar por lo menos una longitud de 5 milímetros por grado, de modo que puedan dividirse en quintas partes, correspondiendo cada división á un milímetro próximamente, con lo cual á simple vista se podrán apreciar medias divisiones, ó sea hasta una décima de grado.

Con objeto de que no resulten alcohómetros con el vástago extraordinariamente largo, en lugar de tener en un solo aparato toda la escala desde el grado 0 al 100, se construye una serie de cinco alcohómetros lastrados y graduados de manera que uno marque de 0° al 20°, otro del 20° al 40°, otro del 40° al 60°, otro del 60° al 80° y el último del 80° al 100°.

Se recomienda además operar siempre, cuando se trate de apreciar la fuerza alcohólica de un líquido, á temperaturas lo más próximas posibles á 15°. Debe limpiarse el alcohómetro con papel de seda antes de sumergirlo en el líquido alcohólico. Finalmente, deben hacerse dos lecturas. Después de haber sumergido por primera vez el instrumento y leído el grado que marca en el punto de enrase con la superficie del líquido, se saca el aparato, se enjuga el tallo con papel de seda y se sumerge nuevamente empujando con suavidad hasta el mismo punto donde enrasó la primera vez. Se deja entonces flotar el instrumento y se anota el grado que entonces marca al quedar en equilibrio. En el caso en que este segundo grado fuera distinto del apreciado en la primera lectura, siempre se dará la preferencia al segundo.

Alcohómetro centesimal de Tralles — Este instrumento rige oficialmente en Alemania y en los Estados Unidos del Norte de América. Usase también mucho en Rusia. En figura y disposición es enteramente semejante á la del de Gay-Lussac, pero se

diferencia en que en el vástago lleva dos escalas: una indica la fuerza alcohólica de los líquidos en céntimos de su volumen, y la otra en céntimos de su peso, siendo Richter el primero que determinó la escala del tanto por ciento en peso; pero habiéndose observado que era algo errónea, se reemplazó por otra hecha con arreglo á los cálculos de Tralles.

Este dió, con su instrumento, una tabla de las densidades correspondientes á cada grado de los 100 que forman su escala. Para calcular estas densidades, tomó por unidad el agua pura á 4º centígrados; pero las mezclas de agua y alcohol, y el alcohol puro, lo fueron á 15º,5, hallando que la densidad de este último era 0,7939 á esa temperatura.

El alcoholómetro Tralles está graduado á la temperatura normal de 15º,5; por lo tanto, cuando se opera con espíritus de una temperatura diferente, es necesario hacer la corrección consiguiente, ó recurrir á las tablas de Gay-Lussac, que sirven perfectamente para el alcoholómetro Tralles, pues en resumen no hay otra diferencia entre éste y el de Gay-Lussac que la distinta temperatura á que están graduados.

Tabla de correspondencia entre los grados del hidrómetro de Tralles usado en Norte América y los grados del alcoholómetro centesimal de Gay-Lussac:

Grados norteamericanos del hidrómetro de Tralles	Grados centesimales del alcoholómetro de Gay-Lussac	Grados norteamericanos del hidrómetro de Tralles	Grados centesimales del alcoholómetro de Gay-Lussac
200 por 100	100,0	120 por 100	60
194,9 »	98	114,2 »	57,6
194 »	97	108,4 »	54,2
188,6 »	94,3	102,8 »	51,4
182,7 »	92,2	102,7 »	51,9
182,5 »	91,3	100,0 Alcohol de prueba americano.	50,0
178 »	89	96,6 por 100	48,3
171,1 »	86,5	91,3 »	46,1
170,8 »	85,4	90,4 »	45,2
166 »	83	86 »	43
160 »	80,7	80 »	40
159,7 »	80,6	79,8 »	40,3
154 »	77	68,4 »	34,6
148,3 »	74,9	57 »	28,8
148 »	74	45,6 »	23,0
142,4 »	71,2	34,2 »	17,3
136,9 »	69,1	22,8 »	11,5
131,8 »	65,9	11,4 »	5,7
125,5 »	63,4	0 »	0
125,4 »	62,7		



Hidrómetro Sikes.—Este aparato, que es el usado oficialmente en Inglaterra por ley del Parlamento, fecha 2 de Julio de 1816, pertenece, como los de Cartier, Gay-Lussac y Tralles, á la clase de los areómetros. Pero no da inmediatamente, como los dos últimamente citados, la graduación alcohólica centesimal de un líquido espirituoso, sino que manifiesta la mayor ó menor cantidad de alcohol que el líquido ensayado tiene comparado con otro que se toma como tipo, y que se llama *aguardiente de prueba* (*proof spirit*), dándose el nombre de *alcohol sobre prueba* (*above ú over proof*) al que es más espirituoso que el tipo, y *alcohol bajo prueba* (*bellow ó under proof*) al que lo es menos.

El Parlamento inglés ha definido oficialmente cuál es el aguardiente de prueba, diciendo que es aquel que á la temperatura de 51° del termómetro de Farenheit (ó sean 10°,6 del centígrado) pese exactamente los 12/13 de un volumen igual de agua destilada, á la misma temperatura. Este líquido resulta compuesto de 100 partes en peso de alcohol absoluto y 103,09 de agua, ó sea de 49,24 por 100 en peso de alcohol absoluto y 50,76 de agua destilada. En volumen, está formado de 100 partes de alcohol absoluto y 81,82 de agua, cuyos 181,82 volúmenes miden después de mezclados nada más que 175,25, á causa de la condensación que se verifica siempre que se mezcla agua con alcohol. De modo que los grados del hidrómetro Sikes, lo que indican es el tanto por ciento *en peso* de aguardiente de prueba que contiene un líquido alcohólico.

El dibujo adjunto (figura 8.^a) representa el instrumento en cuestión, con todos sus accesorios. El areómetro B es de metal dorado, y su vástago ó caña está dividido en 10 partes, desde *d* hacia abajo, y cada una de estas partes está subdividida en 5 porciones, que representan 2 decigramos cada una; acompañan siempre al instrumento, según se ve en la caja representada en la figura, una serie de pesas, marcadas desde 10 hasta 90, con objeto de adicionarlas al instrumento cuando sea necesario, correspondiendo cada 10 unidades de estos pesos á una vez la escala total del vástago con sus 10 divisiones.

Para usar este instrumento hay que recurrir á unas tablas de temperatura, calculadas por el mismo Sikes, y que acompañan al instrumento, siendo tan necesarias, que sin ellas las indicaciones de aquél no servirían para nada.

El hidrómetro, sumergido, á la temperatura de 47° Farenheit, en alcohol de 70 por 100, *over proof* (sobre prueba), máximum de pureza alcohólica que puede obtenerse por destilación, enrasa con

el 0 sin añadirle peso alguno, y en el agua destilada flota cargado con el peso 90 en la parte inferior, al nivel de la línea 10 de la escala; de donde se deduce que por la combinación de pesas y subdivisiones del vástago, el hidrómetro es un areómetro que puede dar 500 indicaciones diferentes de fuerzas alcohólicas entre el alcohol más concentrado posible (en la práctica industrial) y el agua pura.

En esto consiste la principal ventaja del hidrómetro Sikes,

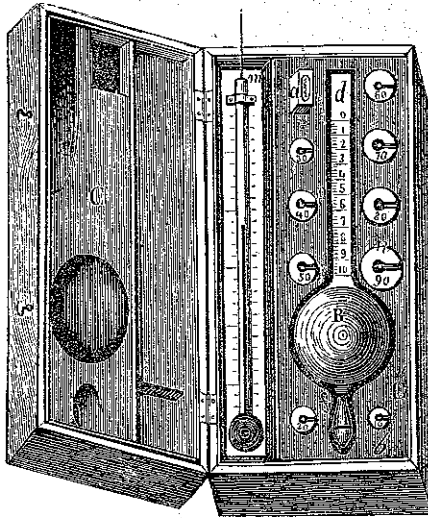


Figura 8*

pues por lo demás, su manejo es bastante molesto y complicado. Para medir con este aparato la fuerza alcohólica de un líquido, debe empezarse por tomar la temperatura de éste por medio del termómetro Farenheit, que acompaña al instrumento en su misma caja; conocida y anotada la temperatura, se sumerge en el líquido alcohólico el hidrómetro, ajustándole el peso que necesita para que quede flotando libremente por debajo del 0 del vástago y por encima del 10; se lee entonces la división que sobresale más próxima al nivel del líquido, y las subdivisiones que hay desde dicha división hasta el enrase, y se suman con el peso añadido en la parte inferior, teniendo cuidado de añadir una subdivisión por razón de la atracción capilar del instrumento sobre el líquido, y contando cada subdivisión como 2 décimos de grado.

Supóngase, por ejemplo, que, como indica la figura 9.^a, el hidrómetro, cargado en la parte inferior *a* con la pesa 70, enrasa con la división 4 del vástago; sumando 70 con 4, se tendrá 74; añadiendo una subdivisión por capilaridad, y sabiendo que cada una de éstas representa 2 décimos de grado, se tendrá en defi-

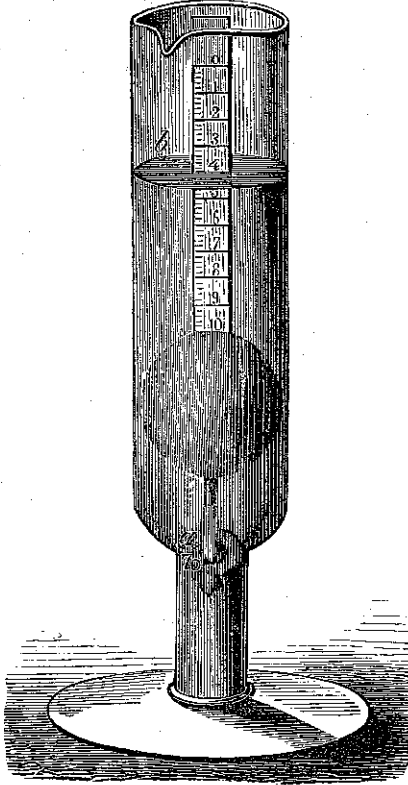


Figura 9.^a

nitiva $74^{\circ},2$ á la temperatura que haya marcado el termómetro.

Con estos datos se va á las tablas, y se buscará el tanto por ciento de aguardiente de prueba que corresponde á esos $74^{\circ},2$ y á la temperatura de 60° F.

Finalmente, hay que advertir que el hidrómetro Sikes es un aparato muy delicado y sensible; de tal modo, que basta el más ligero accidente, como una abolladura, descascarillado, etc., para hacerle perder su exactitud; de modo que hay que tener cuidado

sumo en su conservación. Terminada una operación, debe secarse perfectamente con un paño de seda.

En España no se usa mucho este instrumento; pero sí interesa mucho conocer la relación de sus indicaciones con las que dan los areómetros aquí más usados, principalmente el de Gay-Lussac, cuyos grados, y los de Cartier, son los que sirven en España para designar la riqueza de los líquidos alcohólicos.

Pero es muy difícil relacionar los grados Sikes con los de Gay-Lussac, porque estos últimos indican sencillamente el tanto en volumen de alcohol absoluto que contiene el líquido; graduación mucho más sencilla y racional que la inglesa.

La prueba de que es muy difícil establecer la relación que existe entre dos instrumentos graduados de tan diferente modo, esta en que las equivalencias dadas por Sallerón, J. Long, Malepeyre, Castellón y Pinto, y otros, no concuerdan entre sí, ni con las propias observaciones del autor de este Tratado.

Esta circunstancia ha movido al autor á componer las tablas que van á continuación, donde están indicadas las equivalencias más aproximadas que *experimentalmente* ha podido encontrar entre los grados Sikes y los centesimales, ó sean de Gay-Lussac.

Estas tablas han sido formadas por el autor de este Tratado, á costa de muchísimo trabajo, del modo siguiente:

Se han hecho con agua y alcohol líquidos, que, á 60° del termómetro de Fahrenheit, fueran marcando de grado en grado todos los de Sikes, desde el 100 *bajo prueba* (ó sea el 0°), hasta el 70 *sobre prueba* (ó sea el 170°), de manera que se hicieron 170 líquidos diferentes.

Después se han determinado escrupulosamente las densidades de estos 170 líquidos á la referida temperatura, con lo cual se ha formado la columna 6.ª de las tablas que siguen, y una vez obtenidos estos datos experimentales, es posible relacionar, si no con rigurosa exactitud, por lo menos con cuanta aproximación se desee, los grados consecutivos de Sikes con los de Gay-Lussac.

Para esto hay dos caminos. Uno práctico, ó sea ir sumergiendo el areómetro de Gay-Lussac en cada uno de los 170 líquidos preparados como queda dicho, y ver lo que en cada uno marca este instrumento. De esta manera ha sido formada la columna 5.ª de las tablas; pero como no hay coincidencia exacta sino en muy contados casos entre las divisiones del hidrómetro y las divisiones del alcoholómetro, las indicaciones que se obtienen así no son más que aproximadas, y se toma por eso el grado ó fracción de grado que se ve más próximo.

El otro procedimiento es por medio del cálculo. Conocidas las densidades de las mezclas de agua y alcohol, se pueden calcular los grados ó fracciones de grado que deben marcar en el alcohómetro de Gay-Lussac. De este modo se han determinado, aproximando hasta milésimas de grado, las indicaciones del alcohómetro centesimal correspondiente á cada uno de los grados del hidrómetro de Sikes, pero á la temperatura de 60° del termómetro de Farenheit, que viene á corresponder á 15°,55 del centígrado. Así se ha formado la 3.^a columna de las tablas.

Pero como los grados normales del alcohómetro centesimal se dan á 15° del centígrado, se ha hecho en seguida la corrección de temperatura, para saber qué será lo que marque dicho alcohómetro á la temperatura de 15° en cada uno de los líquidos que á los 60° Farenheit marcan los grados consecutivos de Sikes.

Comparando la 4.^a columna así formada con la columna 5.^a, donde están las indicaciones obtenidas experimentalmente, ó sea sumergiendo el alcohómetro centesimal en los líquidos alcohólicos preparados, y á la temperatura de 15°, se ve que en efecto hay conformidad en los resultados. La columna 4.^a da la relación aproximada hasta las milésimas; cosa posible por haber sido obtenida por el cálculo á partir de las densidades determinadas prácticamente, mientras que en la 5.^a columna no se hacen las indicaciones más que por *cuartos de grado*, que es lo más que puede apreciarse directamente en un alcohómetro bien graduado. Pero se ve que, con efecto, la relación obtenida en ambas columnas coincide bastante bien, puesto que el cuarto de grado más inmediato al número expresado en milésimas en la columna 4.^a, es el que resulta marcado en la columna 5.^a De modo que cuando se quiera una equivalencia exacta entre grados de Sikes á 60° Farenheit, y grados centesimales á 15° centígrados, se hacen las comparaciones entre la columna 1.^a y la 4.^a, y cuando se quiera solamente una equivalencia aproximada para el uso ordinario, se utilizan las columnas 1.^a y 5.^a

Se han puesto dos columnas con los grados de Sikes, porque en rigor se usan las dos graduaciones que en esas columnas se marcan. Las indicaciones del instrumento, lo mismo que las tablas para los cálculos, hechas por Sikes, están referidas á grados bajo prueba y sobre prueba, tal como en la 2.^a columna va puesto; pero en la práctica, en Inglaterra, para indicar la graduación de un líquido alcohólico, se usan los grados consecutivos empezando por 0°, que corresponde á 100 bajo prueba, y terminando en el 170°, que corresponde al 70 sobre prueba.

De modo que cuando se oye decir que un líquido marca 38° Sikes, por ejemplo, sin añadir más, se entiende que son grados consecutivos, y se buscan en la 1.^a columna. Entonces se verá que corresponden en la 2.^a á 62 bajo prueba y á 21°,804 centesimales, á 15° centígrados, según marca la 4.^a, ó bien 21°,75, ó sea á *veintiun grados y tres cuartos de grado*, según manifiesta la 5.^a

Por eso cuando se indica que los vinos españoles pagan á su entrada en Inglaterra por la tarifa menor no pasando de los 30° Sikes, y por la tarifa mayor si pasan de esa graduación, se entiende que los 30° Sikes son consecutivos, y deben buscarse en la 1.^a columna. Así se verá que esos 30° equivalen á 70° bajo prueba, y á 17°,004 del alcoholómetro centesimal, á la temperatura de 15° centígrados, lo que viene á ser *diez y siete grados*, según se manifiesta en la columna 5.^a

Las letras *e* y *d* colocadas al lado de las cifras de la 5.^a columna, indican si el número consignado es un poco mayor ó menor del exacto, es decir, si el error que se cometió al tomar la cifra de la tabla es error por *exceso* ó error por *defecto*; bien entendido, sin embargo, que este error será siempre menor que un *octavo de grado*, y por lo tanto, despreciable en la práctica ordinaria.

Es de creer, pues, que con estas tablas podrán los cosecheros y comerciantes españoles de vinos resolver sin necesidad de operación ninguna todos los casos que se les presenten de reducción de grados de Sikes á grados centesimales y viceversa, ya les den la graduación inglesa en grados consecutivos de Sikes, ya en grados bajo prueba ó sobre prueba.

Para pasar de grados centesimales á grados de Sikes, hay que observar que la mitad, ó más, de los grados del alcoholómetro no tienen correspondencia exacta ni aproximada con los del hidrómetro; pero aun en este caso las tablas dan en seguida entre qué grados del referido hidrómetro está comprendida la graduación del líquido alcohólico que se ensaye.

Supóngase, por ejemplo, que se trata de saber á cuántos grados del hidrómetro Sikes equivalen 16° del alcoholómetro centesimal; se busca el grado 16 en la columna 5.^a, y no se encuentra; las cifras más inmediatas son 15°,75 y 16°,50. La primera equivale á 28° Sikes y la segunda á 29°; luego entre estos grados del instrumento inglés está comprendida la graduación del líquido; y como 16° se aproxima más al 15°,75 (del que sólo se diferencia un cuarto de grado) que al 16°,50 (del que se diferencia medio grado), la graduación del líquido se aproxima más á los 28° Sikes que á los 29°.

Si el grado centesimal dado está en la columna 5.^a, entonces el grado correspondiente de las columnas 1.^a y 2.^a puede tomarse desde luego como equivalente. Así el grado 13 del alcoholómetro centesimal corresponde aproximadamente con el 23° del hidrómetro.

Estas indicaciones bastarán para utilizar las referidas tablas, que van á continuación:

Tabla de correspondencia entre los grados del hidrómetro de Sikes y los del alcoholómetro centesimal de Gay-Lussac, formadas de grado en grado del hidrómetro, á la temperatura de 60° Farenheit, y por cuartos de grado del alcoholómetro á la misma temperatura y á la de 15° centígrados.

Grados consecutiv. de Sikes	Graduación ordinaria de Sikes	Grados centesimales á 60° F. (15,55 c.)	Grados centes. á 15° centígrados	Número más próximo que debe tomarse á 15° centígrados	Densidad
	Bajoprueba				
0	100	0	0	0	0,9998
1	99	0,200	0,004	0 <i>e</i>	0,9988
2	98	0,367	0,671	0,75 <i>d</i>	0,9978
3	97	1,571	1,375	1,50 <i>d</i>	0,9968
4	96	2,143	1,947	2 <i>d</i>	0,9959
5	95	2,714	2,518	2,50 <i>e</i>	0,9951
6	94	3,286	3,090	3 <i>e</i>	0,9943
7	93	3,857	3,661	3,75 <i>d</i>	0,9935
8	92	4,538	4,342	4,25 <i>e</i>	0,9926
9	91	5,077	4,881	5 <i>d</i>	0,9918
10	90	5,692	5,496	5,50 <i>d</i>	0,9910
11	89	6,333	6,137	6,25 <i>d</i>	0,9902
12	88	6,917	6,721	6,75 <i>d</i>	0,9895
13	87	7,417	7,221	7,25 <i>d</i>	0,9888
14	86	8,000	7,804	7,75 <i>e</i>	0,9881
15	85	8,583	8,387	8,50 <i>d</i>	0,9874
16	84	9,167	8,971	9 <i>d</i>	0,9867
17	83	9,750	9,554	9,50 <i>e</i>	0,9860
18	82	10,456	10,220	10,25 <i>d</i>	0,9852
19	81	10,917	10,721	10,75 <i>d</i>	0,9846
20	80	11,455	11,259	11,25 <i>e</i>	0,9840
21	79	12,090	11,894	12 <i>d</i>	0,9833
22	78	12,583	12,387	12,50 <i>d</i>	0,9827
23	77	13,200	13,004	13 <i>e</i>	0,9821
24	76	13,800	13,604	13,50 <i>e</i>	0,9815
25	75	14,400	14,204	14,25 <i>d</i>	0,9808
26	74	15,000	14,804	14,75 <i>e</i>	0,9802
27	73	15,545	15,349	15,25 <i>e</i>	0,9796
28	72	16,000	15,804	15,75 <i>e</i>	0,9791
29	71	16,600	16,404	16,50 <i>d</i>	0,9785
30	70	17,200	17,004	17 <i>e</i>	0,9779
31	69	17,700	17,504	17,50 <i>e</i>	0,9774
32	68	18,300	18,104	18 <i>e</i>	0,9768
33	67	18,900	18,704	18,75 <i>d</i>	0,9762
34	66	19,500	19,304	19,25 <i>e</i>	0,9756
35	65	20,100	19,904	20 <i>d</i>	0,9750
36	64	20,600	20,404	20,50 <i>d</i>	0,9745
37	63	21,300	21,104	21 <i>e</i>	0,9739
38	62	22,000	21,804	21,75 <i>e</i>	0,9731
39	61	22,364	22,168	22,25 <i>d</i>	0,9728
40	60	22,727	22,531	22,50 <i>e</i>	0,9722
41	59	23,300	23,104	23 <i>e</i>	0,9717
42	58	23,900	23,704	23,75 <i>d</i>	0,9711
43	57	24,600	24,404	24,50 <i>d</i>	0,9704

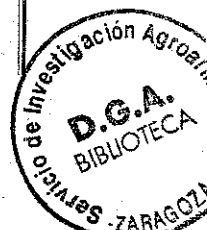
Grados consecutivos de Sikes	Graduación ordinaria de Sikes	Grados centesimales á 60° F. (15,55 c.)	Grados centes á 15° centígrados	Número más próximo que debe tomarse á 15° centígrados	Densidad
	Bajoprueba				
44	56	25,000	24,804	24,75 e	0,9700
45	55	25,545	25,349	25,25 e	0,9694
46	54	26,100	25,904	26 d	0,9688
47	53	26,700	26,504	26,50 e	0,9682
48	52	27,273	27,077	27 e	0,9676
49	51	27,909	27,713	27,75 d	0,9669
50	50	28,364	28,158	28,25 d	0,9664
51	49	29,000	28,804	28,75 e	0,9657
52	48	29,545	29,349	29,25 e	0,9651
53	47	30,091	29,895	30 d	0,9645
54	46	30,769	30,573	30,50 e	0,9636
55	45	31,250	31,054	31 e	0,9630
56	44	31,909	31,713	31,75 d	0,9623
57	43	32,538	32,342	32,25 e	0,9615
58	42	33,079	32,881	33 d	0,9608
59	41	33,538	33,342	33,25 e	0,9602
60	40	34,154	33,958	34 d	0,9594
61	39	34,769	34,553	34,50 e	0,9586
62	38	35,385	35,189	35,25 d	0,9578
63	37	35,846	35,650	35,75 d	0,9572
64	36	36,500	36,304	36,25 e	0,9563
65	35	37,067	36,871	36,75 e	0,9555
66	34	37,667	37,471	37,50 d	0,9546
67	33	38,200	38,004	38 e	0,9538
68	32	38,800	38,604	38,50 e	0,9529
69	31	39,375	39,179	39,25 d	0,9520
70	30	39,938	39,742	39,75 d	0,9511
71	29	40,438	40,242	40,25 d	0,9503
72	28	41,063	40,867	40,75 e	0,9493
73	27	41,563	41,367	41,25 e	0,9485
74	26	42,177	41,981	42 d	0,9475
75	25	42,765	42,569	42,50 e	0,9465
76	24	43,353	43,157	43,25 d	0,9455
77	23	43,882	43,686	43,75 d	0,9446
78	22	44,471	44,275	44,25 e	0,9436
79	21	45,111	44,915	45 d	0,9425
80	20	45,667	45,471	45,50 d	0,9415
81	19	46,222	46,026	46 e	0,9405
82	18	46,778	46,582	46,50 e	0,9395
83	17	47,389	47,293	47,25 e	0,9384
84	16	47,944	47,748	47,75 d	0,9374
85	15	48,526	48,330	48,25 e	0,9363
86	14	49,053	48,857	48,75 e	0,9353
87	13	49,632	49,436	49,50 d	0,9342
88	12	50,250	50,054	50 e	0,9330
89	11	50,800	50,604	50,50 e	0,9319
90	10	51,350	51,154	51,25 d	0,9308
91	9	51,900	51,704	51,75 d	0,9297
92	8	52,500	52,304	52,25 e	0,9285
93	7	53,048	52,852	52,75 e	0,9274
94	6	53,619	53,423	53,50 d	0,9262

Grados consecutivos de Sikes	Graduación ordinaria de Sikes	Grados centesimales a 60° F. (15,55 c)	Grados centesimales a 15° C	Número más próximo que debe tomarse a 15° centígrados	Densidad
	Bajo prueba				
95	5	54,150	53,954	54 <i>d</i>	0,9251
96	4	54,700	54,504	54,50 <i>e</i>	0,9240
97	3	55,333	55,136	55,25 <i>d</i>	0,9227
98	2	55,905	55,709	55,75 <i>d</i>	0,9215
99	1	56,364	56,168	56,25 <i>d</i>	0,9205
100	Prueba Sobre pr. ^a	57,045	56,849	56,75 <i>e</i>	0,9191
101	1	57,045	57,349	57,25 <i>e</i>	0,9180
102	2	58,136	57,940	58 <i>d</i>	0,9167
103	3	58,773	58,577	58,50 <i>e</i>	0,9153
104	4	59,318	59,122	59 <i>e</i>	0,9141
105	5	59,955	59,759	59,75 <i>e</i>	0,9127
106	6	60,500	60,304	60,25 <i>e</i>	0,9115
107	7	61,045	60,849	60,75 <i>e</i>	0,9103
108	8	61,636	61,440	61,50 <i>d</i>	0,9090
109	9	62,217	62,021	62 <i>e</i>	0,9077
110	10	62,783	62,587	62,50 <i>e</i>	0,9064
111	11	63,304	63,108	63 <i>d</i>	0,9052
112	12	63,913	63,717	63,75 <i>d</i>	0,9038
113	13	64,435	64,239	64,25 <i>d</i>	0,9026
114	14	65,083	64,887	65 <i>d</i>	0,9011
115	15	65,667	65,471	65,50 <i>d</i>	0,8997
116	16	66,167	65,971	66 <i>d</i>	0,8985
117	17	66,792	66,596	66,50 <i>e</i>	0,8970
118	18	67,333	67,137	67,25 <i>d</i>	0,8957
119	19	67,833	67,637	67,75 <i>d</i>	0,8945
120	20	68,458	68,262	68,25 <i>e</i>	0,8930
121	21	69,040	68,844	68,75 <i>e</i>	0,8916
122	22	69,640	69,444	69,50 <i>d</i>	0,8901
123	23	70,200	70,004	70 <i>e</i>	0,8887
124	24	70,760	70,564	70,50 <i>e</i>	0,8873
125	25	71,360	71,164	71,25 <i>d</i>	0,8858
126	26	71,920	71,724	71,75 <i>d</i>	0,8844
127	27	72,480	72,284	72,25 <i>e</i>	0,8830
128	28	73,077	72,881	73 <i>d</i>	0,8815
129	29	73,615	73,419	73,50 <i>d</i>	0,8801
130	30	74,192	73,996	74 <i>d</i>	0,8786
131	31	74,731	74,535	74,50 <i>e</i>	0,8772
132	32	75,269	75,073	75 <i>e</i>	0,8758
133	33	75,731	75,531	75,50 <i>e</i>	0,8746
134	34	76,407	76,211	76,25 <i>d</i>	0,8728
135	35	77,037	76,841	76,75 <i>e</i>	0,8711
136	36	77,667	77,471	77,50 <i>d</i>	0,8694
137	37	78,148	77,952	78 <i>d</i>	0,8681
138	38	78,741	78,545	78,50 <i>e</i>	0,8665
139	39	79,296	79,100	79 <i>e</i>	0,8650
140	40	79,889	79,693	79,75 <i>d</i>	0,8634
141	41	80,500	80,304	80,25 <i>e</i>	0,8617
142	42	81,036	80,840	80,75 <i>e</i>	0,8602
143	43	81,643	81,447	81,50 <i>d</i>	0,8585
144	44	82,214	82,018	82 <i>e</i>	0,8569

Grados consecutivos de Sikes	Graduación ordinaria de Sikes	Grados centesimales á 60° F. (15,55 c.)	Grados centes. á 15° centígrados	Número más próximo que debe tomarse á 15° centígrados	Densidad
	Sobre pr. ^a				
145	45	82,786	82,590	82,50 <i>e</i>	0,8553
146	46	83,414	83,218	83,25 <i>d</i>	0,8535
147	47	84,000	83,804	83,75 <i>e</i>	0,8518
148	48	84,600	84,404	84,50 <i>d</i>	0,8500
149	49	85,100	84,904	85 <i>d</i>	0,8485
150	50	85,667	85,471	85,50 <i>d</i>	0,8468
151	51	86,267	86,071	86 <i>e</i>	0,8450
152	52	86,833	86,637	86,75 <i>d</i>	0,8433
153	53	87,355	87,159	87,25 <i>d</i>	0,8417
154	54	87,935	87,739	87,75 <i>d</i>	0,8399
155	55	88,531	88,335	88,25 <i>e</i>	0,8380
156	56	89,132	88,936	89 <i>d</i>	0,8359
157	57	89,758	89,562	89,50 <i>e</i>	0,8340
158	58	90,333	90,137	90,25 <i>d</i>	0,8321
159	59	90,909	90,713	90,75 <i>e</i>	0,8302
160	60	91,441	91,245	91,25 <i>d</i>	0,8284
161	61	91,941	91,745	91,75 <i>d</i>	0,8266
162	62	92,514	92,318	92,25 <i>e</i>	0,8247
163	63	93,028	92,832	92,75 <i>e</i>	0,8229
164	64	93,583	93,387	93,50 <i>d</i>	0,8209
165	65	94,108	93,912	94 <i>d</i>	0,8190
166	66	94,703	94,507	94,50 <i>e</i>	0,8168
167	67	95,205	95,009	95 <i>e</i>	0,8149
168	68	95,718	95,522	95,50 <i>e</i>	0,8129
169	69	96,244	96,048	96 <i>e</i>	0,8108
170	70	96,780	96,584	96,50 <i>e</i>	0,8086

Tabla de correspondencia entre los grados del alcoholómetro de Gay-Lussac y los del hidrómetro Sikes, formada de grado en grado del alcoholómetro á 15° centesimales, y por grados, medios grados y tercios de grado del hidrómetro á la temperatura de 60° Farenheit (15°,55 c.)

Grados de Gay-Lussac á 15° c.	Grados consecutiv. de Sikes á 60° F.	Graduación ordinaria de Sikes á 60° F	Grados de Gay-Lussac á 15° c.	Grados consecutiv. de Sikes á 60° F.	Graduación ordinaria de Sikes á 60° F.
		Bajo prueba			
1	2,3	97,7	45	79	21
2	4	96	46	81	19
3	6	94	47	82,7	17,3
4	7,5	92,5	48	84,5	15,5
5	9	91	49	86,3	13,7
6	10,7	89,3	50	88	12
7	12,5	87,5	51	89,7	10,3
8	14,3	85,7	52	91,5	8,5
9	16	84	53	93,3	6,7
10	17,7	82,3	54	95	5
11	19,5	80,5	55	96,7	3,3
12	21	79	56	98,5	1,5
13	23	77	56,7	100	
14	24,7	75,3			Prueba
15	26,5	73,5	57	100,5	Sobre prueba
16	28,3	71,7	58	102	0,5
17	30	70	59	104	2
18	32	68	60	105,5	4
19	33,5	66,5	61	107,3	5,5
20	35	65	62	109	7,3
21	37	63	63	111	9
22	38,5	61,5	64	112,5	11
23	41	59	65	114	12,5
24	42,3	57,7	66	116	14
25	44,5	55,5	67	117,7	16
26	46	54	68	119,5	17,7
27	48	52	69	121,3	19,5
28	49,5	50,5	70	123	21,3
29	51,5	48,5	71	124,7	23
30	53	47	72	126,5	24,7
31	55	45	73	128	26,5
32	56,5	43,5	74	130	28
33	58	42	75	132	30
34	60	40	76	133,7	32
35	61,7	38,3	77	135,3	33,7
36	63,5	36,5	78	137	35,3
37	65,3	34,7	79	139	37
38	67	33	80	140,5	39
39	68,7	31,3	81	142,3	40,5
40	70,7	29,3	82	144	42,3
41	72,5	27,5	83	145,7	44
42	74	26	84	147,3	45,7
43	75,7	24,3	85	149	47,3
44	77,5	22,5	86	151	49
					51



Grados de Gay-Lussac á 15° c.	Grados consecutiv de Sikes á 60° F.	Graduación ordinaria de Sikes á 60° F.	Grados de Gay-Lussac á 15° c.	Grados consecutiv. de Sikes á 60° F.	Graduación ordinaria de Sikes á 60° F.
87	152,5	52,5	92	161,5	61,5
88	154,5	54,5	93	163,3	63,3
89	156	56	94	165	65
90	157,7	57,7	95	167	67
91	159,5	59,5	96	169	69

Hidrómetros ingleses modernos.—El hidrómetro de Sikes, de uso oficial y universal en Inglaterra, tiene, sin embargo, un gran defecto, y es que da el grado alcohólico de un líquido espirituoso sin considerar las temperaturas, lo cual ocasiona á veces errores de importancia al apreciar la fuerza alcohólica real de un líquido á temperaturas distintas de los 60° Farenheit, á que está graduado el instrumento. Por ejemplo, supóngase que se tienen dos barricas de espíritu, conteniendo cada una 100 galones (454 litros) de un grado alcohólico igual á 50 sobre prueba, determinado á la temperatura de 60° Farenheit. Con arreglo á esta fuerza alcohólica el contenido de cada barrica equivale á 150 galones de espíritu de prueba á la referida temperatura, y los derechos de Aduanas devengados por ambas barricas serían naturalmente los mismos, ó sean los correspondientes á 150 galones de espíritu de prueba por cada barrica. Pero si la determinación de la fuerza alcohólica se toma estando el líquido en una barrica á la temperatura de 35° Farenheit, por ejemplo, y en la otra á 80° Farenheit, las indicaciones del hidrómetro de Sikes darán para la primer barrica 148 galones de espíritu de prueba, y para la segunda 152. Resultaría, por lo tanto, que la primer barrica, á pesar de contener el mismo líquido espirituoso, y en la misma cantidad que la segunda, pagaría como derechos de entrada 4 galones de espíritu de prueba menos que la segunda; esto es, 40 chelines menos, ó sea, á la par, 50 pesetas, que es una diferencia bastante notable.

Casos como este han sido observados con bastante frecuencia por el autor de este Tratado en la Estación enotécnica de España en Londres y llamado repetidas veces la atención acerca de estas anomalías.

Para corregirlas, los mismos ingleses han tratado de idear otro sistema diferente del de Sikes para determinar la fuerza de los espíritus, debiendo mencionarse los hidrómetros de Keene, de Derham y de Scarisbrick como los más perfectos en este sentido.

El primero de estos hidrómetros fué inventado en 1877, el segundo en 1892 y el tercero en 1893. Se describirá solamente este último por ser el más perfecto y el estar llamado á sustituir al hidrómetro de Sikes.

El *hidrómetro de Scarisbrick*, ideado por un oficial inglés de Aduanas, consiste en un areómetro de cristal, bastante semejante en su forma al de Gay-Lussac y lastrado como éste con mercurio en su parte inferior. Lleva también un vástago perfectamente cilíndrico, con una escala que empieza en el 0 en la parte superior y termina con 15 en la inferior del vástago. Cada una de las 15 divisiones de esta escala está subdividida en cuatro partes. El aparato se lastra de manera que á la temperatura de 60° Fahrenheit enrasa perfectamente con el 0 de la parte superior cuando se sumerge en un líquido de una densidad igual á 0,790, y enrasará con el 15 de la escala si se sumerge en un líquido cuya densidad sea 0,805, siempre á la misma temperatura de 60° Fahrenheit. Para que el instrumento se pueda sumergir en líquidos de mayor densidad, se usan unos anillos tubulares metálicos, que colocados en la parte superior del vástago, resbalan á todo lo largo de éste hasta su parte inferior, donde un tope los detiene. El primer anillo adicional puesto en el hidrómetro, hace que éste sirva para ser sumergido en líquidos de densidades comprendidas entre 0,805 y 0,820; el segundo anillo adicional hace valedero el instrumento para líquidos cuyas densidades estén comprendidas entre 0,820 y 0,835. Y así sucesivamente, con 13 pesos adicionales, se puede utilizar el hidrómetro con líquidos cuya densidad varíe desde 0,790 (alcohol absoluto), hasta 1,000 (agua pura).

Acompañan al instrumento unas tablas, que sirven para hacer la corrección de temperatura, y calcular, además, no sólo la cantidad real de alcohol contenido en un espíritu, sino también los grados de espíritu de prueba á que corresponden, con arreglo al sistema de graduación inglesa.

Es claro que este instrumento no puede usarse sin el aditamento de las tablas, que son 51 en total; pero si se tienen unas tablas de correspondencia entre las densidades de los líquidos hidroalcohólicos y las cantidades en peso ó en volumen de alcohol que dichos líquidos contengan con arreglo á la densidad, el hidrómetro de Scarisbrick puede utilizarse para directamente averiguar la fuerza alcohólica real de un líquido, puesto que dicho hidrómetro no es más que un areómetro de peso variable que da con toda exactitud la densidad del líquido hidroalcohólico donde se sumerge.

Empleo de los alcohómetros sin destilación previa.—Queda dicho que cuando se sumerge un alcohómetro en una mezcla que no contenga más que alcohol y agua, se obtiene directamente (hecha, si es necesario, la corrección de temperatura) el volumen de alcohol absoluto contenido en cien volúmenes de la mezcla.

Pero que si además del alcohol y el agua el líquido que se examina contiene otras sustancias de diferente densidad, la aplicación directa de los alcohómetros da un *grado aparente* que no se puede tomar como grado absoluto que indique la fuerza alcohólica real del líquido.

En este caso hay que proceder á la destilación del líquido para obtener una mezcla de alcohol y agua, en la que puedan utilizarse directamente los alcohómetros en la forma ya expuesta anteriormente.

Pero puede en estos casos obtenerse también el grado absoluto de un líquido alcohólico, sea cualquiera la cantidad y clase de las materias que tenga en disolución, sin necesidad de practicar la destilación. Para ello debe procederse del modo siguiente:

Se determina el grado aparente del líquido sumergiendo directamente en él el alcohómetro centesimal. Después se toma un volumen determinado del líquido que se examina (por ejemplo, 200 centímetros cúbicos) y se evapora casi á sequedad, con lo cual todo el alcohol ha sido completamente expulsado. Entonces al residuo sólido, líquido ó pastoso que se obtenga se le añade agua destilada hasta volver á tener los 200 centímetros cúbicos primitivos, y cuando la masa esté perfectamente homogénea se determina su densidad á 15°, lo cual puede hacerse rápida y fácilmente por medio de la balanza de Mohr. Si la densidad que así resulta es igual á 1, el grado aparente que primeramente se obtuvo con el alcohómetro es el grado absoluto. Si la densidad es superior á 1, el excedente de densidad debe restarse de la densidad correspondiente al grado real. De este modo se obtiene la densidad correspondiente al líquido alcohólico exento de sustancias extractivas; y conocida esta densidad, se puede ver fácilmente por las tablas el grado absoluto de alcohol á que corresponde.

Supóngase, por ejemplo, que el grado aparente de un líquido alcohólico es 52° y que la densidad del residuo de la destilación es 1,0192.

El cálculo será el siguiente :

Grado aparente	52°
Densidad correspondiente á una mezcla de alcohol y agua de la misma graduación. (Véase la tabla de la pág 51.)	0,93041
Densidad del residuo de la destilación	1.0192
	0,08879
Diferencia de densidades:	0,08879

Restando esta diferencia (0,08879), que es el exceso de densidad debido á las sustancias extractivas, de la densidad correspondiente al líquido primitivo, ó sea 0,93041, se obtendrá la cifra 0,84162 como densidad correspondiente al líquido alcohólico primitivo exento de sustancias extractivas. Esta densidad corresponde en las tablas á una riqueza alcohólica real de 87,50 por 100, que será, por lo tanto, el grado alcohólico absoluto del líquido examinado.

§ III.—Ebullómetros

Entre los aparatos destinados á medir la riqueza alcohólica de un líquido, fundándose en el punto de ebullición, se encuentran el *enómetro centesimal de Tabarié*, el *termómetro de Conaty*, el *ebullómetro Vidal*, el *ebullómetro Malligand*, el *ebullómetro Sallerón* y el *ebullómetro Amagat*.

Enómetro centesimal de Tabarié —Este aparato es un verdadero ebullómetro. El agua hierve á 100° á la presión barométrica de 760 milímetros; el alcohol hierve á 78°,3. Por consiguiente, el punto de ebullición de un líquido alcohólico se aproximará tanto más al grado 78°,3 cuanto más rico sea en alcohol.

Consta el aparato de un vaso metálico, de forma cilíndrica, que lleva soldado en la parte superior un embudo en forma de cubierta. Alrededor del embudo va otro cilindro que sirve para contener agua fría, y en el tallo del embudo va un termómetro cuyo depósito llega hasta el líquido que se ensaya, que se coloca en el vaso cilíndrico inferior. Por medio de una lámpara se calienta el líquido; los vapores se desprenden y calientan el termómetro, y la riqueza alcohólica del líquido queda indicada por el grado en que quede estacionaria la columna mercurial durante la ebullición del líquido. Para esto hay que consultar la tabla siguiente, en la que se marca el tanto por ciento de alcohol en volumen que corresponde á cada punto de ebullición determinado:

Grados del termómetro	Riqueza alcohólica
96°, 4	3 por 100 de alcohol.
95,3	4
94,3	5
93,5	6
92,7	7
91,9	8
91,1	9
90,2	10
89,7	11
85,3	12
88,8	13
88,4	14

Esta tabla está calculada para localidades en que el agua pura hierva á 99°,4.

Ebullóscopo Vidal.—Este aparato, llamado también ebullóscopo de cuadrante, se compone de un gran vaso de vidrio, que termina en su parte superior por un tubo á manera de cuello largo y estrecho. Este tubo está lleno de mercurio hasta muy cerca de su extremidad superior. Sobre este mercurio descansa un flotador pequeño, pendiente de un hilo que pasa por una polea y está tirante por la acción de un contrapeso que va á la otra extremidad. La polea lleva una aguja que recorre en sus movimientos un cuadrante graduado. Este cuadrante está fijo al vaso por medio de un tornillo de presión, y en el vaso es donde se coloca el líquido cuya riqueza alcohólica se quiere averiguar.

Como el punto de ebullición es tanto más bajo cuanto mayor cantidad de alcohol tenga el líquido, resulta que el mercurio colocado en la parte superior del tubo en que termina el vaso, se dilatará en grado proporcional á la temperatura á que llegue el líquido; el mercurio dilatado empujará más ó menos al flotador que sobre él descansa, y el flotador á su vez, por medio del hilo, moverá la polea y la aguja, y ésta [marcará sobre el cuadrante la riqueza alcohólica del líquido; para lo cual el referido cuadrante ha sido previamente graduado, operando con líquidos de fuerza alcohólica conocida.

Termómetro de Conaty.—Este instrumento (figura 10) se compone de un termómetro de mercurio, cuyas divisiones van disminuyendo de longitud desde la temperatura de 100° á la de 85°. Para preparar esta escala se hacen previamente mezclas de agua y alcohol en las relaciones de 95 á 5, de 90 á 10, etc., hasta la de 40 á 60. El 0 de la escala, ó *cero alcohol*, es el punto correspondiente á la ebullición del agua pura; 5° es el punto de ebullición

de una mezcla que tenga 5 por 100 de alcohol en volumen, y así sucesivamente. El punto inferior, que corresponde á la ebullición del alcohol absoluto, señala 100°. De este modo, sumergiendo este termómetro en el líquido que se quiere ensayar, hirviendo el líquido y viendo que marca 20°, por ejemplo, en el momento de iniciarse la ebullición, se dirá que el líquido en cuestión contiene 20° de alcohol, ó sea 20 partes de alcohol, por 100 de líquido en volumen.

Es necesario, para que el ensayo sea preciso, observar el grado que da este termómetro cuando el líquido produce la primer burbuja de vapor, porque las indicaciones siguientes ya no son exactas, puesto que á medida que el alcohol se va desprendiendo, el punto de ebullición del líquido se va retrasando.

La escala del termómetro de *Conaty* es movable, á fin de que se pueda siempre, por medio de un tornillo á propósito, ajustar exactamente el 0 al punto en que quede el nivel del mercurio cuando entre en ebullición el agua pura, bajo la presión atmosférica reinante en el momento de efectuar el ensayo. Esta prueba debe preceder á la determinación del punto de ebullición del líquido que se quiere reconocer; resulta, pues, que con este aparato cada ensayo exige dos operaciones.

La fuerza alcohólica obtenida por este instrumento en un líquido, suele exceder de *medio á un* grado á la que se obtiene por la destilación y aplicación de los areómetros en el líquido destilado.

Ebullóscopo Malligand.—Este aparato, llamado así del nombre de su inventor, y representado en la figura 11, tiene grandes ventajas para su uso sobre los anteriormente descritos, fundadas en el mismo principio, á saber, en el punto de ebullición de los líquidos alcohólicos. Su descripción es fácil de comprender.

Consta de un recipiente F, destinado á recibir el vino, y por donde éste circula; un termo-sifón; tubo metálico hueco en espiral, que recibe el calor de la lamparita de alcohol L, colocada debajo de la chimenea S; T representa un termómetro doblado en ángulo recto y sumergida su rama corta, en la que se encuentra la cámara de mercurio, dentro de la calderita F. En el momento de la ebullición, la columna de mercurio indica, por medio de una señal, la riqueza alcohólica, que puede leerse directamente sobre la escala móvil E, dividida en grados alcohólicos centesimales ó de Gay-Lussac; C es un indicador móvil que facilita la lectura; por

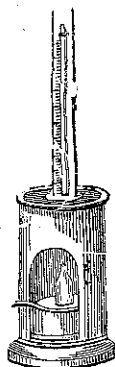


Fig. 10.

último, R es un refrigerante en el que se condensan los vapores alcohólicos para caer de nuevo en la caldera.

Véase ahora la manera de funcionar el aparato:

Se echa agua en la calderita hasta el anillo del termo-sifón más próximo al fondo, de modo que la parte del termómetro

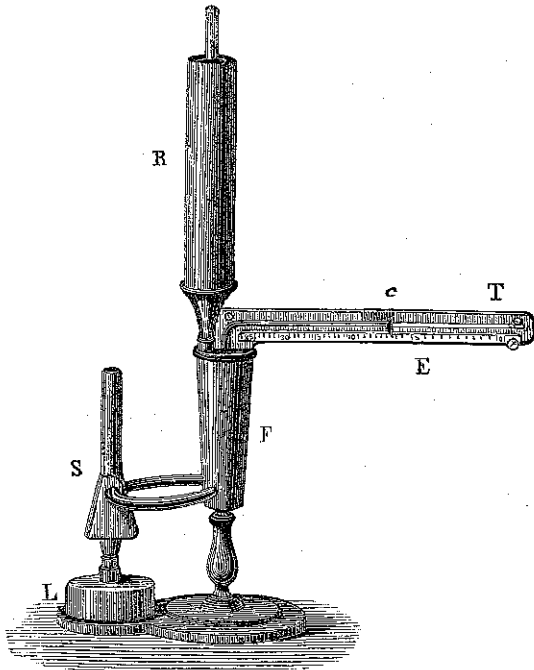


Figura II.

que contiene el depósito de mercurio no toque al agua; se tapa con cuidado; en seguida se enciende la lamapara colocada debajo de la chimenea, y se va siguiendo con la vista la columna mercurial hasta que quede completamente fija durante algunos minutos. En tal estado, se coloca la escala alcohólica E, de manera que su 0 corresponda con el extremo de esta columna mercurial.

De este modo queda regulado el aparato, tomando el punto de ebullición del agua en relación a la presión barométrica del momento en que se va a operar el ensayo del vino ó líquido alcohólico. El aparato puede servir perfectamente para trabajar con él

durante dos ó tres horas, pero cuando se deseen resultados muy exactos, será preciso rectificarlo con frecuencia, para lo cual se prescinde del refrigerante.

Una vez regulado ó rectificado el aparato, se vacia el agua, se escurre bien y se lava cuidadosamente con un poco del líquido que se trata de ensayar, y se echa por fin éste en cantidad bastante para que el nivel llegue al anillo superior del termo-sifón; se tapa el aparato, se llena de agua fría el refrigerante y se empieza la operación encendiendo al efecto la lamparita, procurando que ésta esté siempre llena de espíritu de vino; sin mover la pequeña escala E, se hace caminar el indicador C hasta la extremidad de la columna mercurial, así que quede la misma fija, y se lee por último en dicha escala el grado alcohométrico, que señala el indicador. Esta observación no debe prolongarse más allá de dos ó tres minutos para obtener un valor rigurosamente exacto.

Todos los vinos cubiertos de color y los ligeramente licorosos deben diluirse en un volumen igual de agua. Los vinos generosos deben diluirse en dos partes de agua por una de vino. Para que estas mezclas sean lo más exactas posible, es preciso que tanto el agua como el vino estén á la misma temperatura. Por lo demás, para saber la verdadera riqueza alcohólica, habrá que multiplicar por 2 ó por 3 los resultados obtenidos, según se haya diluido el vino en 1 ó en 2 volúmenes de agua.

Ebullómetro de Sallerón. — Fúndase este aparato en el conocimiento de la temperatura á que hierva el líquido alcohólico sometido al ensayo. Sabido es, en efecto, que en las condiciones ordinarias de presión atmosférica, el agua pura hierve á 100° centígrados, y el alcohol á 78,41. Por lo tanto, una mezcla de agua y alcohol hervirá antes de los 100° y después de los 78,41, aproximándose á uno ú otro límite según contenga más ó menos alcohol.

Esto supuesto, la descripción y manejo del nuevo aparato, que el constructor ha llamado *ebullómetro*, es muy sencilla.

Compónese de una caldera cubierta por un vaso cilíndrico, que impide la radiación del calor al exterior; de un refrigerante atornillado en la parte superior de la pieza, y que sirve para condensar los vapores alcohólicos que suben por el tubo, conservando uniforme la temperatura del líquido en ebullición; de un termómetro dividido en grados y décimas de grado, colocado por medio de un tapón de caucho sobre la caldera, para medir la temperatura de ebullición del líquido, y de una lamparilla de alcohol para calentar. La figura 12 representa el exterior del aparato, y la 13 un corte longitudinal del mismo.

Acompañan además al aparato un tubo ó campana graduada que sirve para medir el volumen de los líquidos que se pongan en la caldera para someterlos al ensayo, y también para las determinaciones de las mezclas de los líquidos alcohólicos distintos.

Para operar con el ebulómetro, debe empezarse por hacer un ensayo para averiguar á qué temperatura hierve el agua en el sitio en que se trabaja. Se coloca en la caldera un volumen de

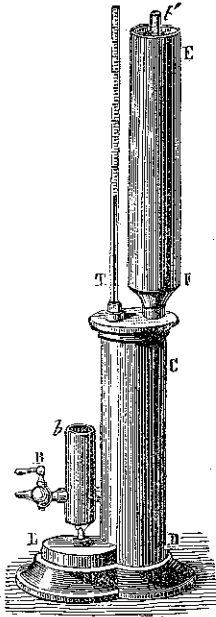


Figura 12.

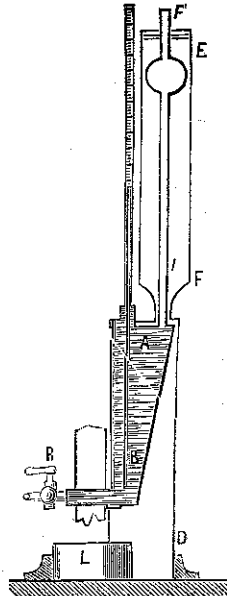


Figura 13.

agua igual á 50 divisiones de la campana; se atornilla el condensador, y se calienta con la lámpara; el termómetro se eleva á medida que la temperatura del líquido asciende, y cuando rompe á hervir, se queda estacionario; entonces se mira qué temperatura marca, y se anota.

La misma observación se hace para ensayar cualquier vino ó aguardiente.

Para saber después por la temperatura de ebullición del líquido á qué riqueza alcohólica corresponde, ha construido el mismo Sallerón unas reglas de madera (fig. 14), en donde está anotado, al lado de cada grado de temperatura, el grado alcohólico correspondiente.

Tiene tres graduaciones diferentes. La del medio, que es una tablilla móvil cuya graduación corresponde á los grados del termómetro; la de la izquierda indica la riqueza alcohólica del líquido sometido al análisis si es una simple mezcla de agua y alcohol, como los aguardientes; y la de la derecha, que representa la fuerza alcohólica de los vinos comunes. Estas dos últimas escalas están, pues, divididas en grados alcohólicos, subdividiéndose cada grado en décimas.

El uso de la triple escala es muy sencillo. Se afloja el tornillo que tiene detrás y que sostiene la tablilla móvil; se la hace correr hasta que la división que marque la temperatura de la ebullición del agua en el sitio en que se opera corresponda con el 0 de las dos escalas alcohólicas de los lados; se sujeta bien el tornillo, y queda ya en disposición de dar inmediatamente las indicaciones que se necesitan.

Cuando se ensaye un vino ordinario, se verá en el ebulómetro á qué temperatura rompe á hervir, fijándose bien en qué punto de la escala se detiene el mercurio, conforme indica la figura 15, que representa una porción del tallo del termómetro; se busca después en la tablilla de en medio de la triple regla la temperatura anotada, y se mira á qué grado alcohólico corresponde en la graduación de la derecha. Si el líquido ensayado fuera aguardiente, se miraría la correspondencia en la regla de la izquierda.



Fig. 15.

Los vinos dulces muy espesos no pueden ser ensayados de este modo, porque la temperatura de la ebullición está muy modificada por las sustancias que tienen en disolución.

Muy recientemente ha modificado Sallerón este instrumento, de modo que quedan corregidas todas las causas de error que en esta clase de aparatos se puedan presentar, y permite hacer la operación en unos cinco minutos solamente. El mismo Sallerón ha observado que sumergiendo el termómetro en el líquido, se obtienen resultados más exactos que exponiéndolos á los vapores.

Ebullómetro Amagat.—Es un aparato que está fundado en observar la diferente temperatura á que hierve el agua y el lí-

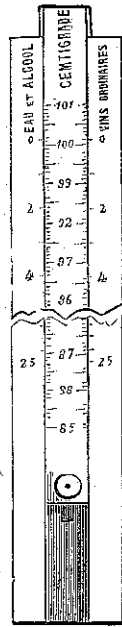


Figura 14.

quido alcohólico, cuya fuerza se trata de ensayar; principio según el cual se han construido los instrumentos de Malligand y de Sallerón; pero el ebullómetro Amagat tiene la ventaja de no exigir dos operaciones sucesivas, como en los aparatos mencionados, sino que está tan ingeniosamente dispuesto, que solamente con una operación, y en siete ú ocho minutos, queda hecha la determinación alcohólica.

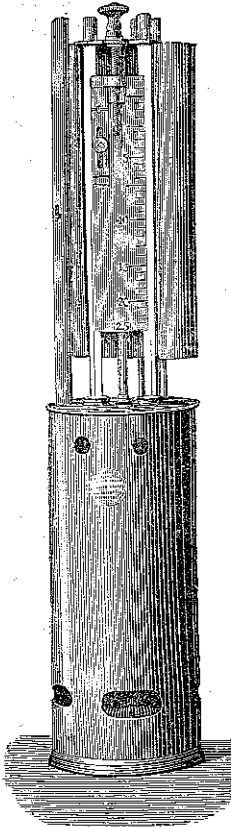


Figura 16.

De la forma y disposición del aparato da idea el dibujo adjunto (figura 16). La parte inferior la forma una caja metálica cilíndrica que envuelve dos calderitas ó hervideros, que se calientan por la parte inferior con una lámpara de espíritu de vino, en la misma forma que se hace en los alambiques de Sallerón y de Gay-Lussac. Cada una de dichas calderitas ó hervideros comunica con un tubo largo que sobresale hasta la parte superior del aparato, y que en la figura se indican. Son los dos tubos oscuros que en el dibujo se marcan saliendo por los dos extremos de la cara superior de la caja cilíndrica. Estos dos tubos sirven para echar respectivamente en un hervidero agua y en el otro el líquido alcohólico que se va á ensayar. El hervidero destinado á recibir el líquido que se ensaya, tiene además otro tubo, también vertical, que sale á la parte superior, pero que en la figura no se percibe bien, porque está casi oculto por el primer tubo y por el termómetro de la derecha. Los dos tubos de este depósito atraviesan un refrigerante que, en forma de caja cilíndrica, un poco más pequeña que la envoltura inferior,

va señalado en la parte superior del dibujo.

Llevan además cada uno de los ya repetidos hervideros, su termómetro de mercurio, perfectamente encajado, para observar la temperatura á que hierve el líquido de cada caldera. Estos termómetros tienen los depósitos dentro de los hervideros, pero sin llegar á la superficie de los líquidos; en cuanto á los tubos termométricos, quedan fuera para poder apreciar, como es natural, las oscilaciones de la columna de mercurio. En la figura están re-

presentados dichos termómetros por los tubos que se indican en blanco, que van desde la tapa superior de la caja cilíndrica hasta la parte superior del aparato. Entre ambos termómetros se halla una escala graduada y movable por medio del tornillo superior que muestra el dibujo; escala que va á servir para apreciar los datos termométricos necesarios para la determinación de la riqueza alcohólica del líquido que se ensaya.

Descrito ya el instrumento, véase ahora la manera de hacerlo funcionar. Se echa en el hervidero de la derecha, por cualquiera de los dos tubos que atraviesan el refrigerante, 50 centímetros cúbicos del líquido que se ensaya, medidos con una pipeta que acompaña al aparato, y señalados en ella por una raya superior.

Esta pipeta debe lavarse dos veces con el mismo líquido antes de usarla para hacer la medida. Después de esta operación vuelve á lavarse la pipeta con agua clara; se mide con ella 15 centímetros cúbicos de agua (volumen que corresponde á la señal inferior que la misma pipeta lleva), y se vierten por el tubo de la izquierda que queda fuera del refrigerante.

Se llena después de agua fría el refrigerante hasta cerca de un centímetro del borde superior, y por último, se coloca bajo los hervideros la lámpara encendida.

Las columnas de mercurio de los dos termómetros empiezan á subir, y cuando la ebullición empieza, el termómetro de la izquierda ya no sube más y queda fijo. Entonces se mueve el tornillo superior hasta colocar el 0 de la izquierda al nivel del punto en que haya quedado estacionaria la columna de mercurio. Durante este tiempo asciende también la columna del termómetro de la derecha, quedando luego invariable; se espera medio minuto, y se lee el valor que se busca en la división de la escala que está al lado del termómetro. En toda la operación se invierten siete ú ocho minutos.

Se necesita comprobar de vez en cuando si el aparato está bien arreglado, lo cual se hace repitiendo la operación tal como queda dicho, pero echando 15 centímetros de agua en cada hervidero; si el aparato está bien dispuesto, debe señalar 0 al mismo tiempo en los dos termómetros. Cuando por efecto de las pequeñas variaciones que pueden ocurrir en los dos termómetros éstos no coincidieran, nada más fácil que conseguirlo, puesto que el 0 del termómetro de la derecha no es fijo, sino que está marcado sobre una reglita corrediza sobre la grande, y que se puede fijar por medio de un tornillo á la altura conveniente para que los dos zeros coincidan, y entonces ya queda arreglado el aparato para

mucho tiempo. No obstante, cuando es nuevo, y después de un viaje ó de traslaciones bruscas del aparato, debe efectuarse esta rectificación una ó dos veces. Bueno es advertir que, llevando la reglita de la izquierda dos marcas, se ha de tomar la inferior, ó sea la más larga, para esta operación de arreglar el 0.

Para el buen éxito y exactitud del ensayo, deben lavarse los dos hervideros antes de cada operación con líquido de la misma naturaleza del que se echa en ellos al hacer el ensayo; al mismo tiempo se limpia la pipeta. Debe cuidarse asimismo de no sacudir con violencia el aparato al invertirlo para que escurra, pues entonces se corre el riesgo de que se dividan las columnas de mercurio de los termómetros.

Si ocurriese este accidente, se coge el aparato por su parte superior, y se le hace oscilar con rapidez á brazo tendido para que la fuerza centrífuga vuelva el mercurio á los depósitos y una las columnas. Este percance, de poca monta al fin y al cabo, puede ocurrir en los viajes, pero no sucede sino muy rara vez cuando se hacen los ensayos con las precauciones indicadas.

La lámpara debe estar siempre llena, ó casi llena, de alcohol muy concentrado; la mecha llegará al fondo para que marche siempre bien, y cuando se haya carbonizado por la parte superior, debe ponerse otra nueva, de manera que sobresalga del mechero unos 8 milímetros; requisitos que conviene tener siempre muy presentes para que las operaciones se hagan bien, con limpieza, celeridad y exactitud. Es asimismo conveniente, cuando se vayan á ejecutar seguidos varios ensayos, dejar que se enfríe el aparato antes de empezar cada uno de ellos, á lo cual ayudan también los lavados preparatorios que se han indicado para limpieza del instrumento antes de cada operación. Por último, antes de guardar el aparato, debe lavarse con agua clara, que nada estropea más pronto los instrumentos que la falta de limpieza y de cuidado.

Queda antes dicho que la reglita corrediza de la izquierda lleva dos rayas, una superior y otra inferior, que marcan 0. Este doble 0 tiene el uso siguiente:

Cuando se ensaya una mezcla de agua y alcohol, se atiende á la raya inferior, que es la mayor; pero cuando se ensaya un vino, debe considerarse como 0 el indicado por la raya superior. Esto no tiene nada que ver con la corrección absoluta del 0, que antes se ha descrito, cuando se tiene que arreglar el aparato para que los dos termómetros marchen á compás.

El atender después en los ensayos que se hagan, unas veces al 0 superior y otras al inferior, es porque en una mezcla de al-

cohol y agua, como sucede en los aguardientes y espíritus, el punto de ebullición del agua no está modificado más que por una sola circunstancia; cual es la presencia del alcohol, mientras que en los vinos dicho punto de ebullición depende también de las demás materias que contiene, como son las que forman el extracto. Pues bien; por este motivo existe en el ebulloscopo Amagat el doble 0. Eligiendo el inferior, que es el verdadero, cuando se ensaya un aguardiente ó espíritu, la diferencia de temperatura de los dos termómetros y la escala que, graduada con arreglo á esta diferencia, lleva el aparato, dan directamente la riqueza alcohólica; pero esto no sería exacto tratándose de un vino; el error que se cometiera se compensa atendiendo, para hacer la operación, al segundo 0, al superior, que está situado de modo que la posición que entonces corresponda á la escala que marca las graduaciones, indica la verdadera fuerza alcohólica del vino. Resultan de este modo tan precisas las indicaciones que el nuevo aparato da, que según las observaciones del Dr. Luanco, son tan exactas y conformes con las obtenidas en el alambique de Gay-Lussac, que sólo marcan una décima de grado de diferencia.

Como últimas advertencias, debe manifestarse que cuando se trata de ensayar vinos espirituosos ó azucarados, deben diluirse en agua, para lo cual se toma con la pipeta un volumen de vino hasta la marca superior, y se echa este vino en un vaso; luego se toma por tres veces la misma cantidad de agua con la pipeta, se añade al vaso donde está el vino, y se remueve bien la mezcla con una varilla ó cuchara para que quede bien homogénea. De este modo resultará un líquido con una fuerza alcohólica cuatro veces menor que el vino dado; esta mezcla es la que se ensaya en el ebulloscopo, y por lo tanto, el grado que se obtenga habrá que multiplicarlo por 4 antes de referirlo al vino; es decir, que si se hubieran obtenido 4°, deberá considerarse que el vino tiene 16°, y así por este estilo. Los vinos muy cubiertos, pero no espirituosos, no deben diluirse más que en su volumen de agua, en cuyo caso no hay más que duplicar el resultado obtenido con el ebulloscopo.

§ IV.—Dilatómetros, capilarímetros y enómetros

Dilatómetros.—Como ejemplo de los aparatos alcohométricos fundados en la dilatación de los líquidos alcohólicos, puede citarse el *dilatómetro de Silbermann*. Este es un instrumento cuya cons-

trucción está basada en la propiedad que tiene el alcohol de ser tres veces más dilatado que el agua entre las temperaturas de 0 y 50°. En virtud de esta circunstancia, Silbermann preparaba un baño á la temperatura de 25°; sumergía en él una especie de termómetro de la forma de pipeta, conteniendo unas veces agua y otras alcohol, hasta una marca señalada en el tallo. Calentaba en seguida el primer baño por sumersión en otro baño, hasta la temperatura de 50°, anotando entonces sobre el tallo de la misma pipeta el nivel hasta donde se elevaba el agua y el nivel hasta donde se elevaba el alcohol. Ensayando de la misma manera mezclas de agua y alcohol hechas por centésimas partes, desde 1 hasta 99, resultará dividido en 100 partes el espacio comprendido entre la dilatación del agua y la del alcohol.

Para ensayar con este instrumento un líquido espirituoso cualquiera, se llena con éste la pipeta á la temperatura de 25°; por medio de un pequeño pistón que lleva el aparato, se extrae el aire, y después, comprimiendo por medio de un tornillo su obturador, se hace que el nivel del líquido descienda en la pipeta hasta el 0° exactamente. Se sumerge entonces el aparato en otro baño calentado á 50°, y se observará el nivel á que se eleva el líquido por efecto de la dilatación sufrida. El nivel indicará directamente la riqueza centesimal del líquido ensayado.

Licómetros ó capilarímetros —La elevación de los líquidos en vasos capilares es muy diferente en los distintos líquidos. Se ha notado efectivamente que en un mismo tubo capilar la columna de agua pura es mucho más elevada que la del alcohol absoluto, y que entre estos dos puntos extremos las mezclas de agua y alcohol se elevan á alturas tanto mayores cuanto menor sea la cantidad de alcohol. En este principio están construidos los *licómetros ó capilarímetros*, y entre ellos el de *Musculus, Valson y Garcezie*. Todos estos instrumentos difieren muy poco entre sí, pues se reducen á un tubo capilar graduado.

Se vierte en un vaso el líquido alcohólico cuya riqueza se quiere ensayar; se coloca sobre el vaso una tablita, por la cual pasa á frotamiento el tubo capilar graduado, que es á lo que viene á reducirse el instrumento. Se coloca el tubo de modo que su extremidad inferior, que está afilada, toque á la superficie del líquido; se aspira éste por la extremidad superior del tubo, y después se le deja descender; la división donde se detenga marcará el grado alcohólico buscado.

Este instrumento da resultados bastante exactos hasta entre las personas menos habituadas al manejo de esta clase de aparatos.

tos, pero exige precauciones muy minuciosas. Es preciso sumergir previamente el tubo en agua á 15°, no soplar hacia adentro, no introducir la saliva ni ninguna clase de materias grasas, etc., y si aun con estas precauciones la columna resulta dividida por burbujas de aire, hay que volver á repetir la operación.

Igualmente las indicaciones de los capilarímetros ó licómetros son algo modificadas por las substancias diferentes del agua y del alcohol que pueda contener un líquido; de modo que en los vinos, sidras, cervezas, vinazas, etc., sus indicaciones no son más que aproximadas.

Vinómetro Delaunay. — Este aparatito no es más que el licómetro de Musculus que queda descrito; pero el tubo capilar, en vez de estar vertical, está acodado y toma una dirección oblicua. Este aparato tiene todos los inconvenientes del licómetro, pero en menor grado.

Es un instrumento muy pequeño y manuable, que para los ensayos en que no se necesite una gran precisión es ventajoso, pues aun en líquidos muy azucarados indica la riqueza alcohólica con menos de medio grado de error.

La disposición que se da á este aparato es la siguiente: á una probeta pequeña y de vidrio se adapta un tapón de caucho con dos agujeros, uno redondo y central por donde pasa el tubo capilar, y el otro lateral que sirve para la libre entrada del aire. El tubo capilar es de vidrio, de unos 5 milímetros de diámetro exterior, y con el canal central de menos de un milímetro. Dicho tubo, acodado y con la rama superior oblicua, está graduado de 0° á 20° experimentalmente.

Para servirse de este aparato se llena la probeta por medio de un embudito, cuidando no destaparla, pues entonces se altera la graduación del tubo capilar. El líquido alcohólico que se analiza debe ponerse en tal cantidad que, al tocar la superficie libre el extremo inferior del tubo capilar, ascienda un poco el líquido por el interior de dicho tubo. Entonces se absorbe un poco con la boca por el otro extremo, repitiendo dos ó tres veces la operación sin tocar al tubo. Entonces se levanta éste un poco, de modo que la extremidad inferior quede fuera del líquido, y se absorbe por cuarta vez, viendo en seguida descender la columna y observando en qué grado se detiene. La operación debe repetirse dos ó tres veces, haciendo girar el pie de la probeta por si el plano de la mesa donde se trabaja no es perfectamente horizontal. En caso de notarse diferencia en los diversos ensayos, se toma el término medio de los resultados obtenidos.

Debe tomarse la temperatura por medio de un termómetro adjunto al aparato, para hacer la corrección correspondiente por medio de una tabla que acompaña.

Debe cuidarse que el aparato esté siempre bien limpio, como condición indispensable para que las indicaciones sean las debidas; por lo cual, después de cada operación, debe lavarse bien la probeta y el tubo capilar.

Enómetro de Berquier y Limousin.—Este instrumento está fundado en el principio siguiente: Si en un tubo de un milímetro de diámetro, abierto por su extremidad superior y afilado por la inferior, de manera que presente un orificio capilar, se introduce sucesivamente una columna de igual altura de líquidos diferentes entre sí por su densidad, se observará que si se deja salir por la extremidad afilada igual número de gotas de cada uno de los líquidos, el excedente que quede en el tubo ocupa alturas muy diferentes para los distintos líquidos. Esto demuestra que las gotas varían mucho de volumen, según los líquidos á que correspondan. Entre el agua y el alcohol esta diferencia es muy considerable, y permite graduar una escala, cuyo 0 correspondiente al agua pura distará sobre el tubo de un milímetro de diámetro unos 20 centímetros del 0 correspondiente al alcohol absoluto. Las mezclas de agua y alcohol darán alturas intermedias entre las del agua y del alcohol puro, y tanto más próximas á las de éste cuanto mayor sea la proporción de alcohol que dichas mezclas contengan.

En virtud de este principio, el instrumento se ha construído en la disposición que indican las figuras adjuntas, que representan el aparato de frente (figura 17) y de perfil (figura 18).

Consta de un tubo de vidrio *C*, de 30 centímetros de longitud y de un diámetro interior de un milímetro. Por su extremidad superior *D*, se encorva á la lámpara formando una especie de pico, el cual se termina en un orificio capilar. Por la otra extremidad, ó sea la inferior, se encorva también el tubo en ángulo recto, pero en sentido inverso al pico de la extremidad superior. Al extremo de la parte inferior del tubo, así encorvada, se fija una pelotita hueca de caucho *O*, análoga á la que llevan los cuentagotas ordinarios usados en los laboratorios y en las artes. El tubo así preparado se fija sobre una plancha horizontal que lleve en la parte inferior una cajita *G*, donde queda encajada y sujeta la bola de caucho. En el fondo de la cajita *G*, va una placa movable *H*, que por medio de un tornillo micrométrico *V*, puede ascender ó descender, comprimiendo ó aflojando la bola de caucho, según

el sentido en que se haga girar el tornillo, produciendo un movimiento de salida en un caso y de aspiración en otro, de un líquido contenido en el tubo ó en comunicación con éste.

Para graduar el instrumento se fija sobre la plancha á que va sujeto el tubo, una regla *A B*, que servirá de escala. Se comprimi-

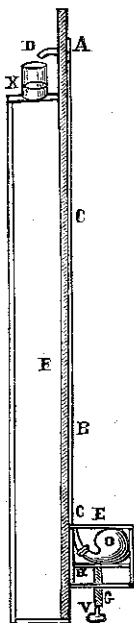


Figura 17.

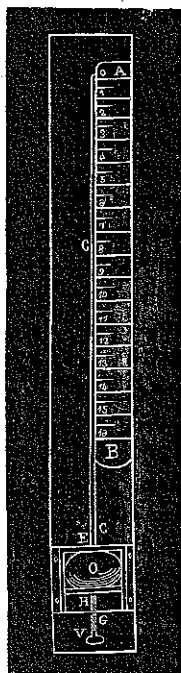
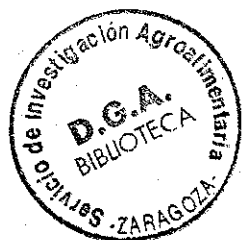


Figura 18.



me un poco la bola de caucho por medio del tornillo micrométrico, y se sumerge la extremidad del pico *D*, en una probetita *X* que contenga agua destilada. Se afloja entonces la bola de caucho haciendo girar el tornillo en sentido contrario, y el agua penetrará en el tubo haciéndola llegar hasta un sitio en que se marca el 0. Entonces se separa un poco la probetita *X* del pico *D*, colocándola un poco más baja, y se hace girar lentamente el tornillo *V*, de modo que comprimiendo la bola de caucho haga salir diez gotas de agua por el orificio capilar del pico *D*. Puede observarse entonces que la columna de agua que queda en el tubo apenas mide 2 centímetros de longitud. Expulsada después el agua, lavado el tubo por aspiración y es-

pulsión con alcohol absoluto, y repetida con éste la misma operación que se hizo con el agua destilada, se verá que la columna de alcohol dentro del tubo, después de haber expulsado diez gotas, tiene una extensión de 18 á 20 milímetros.

Operando de la misma suerte con líquidos alcohólicos valorados, ó sea de riqueza alcohólica conocida, se observa que la longitud de la columna líquida, después de la expulsión de las diez gotas, se halla siempre en relación constante con su riqueza alcohólica, pudiéndose así ir fijando en la regla *AB* las cifras correspondientes á estos grados de riqueza en los puntos que correspondan á las diferentes alturas de la columna dentro del tubo; y de este modo, cuando se opere con un líquido alcohólico de graduación desconocida, la longitud de su columna, medida sobre la regla *AB*, indicará el grado alcohólico del líquido que se ensaya. La regla *AB* es movable y puede correr á lo largo del tubo, evitándose así tablas de corrección de temperatura. Para ello se debe en cada operación determinar el punto en que se detiene la columna de agua destilada después de la salida de las diez gotas, y cuidando después tomar el líquido que se ensaya á la misma temperatura que el agua destilada.

Debe también tomarse la precaución, antes de proceder á un ensayo, de lavar el instrumento un par de veces con el líquido que se trata de ensayar, después de haber operado con el agua destilada. El objeto es evitar que las mínimas porciones de agua que puedan quedar adheridas á las paredes interiores del tubo, alteren el grado alcohólico del líquido que se va á examinar después.

La más pequeña porción de alcohol basta para producir en la longitud de la columna una diferencia considerable. Puede observarse, en efecto, que entre el agua pura y un líquido alcohólico que contenga un 1 por 100 de alcohol, se observa una diferencia de longitud de 3 centímetros, de suerte que este instrumento puede apreciar muy distintamente quintos de grado.

Las materias extractivas contenidas en los vinos y en algunos aguardientes, parece que no ejercen influencia sensible en la marcha del instrumento que da con dichos productos las mismas indicaciones que daría con mezclas de agua y alcohol que tuviesen la misma riqueza alcohólica.

Este instrumento es muy preciso para líquidos que contengan cantidades pequeñas ó moderadas de alcohol, y por su misma exactitud no es tan aplicable ni fácil de manejar cuando se aplica á espíritus de alto grado.

Pipeta cuenta gotas de Duclaux y Sallerón.—Si se mezcla alcohol con agua, la densidad de ésta disminuye, y al mismo tiempo su tensión superficial; por consiguiente, la mezcla dejará correr por un orificio estrecho *más gotas* que el agua pura, aumentando el número de gotas á medida que la proporción del alcohol sea mayor. Con orificios de un mismo diámetro, el número de gotas es siempre el mismo para una misma mezcla alcohólica, y las diferencias de unas mezclas á otras son bastante grandes para que puedan utilizarse para determinar con bastante precisión la riqueza alcohólica de un líquido espirituoso.

Duclaux emplea una pipeta cuenta-gotas de 5 centímetros, y la llena con el vino, sidra, ó el líquido alcohólico cualquiera que se quiere ensayar; se deja después salir el líquido de la pipeta, y por el *número de gotas* se determina la fuerza alcohólica, con el auxilio de tablas para corregir los efectos de las diversas temperaturas. Duclaux pretende que por este medio puede determinarse exactamente la riqueza alcohólica de los vinos y líquidos análogos, sin necesidad de la destilación previa. Sin embargo, la presencia de algunas substancias extrañas al agua y al alcohol, que siempre se encuentren en tales clases de líquidos, pueden influir un poco en que la precisión del procedimiento no sea tanta como su autor indica.

He aquí ahora la tabla de Duclaux, que expresa, para las diversas temperaturas, la relación entre la fuerza alcohólica de un líquido y el número de gotas que da:

ALCOHOL POR 100	TEMPERATURAS							
	5°	5,7	10	12,5	15	17,5	20	22,5
	Gotas	Gotas	Gotas	Gotas	Gotas	Gotas	Gotas	Gotas
Vino al 3 por 100	117,0	117,5	118,0	119,0	119,5	120,5	122,0	123,0
— 4	121,0	121,5	122,5	123,0	124,0	125,0	126,5	127,5
— 5	125,0	125,5	126,0	127,0	128,5	129,5	130,5	132,0
— 6	128,5	129,5	130,5	131,5	132,5	134,0	135,0	136,5
— 7	132,5	133,5	134,5	136,0	137,0	138,0	139,5	141,0
— 8	136,5	138,0	139,0	140,0	141,0	142,5	144,0	145,5
— 9	141,0	142,0	143,0	144,0	145,5	147,0	148,5	150,0
— 10	144,5	145,5	147,0	148,0	149,5	151,0	152,5	154,0
— 11	148,5	149,5	150,5	152,0	153,5	155,0	156,5	158,0
— 12	151,5	153,0	154,5	156,0	155,5	159,0	160,5	162,0
— 13	155,5	157,0	158,5	160,0	161,5	163,0	165,0	166,0
— 14	159,5	161,0	162,5	164,0	165,5	167,0	168,5	170,0
— 15	163,0	164,5	166,0	167,5	169,0	170,5	172,0	174,0

Sallerón ha modificado el procedimiento con objeto de obtener resultados más exactos; se pesa un número determinado de gotas, y del peso resultante se deduce la cantidad de alcohol. En las mezclas de alcohol y de agua, el peso de las gotas *disminuye* á medida que la proporción de alcohol aumenta, y de tal suerte, que las diferencias cambian para cada grado. En las mezclas en que predomina el agua, estas diferencias son muy considerables, como puede verse por la tabla siguiente, formada por el mismo Sallerón:

Riqueza alcohólica centesimal.	Peso de 20 gotas.	Diferencias.
0	1gr.,000	0,000
2	0,940	0,060
3	0,895	0,045
4	0,826	0,037
5	0,797	0,032
14	0,640	0,000
15	0,630	0,010
16	0,617	0,013

Según esta tabla, la determinación del alcohol en los líquidos débiles debe dar resultados muy exactos aplicando este método. Este puede emplearse asimismo directamente en los vinos, sidras y otros materiales alcohólicos, pudiendo conocerse así inmediatamente, sin necesidad de destilarlos, la cantidad de alcohol que puedan suministrar.

Efectivamente; de las experiencias hechas por el mismo Sallerón, resulta que

Una gota de agua destilada á 15° C., pesa.....	50 miligramos.
Una gota de agua azucarada al 10 por 100 y á 15° C.....	50 —
Una gota de agua azucarada al 20 por 100 y á 15° C.....	50 —
Una gota de agua azucarada al 40 por 100 y á 15° C.....	50 —

De modo que el azúcar disuelto en el agua no cambia el peso de las gotas, lo cual indica que éstas son naturalmente tanto menores cuanto más espesa es la disolución. Del mismo modo se ha visto que el alcohol de 86° da gotas del mismo peso (16 miligramos) que todas las tinturas preparadas con alcohol de la misma fuerza.

Resulta de todo esto que hay muchas sustancias que, disueltas en el agua, no ejercen influencia en el peso de las gotas. El vino, la sidra y líquidos análogos no pueden considerarse como simples mezclas de alcohol y de agua, porque contienen además en disolución otras muchas sustancias que modifican notable-

mente su densidad, y esta es la razón por la cual no puedan aplicarse directamente los areómetros á la determinación de la riqueza alcohólica de dichos líquidos. En cambio el peso de las gotas no es influido por las materias en disolución, y sí sólo por la proporción en que está el alcohol; de aquí, pues, que el método de Sallerón, empleando su cuenta-gotas y determinando el peso de éstas, pueda aplicarse con bastante exactitud á la determinación directa de la riqueza alcohólica de toda clase de líquidos.

Sin embargo, este procedimiento tiene el inconveniente de exigir el uso de una balanza muy delicada, aparato muy caro, y cuyo manejo exige mucho cuidado é inteligencia. Esta circunstancia hace muy poco práctico este procedimiento.

Determinación del alcohol por medio del peso.—Se puede determinar también la cantidad absoluta de alcohol contenida en un líquido hidroalcohólico, ó sea en una mezcla de alcohol y agua, por medio del peso, haciendo aplicación de la tabla adjunta, que indica para cada grado del alcoholómetro los volúmenes que corresponden á 100 kilogramos de líquido alcohólico:

Tabla que muestra los volúmenes que corresponden á 100 kilogramos de un líquido espirituoso (mezcla de alcohol y agua), según el grado alcohólico que marque.

Grado aparente del alcoholómetro	Volumen correspondiente á 100 kilogs.	Diferencias	Grado aparente del alcoholómetro	Volumen correspondiente á 100 kilogs.	Diferencias
0	1,0008	0,0015	45	1,0602	0,0022
1	1,0023	0,0015	46	1,0622	0,0021
2	1,0038	0,0014	47	1,0643	0,0020
3	1,0052	0,0014	48	1,0663	0,0022
4	1,0066	0,0014	49	1,0685	0,0022
5	1,0080	0,0013	50	1,0707	0,0021
6	1,0093	0,0013	51	1,0728	0,0024
7	1,0116	0,0012	52	4,0752	0,0023
8	1,0118	0,0014	53	1,0775	0,0023
9	1,0132	0,0011	54	1,0798	0,0025
10	1,0143	0,0011	55	1,0823	0,0024
11	1,0154	0,0013	56	1,0847	0,0025
12	1,0167	0,0010	57	1,0872	0,0025
13	1,0177	0,0013	58	1,0897	0,0026
14	1,0190	0,0010	59	1,0923	0,0026
15	1,0200	0,0010	60	1,0949	0,0027
16	1,0210	0,0011	61	1,0976	0,0028
17	1,0221	0,0010	62	1,1004	0,0028
18	1,0231	0,0010	63	1,1032	0,0028
19	1,0241	0,0010	64	1,1060	0,0028
20	1,0251	0,0011	65	1,1088	0,0028
21	1,0262	0,0011	66	1,1116	0,0030
22	1,0273	0,0010	67	1,1146	0,0030
23	1,0283	0,0010	68	1,1176	0,0030
24	1,0293	0,0013	69	1,1206	0,0030
25	1,0306	0,0012	70	1,1236	0,0032
26	1,0318	0,0011	71	1,1268	0,0031
27	1,0329	0,0011	72	1,1299	0,0034
28	1,0340	0,0012	73	1,1333	0,0033
29	1,0352	0,0012	74	1,1366	0,0034
30	1,0364	0,0013	75	1,1400	0,0034
31	1,0377	0,0013	76	1,1434	0,0035
32	1,0390	0,0013	77	1,1469	0,0036
33	1,0403	0,0014	78	1,1505	0,0036
34	1,0417	0,0015	79	1,1541	0,0036
35	1,0432	0,0014	80	1,1577	0,0037
36	1,0446	0,0015	81	1,1614	0,0038
37	1,0461	0,0016	82	1,1652	0,0040
38	1,0477	0,0016	83	1,1692	0,0040
39	1,0493	0,0017	84	1,1732	0,0040
40	1,0510	0,0017	85	1,1172	0,0041
41	1,0527	0,0018	84	1,1813	0,0042
42	1,0545	0,0019	87	1,1855	0,0044
43	1,0564	0,0019	88	1,1899	0,0046
44	1,0583	0,0019	89	1,1945	0,0047

Grado aparente del alcoholómetro	Volumen correspondiente á 100 kilogs.	Diferencias	Grado aparente del alcoholómetro	Volumen correspondiente á 100 kilogs.	Diferencias
90	1,1992	0,0047	96	1,2314	0,0061
91	1,2041	0,0049	97	1,2378	0,0064
92	1,2090	0,0049	98	1,2446	0,0068
93	1,2143	0,0053	99	1,2517	0,0071
94	1,2197	0,0054	100	1,2594	0,0077
95	1,2253	0,0056			

Para ello se procede del modo siguiente:

Supóngase que se tiene una masa de líquido espirituoso contenida en un envase cualquiera, en una barrica, por ejemplo, no conociéndose el volumen de la masa líquida. Para determinar por el peso cuál sea dicho volumen y la cantidad real de alcohol absoluto contenido en el líquido, se pesa por medio de una báscula la barrica con su contenido; se rebaja del peso hallado la tara ó peso de la barrica vacía; se toma una pequeña porción del líquido alcohólico, y en una probeta de cristal á propósito se sumerge el alcoholómetro centesimal, y se toma el grado aparente que marque, sin preocuparse de la temperatura por el pronto.

Con estos datos hay lo suficiente para obtener el resultado que se desea; ejemplo:

Peso bruto de la barrica con el líquido alcohólico ..	528,400 kilogramos.
Tara de la barrica	90,600 —
	<hr/>
Peso neto del líquido	<u>437,800</u> kilogramos.
Grado alcohólico aparente	68°,5
Acudiendo ahora á la tabla adjunta, se ve que el volumen líquido correspondiente á 100 kilogramos para un grado aparente de 68° es.	111,76 litros.
Y el volumen correspondiente á 0,5° es:	0,15 —
	<hr/>
<i>Total</i>	<u>111,91</u> litros.

El volumen de la masa líquida contenida en la barrica, y que pesa 437,800 kilogramos, será:

$$\frac{437,800 \times 111,91}{100}, \text{ ó sea } 489,94 \text{ litros}$$

Si la temperatura del líquido al sumergirse el alcoholómetro fuese 15°, la riqueza alcohólica observada no necesitaba correc-

ción alguna; pero si la temperatura fuese diferente, se practicaría dicha corrección por medio de las tablas. Suponiendo que la temperatura observada fuese 12°, se tendría que los 68°,5 marcados en el alcohómetro á dicha temperatura, corresponderían á 69,7° á la temperatura de 15°. Esto quiere decir que en la barrica se hallaban contenidos 489,94 litros de aguardiente de 69,7°, y la cantidad de alcohol absoluto sería

$$\frac{489,94 \times 69,7}{100} = 341,48 \text{ litros.}$$

Este procedimiento no es aplicable rigurosamente más que á líquidos espirituosos que no contengan materias extrañas, especialmente jarabes, pues entonces las indicaciones del alcohómetro son, como ya se sabe, muy distintas de las que corresponden á la verdadera riqueza alcohólica del líquido.

Determinación de la riqueza alcohólica de un líquido en muy pequeña cantidad.—Puede darse el caso de tener como muestra de un espíritu una cantidad tan pequeña que no pueda emplearse ninguno de los procedimientos descritos, por lo menos los más prácticos y exactos, como son la aplicación de los areómetros. En este caso hay dos procedimientos para determinar el grado alcohólico: uno científico y muy exacto, pero poco práctico para la generalidad de las personas dedicadas á la fabricación y venta de este artículo; el otro no es más que aproximado, pero muy fácil de efectuar por todo el mundo.

Consiste el primer método en determinar la densidad del espíritu por medio de un areómetro especial que usan los físicos, y que se denomina *densímetro de Rousseau*, para emplear el cual no se necesita más que un centímetro cúbico del líquido que se ensaya, y después, una vez determinada la densidad á una temperatura dada, ver por las tablas á qué riqueza alcohólica corresponde.

El segundo método no estriba más que en determinar el grado de inflamabilidad del líquido después de haber impregnado con él un poco de papel secante; si después de haber ardido el alcohol el papel se quema á su vez fácilmente, el espíritu tiene una riqueza alcohólica superior á 80°; si, por el contrario, el papel se inflama con dificultad, es que el grado está comprendido entre 75 y 80; y, en fin, si no se llega á inflamar de ningún modo, es que la graduación es inferior á 73 ó 74°. Este método está fundado en que los alcoholes débiles dejan el papel impregnado de bastante cantidad de agua, que se opone á la combustión.

Con esto quedan expuestos todos los métodos y aparatos más importantes para determinar el grado alcohólico de un líquido, ó sea el capítulo de *alcoñometría*. Bueno es indicar que de todos los procedimientos alcohométricos, el que más se usa en la actualidad es aplicar el alcoholómetro de Gay-Lussac, y si el líquido no es una simple mezcla de agua y alcohol, se destila previamente empleando el alambique Sallerón. Los ebulloscopos modernos de Malligand, Sallerón y Amagat, ofrecen también medio excelente de determinar la fuerza alcohólica de un líquido; pero el uso de estos aparatos no se ha generalizado todavía.

CAPÍTULO III

MEZCLAS DE ALCOHOLES

§ I —Rebaja del grado de un alcohol

Son problemas muy frecuentes en el comercio de alcoholes, el tener que rebajar el grado de un alcohol añadiéndole agua ó un alcohol más débil; ó bien por el contrario aumentar el grado de un espíritu flojo añadiéndole otro alcohol de fuerza superior. Estos problemas tienen mucha importancia para el fabricante á quien pueden pedirle en un momento dado una partida de aguardiente ó espíritu de cierta graduación que no tengan los que guarde en sus almacenes. Conviene, pues, tratar muy detalladamente la resolución de los dos casos.

I. Rebaja del grado de un alcohol.—El problema que hay que resolver es: hallar el volumen de agua que hay que añadir á un espíritu para rebajarlo á un grado determinado.

Para conocer los volúmenes de agua y de espíritu de fuerte graduación que se necesitan mezclar para obtener una cantidad determinada de aguardiente de un grado más bajo y también determinado, es menester multiplicar el volumen que se quiera obtener por el grado á que ha de resultar el aguardiente, y dividir después el producto por el grado del espíritu que se rebaja; el cociente de esta división indica el número de litros de espíritu, y lo que falta para formar el total representa la cantidad de agua.

He aquí algunos ejemplos:

1.º Se trata de obtener 658 litros á 50º con el alcohol á 95º; ¿qué cantidad de espíritu y de agua será necesario emplear?

Volumen dado	658
Grado que se ha de obtener	50
Grado del espíritu que se rebaja	95

$$658 \times 50 : 95 = 346,31$$

$$658 - 346,31 = 311,69$$

Se necesitarán 346 litros 31 centilitros de espíritu de 95° y 311 litros 69 centilitros de agua.

2.º Se desean obtener 1.000 litros á 48° con alcohol de 85°; ¿qué cantidad de espíritu y de agua serán necesarios?

$$1000 \times 48 : 85 = 564,70$$

$$1000 - 564,70 = 435,30$$

Se necesitarán 564 litros 70 centilitros de espíritu de 85° y 435 litros 30 centilitros de agua.

En vez de emplear el agua, puede suceder que la mezcla se haga con aguardientes ó alcoholes de baja graduación

Véanse también dos ejemplos:

1.º Se trata de reducir á 50° con alcoholes de 20° una pipa de 630 litros de espíritu de 95°; ¿qué cantidad de alcohol de 20° será necesaria?

Se toma la diferencia entre el grado superior y el que se quiera obtener; se multiplica esta diferencia por el número de litros del espíritu á reducir ó rebajar, y este producto se divide por la diferencia entre el grado del alcohol débil y el del que se quiera obtener:

$$95 - 50 = 45$$

$$50 - 20 = 30$$

$$630 \times 45 : 30 = 945$$

Serán necesarios 945 litros de alcohol á 20° para rebajar 630 litros de 85° al grado de 50, lo cual formará un total de 1.575 litros.

2.º Se quieren reducir 325 litros de alcohol de 66°, la graduación de 50° empleando un alcohol débil de 22°; ¿qué cantidad de este último se necesitará para este efecto?

$$66 - 50 = 16$$

$$50 - 22 = 28$$

$$325 \times 16 : 28 = 185,71$$

Serán necesarios 185 litros 71 centilitros de alcohol á 22° para reducir 325 litros de 66° al de 50°, lo que da un total de 510 litros 71 centilitros de alcohol á 50°.

Todos estos cálculos están hechos sin contar la contracción, ó

sea la disminución de volumen que se verifica por la mezcla del agua con el espíritu. Esta contracción varía con la temperatura, con la fuerza alcohólica del espíritu empleado y con las cantidades de alcohol y de agua que se mezclan. Como término medio, se calcula que esta contracción es de 3,5 por 100. El Sr. Rudberg ha construido la tabla siguiente, que indica las contracciones observadas á la temperatura de 15°, para todas las graduaciones alcohólicas de 0° á 100°:

100 litros de alcohol puro y 0 litros de agua se contraen 0.000 litros.

95	—	5	—	1,018
90	—	10	—	1,094
85	—	15	—	2,047
80	—	20	—	2,087
75	—	25	—	3,019
70	—	30	—	3,044
65	—	35	—	3,615
60	—	40	—	3,073
55	—	45	—	3,077
50	—	50	—	3,745
45	—	55	—	3,064
40	—	60	—	3,044
35	—	65	—	3,014
30	—	70	—	2,072
25	—	75	—	2,024
20	—	80	—	1,072
15	—	85	—	1,020
10	—	90	—	0,072
5	—	95	—	0,031

Con objeto de evitar á los industriales y fabricantes toda clase de cálculos, formó Gay-Lussac unas tablas especiales, que llamó *Tablas de dilución*, y que sirven para dar á conocer inmediatamente y sin cálculo alguno el volumen de agua que hay que añadir á 1.000 unidades de un alcohol de una fuerza dada para rebajarlo á otra fuerza inferior, teniendo en cuenta la contracción que se verifica en cada caso.

En estas tablas de dilución los números de la primera columna vertical representan los grados de los líquidos espirituosos que se intentan rebajar, estando incluidos desde 31 á 90° centesimales; y los números de la primera línea horizontal indican los grados alcohólicos que se desean obtener. Las cifras colocadas en la intersección de las columnas horizontal y vertical, encabezadas por los números que correspondan á cada caso, indican la cantidad de agua que hay que emplear para la dilución.



Averiguada la cantidad que corresponde á los 1000 litros, es fácil calcular lo que corresponde á los 450 por medio de la proporción siguiente:

$$1000 : 445 :: 450 : x; \text{ de donde } x = \frac{450 \times 445}{1000}$$

De modo que multiplicando 450 por 445, y dividiendo el producto por 1000, se obtendrá la cantidad buscada, que es 210,25 litros, ó sea 210 litros y cuarto de litro. Esta será, pues, la cantidad de agua que hay que añadir á los 450 litros de alcohol de 85° para rebajarlos á 60°.

Si se tiene un aguardiente de un grado elevado y se quiere reducir á otro de menor grado, por medio de las tablas siguientes se puede obtener también la cantidad de agua y aguardiente concentrado que es necesario emplear para obtener un hectolitro de aguardiente rebajado:

Cantidades de agua y aguardiente concentrado á emplear para obtener un hectolitro de aguardiente reducido.

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	60°		59°	
	Aguardiente	Agua	Aguardiente	Agua
	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>
75°	79,05	20,95	77,70	22,30
74°	80,19	19,81	78,80	20,21
73°	81,37	18,63	79,93	20,07
72°	82,65	17,35	81,17	18,83
71°	83,82	16,18	82,37	17,63
70°	85,03	14,97	83,61	16,39
69°	86,35	13,65	84,88	15,12
68°	87,71	12,29	86,21	13,79
67°	89,04	10,96	87,48	12,52
66°	90,49	9,51	88,89	11,11
65°	91,91	8,09	90,33	9,67
64°	93,44	6,56	91,83	8,17
63°	95,05	4,95	93,37	6,63
62°	96,52	3,48	94,96	5,04
61°	98,32	1,68	96,61	3,39
60°	»	»	98,23	1,77

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	58°		57°	
	Aguardiente <i>Litros Cents</i>	Agua <i>Litros. Cents.</i>	Aguardiente <i>Litros. Cents.</i>	Agua <i>Litros. Cents.</i>
75°	76,33	23,67	75,02	24,98
74°	77,46	22,54	76,04	23,96
73°	78,55	21,45	77,16	22,84
72°	79,68	20,32	78,30	21,70
71°	80,90	19,10	79,42	20,58
70°	82,10	17,90	80,65	19,35
69°	83,33	16,67	81,90	18,10
68°	84,66	15,34	83,15	16,85
67°	85,98	14,02	84,48	15,52
66°	87,32	12,68	85,76	14,24
65°	88,73	11,27	87,18	12,82
64°	90,17	9,83	88,65	11,35
63°	91,74	8,26	90,09	9,91
62°	93,29	6,71	91,52	8,48
61°	94,87	5,13	93,19	6,81
60°	96,52	3,48	94,78	5,22
59°	98,23	1,78	96,43	3,57
58°	»	»	98,23	1,77

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	56°		55°	
	Aguardiente	Agua	Aguardiente	Agua
	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>
75°	73,63	26,37	72,30	27,70
74°	74,68	25,32	73,31	26,69
73°	75,75	24,25	74,40	25,60
72°	76,86	21,14	75,47	24,53
71°	78,00	22,00	76,57	23,43
70°	79,17	20,83	77,75	22,25
69°	80,03	19,97	78,92	21,08
68°	81,65	18,35	80,16	19,84
67°	82,91	17,09	81,41	18,59
66°	84,24	15,76	82,71	17,29
65°	85,61	14,39	84,03	15,97
64°	86,95	13,05	85,39	14,61
63°	88,42	11,58	86,80	13,20
62°	89,92	10,08	88,26	11,74
61°	91,49	8,51	89,76	10,24
60°	93,10	6,90	91,33	8,67
59°	94,68	5,32	92,93	7,07
58°	96,43	3,57	94,60	5,40
57°	98,13	1,87	96,33	3,67
56°	»	»	98,13	1,87

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	54°		53°	
	Aguardiente	Agua	Aguardiente	Agua
	<i>Litros. Centis.</i>	<i>Litros. Centis.</i>	<i>Litros. Centis.</i>	<i>Litros. Centis.</i>
75°	70,97	29,03	69,58	30,42
74°	71,96	28,04	70,62	29,38
73°	73,00	27,00	71,63	28,37
72°	74,07	25,93	72,67	27,33
71°	75,13	24,87	73,74	26,26
70°	76,27	23,73	74,60	25,40
69°	77,45	22,55	75,98	24,02
68°	78,66	21,34	77,16	22,84
67°	79,87	20,13	78,37	21,63
66°	81,16	18,84	79,61	20,39
65°	82,43	17,57	80,84	19,16
64°	83,83	16,17	82,16	17,84
63°	85,17	14,83	83,54	16,46
62°	86,58	13,42	84,96	15,04
61°	88,10	11,90	86,43	13,57
60°	89,69	10,31	87,51	12,49
59°	91,33	8,67	89,44	10,56
58°	92,85	7,15	90,90	9,10
57°	94,51	5,49	92,76	7,24
56°	96,33	3,67	94,42	5,58
55°	98,13	1,87	96,24	3,76
54°	»	»	98,13	1,87

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	52°		51°	
	Aguardiente	Agua	Aguardiente	Agua
	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>
75°	68,25	31,75	66,59	33,41
74°	69,24	30,76	67,48	32,52
73°	70,22	29,78	68,06	31,94
72°	71,26	28,74	69,15	30,85
71°	72,30	27,70	70,92	29,08
70°	73,42	26,58	71,88	28,12
69°	74,51	25,49	73,04	26,96
68°	75,69	24,31	74,17	25,83
67°	76,86	23,14	75,30	24,70
66°	78,01	21,99	76,57	23,43
65°	79,36	20,64	77,88	22,17
64°	80,62	19,38	79,07	20,93
63°	81,98	18,12	80,32	19,68
62°	83,31	16,69	81,68	18,32
61°	84,74	15,26	83,05	16,95
60°	86,23	13,77	84,51	15,49
59°	87,71	12,29	85,98	14,02
58°	89,30	10,70	87,55	12,45
57°	90,90	9,10	89,12	10,88
56°	92,67	7,33	90,86	9,14
55°	94,34	5,66	92,59	7,41
54°	96,19	3,81	94,37	5,63
53°	98,04	1,96	96,15	3,85
52°	»	»	98,04	1,96

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	50°		49°	
	Aguardiente <i>Litros. Centls.</i>	Agua <i>Litros. Centls.</i>	Aguardiente <i>Litros. Centls.</i>	Agua <i>Litros. Centls.</i>
75°	65,61	34,39	64,26	35,74
74°	66,53	33,47	65,18	34,82
73°	67,47	32,53	66,13	33,87
72°	68,49	31,51	67,06	32,94
71°	69,49	30,51	68,07	31,93
70°	70,52	29,48	69,10	30,90
69°	71,58	28,42	70,12	29,88
68°	72,67	27,33	71,22	28,78
67°	73,80	26,20	72,30	27,70
66°	74,96	25,04	73,47	26,53
65°	76,16	23,84	74,62	25,38
64°	77,39	22,61	75,87	24,13
63°	78,67	21,33	77,10	22,90
62°	80,00	20,00	78,36	21,64
61°	81,36	18,64	79,74	20,26
60°	82,78	17,22	81,10	18,90
59°	84,24	15,76	82,50	17,50
58°	85,76	14,24	84,03	15,97
57°	87,33	12,67	85,54	14,46
56°	88,96	11,04	87,10	12,90
55°	90,65	9,35	88,73	11,27
54°	92,33	7,67	90,49	9,51
53°	94,16	5,84	92,25	7,75
52°	96,06	3,94	94,07	5,93
51°	97,94	2,06	95,95	4,05
50°	»	»	97,94	2,06

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	48°		47°	
	Aguardiente	Agua	Aguardiente	Agua
	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>	<i>Litros. Centls.</i>
75°	62,93	37,07	61,61	38,39
74°	63,81	36,19	62,62	37,38
73°	64,76	35,24	63,37	36,63
72°	65,70	34,30	64,30	35,70
71°	66,66	33,34	65,27	34,73
70°	67,65	32,35	66,26	33,74
69°	68,68	31,22	67,54	32,43
68°	69,73	30,27	68,25	31,75
67°	70,82	29,18	69,30	30,70
66°	71,94	28,06	70,42	29,58
65°	73,09	26,91	71,53	28,47
64°	74,29	25,71	72,68	27,32
63°	75,47	24,53	73,90	26,10
62°	76,74	23,26	75,13	24,87
61°	78,06	21,94	76,31	23,69
60°	79,42	20,58	77,76	22,24
59°	80,84	19,16	79,11	20,89
58°	82,23	17,77	80,51	19,49
57°	83,75	16,25	81,96	18,04
56°	85,33	14,67	83,22	16,78
55°	86,88	13,12	85,03	14,97
54°	88,57	11,43	86,73	13,27
53°	90,33	9,67	88,33	11,67
52°	92,08	7,92	90,09	9,91
51°	93,98	6,02	92,00	8,00
50°	95,87	4,13	93,81	6,19

Grados del aguardiente concentrado	GRADOS DEL AGUARDIENTE Á OBTENER			
	46°		45°	
	Aguardiente <i>Litros. Centls.</i>	Agua <i>Litros. Centls.</i>	Aguardiente <i>Litros. Centls.</i>	Agua <i>Litros. Centls.</i>
75°	60,31	39,69	58,99	41,01
74°	61,77	38,23	59,80	40,20
73°	62,03	37,97	60,68	39,32
72°	62,92	37,08	61,53	38,47
71°	63,85	36,15	62,46	37,54
70°	64,80	35,20	63,37	36,63
69°	65,78	34,22	64,35	35,65
68°	66,80	33,20	65,31	34,69
67°	67,84	32,16	66,31	33,69
66°	68,44	31,50	67,38	32,62
65°	69,97	30,03	68,44	31,56
64°	71,12	28,28	69,51	30,49
63°	72,30	27,70	70,72	29,28
62°	73,52	26,48	72,60	27,40
61°	74,73	25,27	73,09	26,91
60°	76,04	23,96	74,34	25,66
59°	77,39	22,61	75,70	24,30
58°	78,80	21,20	77,04	22,96
57°	80,19	19,81	78,43	21,57
56°	81,69	18,31	79,79	20,21
55°	83,19	16,21	81,36	18,64
54°	84,81	15,19	82,91	17,09
53°	86,43	13,57	84,56	15,47
52°	88,18	11,82	86,20	13,80
51°	89,72	10,08	87,95	12,05
50°	91,82	8,18	89,76	10,24

§ II — Remonta de los alcoholes de poca graduación

El segundo problema que se presenta en la preparación de alcoholes de una fuerza determinada, es aumentar el grado de un espíritu flojo, que es lo que se llama *remontar* un alcohol.

Como para remontar un alcohol débil se necesita mezclarle con un alcohol fuerte, para resolver el problema de que se trata es necesario conocer la fuerza del alcohol que se quiere remontar, la del alcohol fuerte de que se dispone y el grado que se desee para la mezcla.

En este caso, el problema que se trata de resolver es averiguar la cantidad de alcohol fuerte (de riqueza conocida) que hay que añadir á un volumen dado de alcohol débil (de riqueza también conocida) para elevarlo á un grado determinado.

Para resolver este problema se toma la diferencia entre el grado que se trata de obtener y el grado del alcohol débil; se multiplica esta diferencia por el número de litros de alcohol débil que se trata de remontar; se divide este producto por la diferencia entre el grado del alcohol superior y la graduación deseada, y el cociente de esta división da el número de litros de alcohol fuerte que son necesarios para el efecto que se desea.

Se trata, por ejemplo, de remontar 1000 litros de alcohol de 45° hasta los 70°, empleando alcohol de 85°; ¿cuántos litros de éste se necesitarán para conseguirlo?

El problema se resolverá del modo siguiente:

1.° Se toma la diferencia entre 70° que se trata de obtener y 45° del alcohol inferior; esta diferencia es 25.

2.° Se multiplica esta diferencia por 1 000, que son los litros de alcohol débil que se van á remontar; este producto es 25.000

3.° Se divide este producto por la diferencia entre 85°, grado superior, y 70°, grado que se desea obtener. Esta diferencia es 15; dividiendo 25 000 entre 15, resulta 1.666,67.

De modo que el volumen de alcohol de 85° que hay que añadir á 1.000 litros de alcohol de 45° para obtener alcohol de 70° es 1.666 litros y 67 centilitros.

En cuanto al volumen de la mezcla, se supone que es sensiblemente igual á la suma de los volúmenes de los alcoholes mezclados, porque la contracción que experimentan los líquidos espirituosos al mezclarse entre sí es muchísimo menor que cuando se mezcla con agua; de modo que se puede suponer nula dicha contracción para los efectos de la práctica.

Se pueden presentar otros problemas, como puede apreciarse por los ejemplos siguientes:

1.º Se desean obtener 630 litros de alcohol de 50º con alcoholes de 95º y de 20º; ¿qué cantidad de cada uno de estos últimos se necesitará emplear?

Se toma la diferencia entre el grado que se quiera obtener y el del alcohol débil; esta diferencia se multiplica por el volumen que se desea que resulte; se toma en seguida la diferencia entre el grado mayor y el grado que se trata de obtener, y se suman estas dos diferencias, cuyo total sirve para dividir el producto de la multiplicación. El cociente da el número de litros de espíritu de graduación más alta que debe emplearse. Haciendo la sustracción, se obtiene el número de litros necesarios de alcohol débil. En el caso actual, las operaciones serán:

$$\begin{array}{r} 50 - 20 = 30 \\ 95 - 50 = 45 \\ 30 + 45 = 75 \\ 630 \times 30 = 18.900 \\ 18.900 : 75 = 252 \end{array}$$

De donde resulta que serán necesarios 252 litros de espíritu de 95º, que restados de 630, dan 378 litros de alcohol á 21º como cantidad necesaria de este último.

2.º Supóngase que se trata de reducir 325 litros de alcohol á 66º á alcohol de 50º, empleando para ello un alcohol de 22º, dejando sin aplicación el excedente que quede del primero. He aquí las operaciones:

$$\begin{array}{r} 50 - 22 = 28 \\ 66 - 50 = 16 \\ 28 + 16 = 44 \\ 325 + 28 \\ \hline = 206,81 \\ 44 \end{array}$$

Se necesitarán, por lo tanto, 206 litros y 81 centilitros de alcohol de 66º, y 118 litros y 19 centilitros de alcohol de 22º para formar 325 litros de espíritu de 50º, quedando 118 litros y 19 centilitros de alcohol de 66º.

§ III.—Mezcla de alcoholes de distinta graduación

Puede presentarse aún un problema algo más complejo; es á saber: obtener un volumen dado de alcohol de una graduación especial, mezclando agua y varias cantidades de alcoholes de gra-

duaciones diferentes: Un ejemplo pondrá este caso bien en claro:

Supóngase que se quieren obtener 1.000 litros de alcohol de 48°, y se dispone para ello de 89 litros de alcohol de 60°, de 154 litros de 85, de 60 litros de alcohol de 21°, de 40 litros de 50° y de toda la cantidad que sea precisa de agua y de alcohol de 95°; ¿qué cantidad de agua y de espíritu de 95° se necesitará?

Para averiguarlo hay que empezar por deducir la cantidad de alcohol puro ó absoluto que contiene cada uno de los alcoholes que quedan indicados, y hacer el total del alcohol absoluto que resulta para la mezcla, de este modo:

1 000 litros de 48° forman, en alcohol puro, 480 litros.

89 litros de 60° forman	53,40 de alcohol puro.	
154 — de 85°	— 130,90	—
60 — de 21°	— 12,60	—
40 — de 50°	— 20,00	—
343 litros	216,90 de alcohol puro.	

Haciendo la sustracción, se encuentra que hacen falta 657 litros de líquido y 263 litros 10 centilitros de alcohol puro.

Se divide 263,10 por 0,95 que es el grado del alcohol á añadir, y se obtiene un cociente igual á 276,94; esta es la cantidad de espíritu necesario. Haciendo la sustracción, se encontrará la cantidad de agua necesaria.

La prueba de la regla se hace multiplicando los 276 litros 94 centilitros por 0,95, debiendo obtenerse de este modo la misma cantidad de alcohol puro que falta: 263 *litros* y 10 *centilitros*.

Comprobación:

343,00 litros á diferentes grados, formando	216 90 de alcohol.
276,94 — á 95	— — — 263,09 —
380,06 — de agua destilada.	
1 000,00 litros á 48°,	formando 479,99 de alcohol.

De donde se deduce que la operación ha sido bien hecha, pues sólo existe una diferencia de un centilitro (480 — 479,99 = 0,01), que proviene de la supresión de las cifras decimales de tercer orden al tomar el resultado de las operaciones.

Cálculo de la cantidad de alcohol absoluto que hay en un volumen dado de un espíritu. — En el ejemplo anterior se presenta el caso de tener que calcular la cantidad de alcohol absoluto que hay en determinados volúmenes de espíritu de varias graduaciones. Este es un problema muy común en las cuestiones de alcoholes, y que,

aunque muy sencillo, conviene que se especifique bien, á fin de que sea resuelto sin dificultad por todas las personas á quienes interese.

La regla para hacer este cálculo es muy sencilla: se multiplica el volumen dado (expresado en litros, por ejemplo) por el grado alcohólico, y el producto se divide por 100. La cifra obtenida representa el volumen de alcohol absoluto contenido en la cantidad de espíritu dada.

Supóngase, por ejemplo, que se trata de averiguar cuánto alcohol absoluto hay en 89 litros de espíritu de 60°; el raciocinio y el cálculo serán los siguientes:

Cada 100 litros de espíritu de 60° contendrían 60 litros de alcohol absoluto, luego los contenidos en los 89 se hallarán por la siguiente proporción:

$$100 : 60 :: 89 : x, \text{ de donde } x = \frac{89 \times 60}{100};$$

cuya expresión confirma la regla antes dada, pues se ve que hay que multiplicar 89 (número de litros del espíritu dado) por 60, que es su graduación alcohólica, y el producto, que es 5340, dividido por 100; el resultado, 53,40 (53 litros y 40 centilitros) es el alcohol absoluto que hay en los 89 litros de alcohol de 60°.

Mezclas de espíritus de varias procedencias.—En las mezclas de alcoholes hay otras circunstancias muy interesantes que tener en cuenta además de los problemas relativos á la graduación alcohólica, y que conviene indicar aquí, ya que de las mezclas de alcoholes se trata.

Cuando se mezclan con agua los espíritus procedentes de las féculas, cereales, patatas, etc., que no se hayan fabricado y rectificado con esmero, se produce un alcohol rebajado que presenta un olor parecido al del aceite de pescado que ha servido para adobar las pieles, de sebo, de cereales, según su origen, sobre todo si se les ha diluido en nueve partes de agua por una de espíritu á catar.

Cuando estos espíritus son finos y están bien fabricados, el mezclarlos con los procedentes del vino común, les hacen perder su gusto á tierra muy pronunciado, y les hacen aparecer menos comunes, á no ser que los espíritus de vino hayan sido rectificados á un alto grado y convertidos así en neutros, ó bien que provengan de la destilación de vinos escogidos.

Se hace referencia á los espíritus de vino comunes con gusto á terruño demasiado pronunciado y ligeramente ásperos. Los es-

píritus neutros que no tengan ningún gusto particular, dejan notar el olor y el gusto á terruño de los aguardientes con los que se les mezcla, mientras que los espíritus de vino que no tengan gusto particular, dominan en las mismas operaciones y no pueden llenar el mismo objeto. Estos diferentes motivos son los que les hacen ser buscados para las operaciones de los aguardientes finos.

Los espíritus de remolacha rectificadas son muy buenos para las mezclas; pero los llamados extrafinos conservan siempre un gusto que indica su origen, y les hace impropios para el empleo de las mezclas neutras. Se les emplea para las mezclas de los aguardientes más ordinarios, tafias comunes, etc., pero en ningún caso debe emplearse para la mezcla de los aguardientes de vino. Los espíritus extraídos de las mezclas del azúcar de remolacha son preferibles á los que se extraen de las mismas remolachas.

Los aguardientes que proceden directamente de un buen vino, son mucho mejores que los que se obtienen rebajando el grado de un espíritu fuerte de industria, aunque éste se halle completamente exento de olor y sabor.

Algunas veces se suele formar en la mezcla de un aguardiente muy aromático procedente de vino de buen *bouquet*, y de un espíritu neutro rebajado con agua, una gran cantidad de aguardiente de tan buenas condiciones, que, si la operación se practica en circunstancias favorables, podrá pasar por aguardiente procedente de vinos superiores.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE LAS PRIMERAS MATERIAS PARA LA FABRICACIÓN DEL ALCOHOL

§—I. Formación del alcohol

Existe un grupo de substancias neutras llamadas azúcares, de sabor más ó menos dulce, y que por la acción de la levadura de cerveza pueden experimentar, directa ó indirectamente, la fermentación alcohólica, transformándose en alcohol y ácido carbónico.

Pueden los azúcares dividirse en tres secciones, á saber:

Glucosas	$C_{12} H_{12} O_{12}$
Sacarosas	$C_{24} H_{22} O_{22}$
Lactosas	$C_{24} H_{22} O_{22}$

1.º *Glucosas*.—Los azúcares de este grupo fermentan directamente en contacto de la levadura de cerveza; reducen el tartrato cúprico potásico y se descomponen en contacto de los álcalis á la temperatura ordinaria ó á la de 100 grados. Pueden considerarse como primeros aldehidos de los alcoholes hexatómicos, puesto que éstos, perdiendo un equivalente de hidrógeno, se transforman en glucosa. También pueden considerarse como alcoholes supuesto que con los ácidos producen éteres.

Se incluye en este grupo: la *glucosa*, ó azúcar de uva, que es el tipo de estos cuerpos; la *levulosa*, ó azúcar incristalizable; la *manitosa*, resultado de la oxidación de la *manita*, alcohol exadinamo; la *galactosa*, que procede de la lactosa por la acción de los ácidos diluidos; la *sorbina*, azúcar de las bayas del serbal; la *eucalina*, que resulta de la fermentación de la melitosa; la *arabinosa*, que proviene del desdoblamiento de la goma arábiga, y la *inosita*, ó azúcar de la carne muscular.

2.º *Sacarosas*.—No fermentan directamente, sino después de haberse transformado en glucosas; no reducen el tartrato cúprico potásico, ni se descomponen por los álcalis á la temperatura de 100 grados. Hidratándose se convierten en glucosa.

Cada molécula de sacarosa se puede considerar como la reunión de dos moléculas de glucosa con eliminación de dos moléculas de agua. Los principales azúcares de este grupo son: la *sacarosa*, ó azúcar de caña; la *melitosa*, ó azúcar del maná del *Eucaliptus*; la *melicitosa*, azúcar del maná del *Larix europea*, y la *trehalosa*, azúcar que existe en el cornezuelo del centeno.

3.º *Lactosas*.—No fermentan directamente, pero reducen el tartrato cúprico potásico. Se incluye en este grupo la *lactosa*, ó azúcar de leche.

Los cuerpos más interesantes de todos estos grupos son: la *glucosa*, la *levulosa*, la *sacarosa* y la *lactosa*. Este último, ó sea el azúcar de leche, no tiene tampoco importancia industrial para la obtención del alcohol.

La fermentación alcohólica que los azúcares son capaces de experimentar, es, pues, el origen del alcohol ordinario, cuya fabricación es objeto de este Tratado. Por lo tanto, dichos azúcares

deben colocarse á la cabeza de las primeras materias para la fabricación del alcohol.

Hay otra clase de substancias que no son capaces de experimentar la fermentación alcohólica, pero que pueden fácilmente transformarse en azúcar fermentescible, y originar, por lo tanto, el alcohol ordinario correspondiente.

Las substancias que mediante estas transformaciones sucesivas pueden producir alcohol, son muy numerosas y ocupan el primer lugar entre los productos de la vida vegetal; las principales substancias de esta clase son:

- 1.º La dextrina.
- 2.º La fécula ó almidón (substancias amiláceas).
- 3.º La inulina.
- 4.º La liquenina.
- 5.º El mucílago vegetal.
- 6.º Las gomas.
- 7.º La celulosa, tejido vegetal, tejido leñoso.

La *dextrina* es un cuerpo neutro, intermedio, por su composición, entre el almidón y el azúcar. Es un cuerpo que puede prepararse tostando el almidón á menos de 210º ó calentando las materias amiláceas con ácido nítrico muy diluído y á 120º. Existe formada la dextrina en muchos jugos vegetales. Los ácidos diluídos y el fermento llamado diastasa la transforman en glucosa, y en esto estriba su interés para el objeto de este Tratado.

Las *substancias amiláceas* son unos cuerpos organizados, neutros, considerados por los químicos como triglucósidos, compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, insolubles en el agua y que se hallan en muchos vegetales, ya en las semillas (trigo, cebada, arroz, habas, guisantes, judías, etc.), ya en los tubérculos, como en las patatas, ya en los frutos como en las castañas, bellotas, etcétera, ya en las raíces y rizomas cual en el lirio, aro, malva-visco, etc., bien en el tallo de muchas plantas, bien en particular en muchas cortezas.

Reciben en general estas substancias amiláceas el nombre de *féculas*, y se designa con el nombre particular de *almidón* la substancia amilácea obtenida de los granos de los cereales, reservándose el nombre de féculas para las demás y de las que es tipo la obtenida de la patata. Todas tienen la misma fórmula $C_{12} H_{10} O_{10}$, y las mismas propiedades químicas, diferenciándose únicamente en su estructura, siendo diferente la forma y tamaño de sus granos según la planta de que proceden, de suerte que es la observación micrográfica y no los reactivos químicos lo que diferencia entre



si el almidón de trigo, el de arroz, el de maíz, la fécula de patata, de judía, el cacahuete, etc. Se presenta, en general, la fécula, sea cualquiera su procedencia, en forma de un polvo blanco, suave al tacto; los granitos son esferoidales, ovoideos ó poliédricos, de estructura organizada, formados de capas concéntricas y de diferentes tamaños, según el vegetal de que provienen.

La fécula es blanca, inodora, de densidad 1,53, insoluble en el agua, en el alcohol y en el éter; á 100° pierde la mitad del agua que contiene, y si se mantiene la temperatura durante algún tiempo, se hace soluble; entre 160° y 210° se transforma en *dextrina* y á 260° en *pirodextrina*.

Calentada con agua á 70° ó poco más, se hincha sin disolverse, transformándose en una masa gelatinosa llamada *engrudo de almidón*, que con la más pequeña porción de yodo adquiere una coloración azul. Esta reacción sólo se produce en frío, y es tan sensible, que basta para reconocer la más pequeña cantidad de fécula con el yodo y viceversa.

Heivida la fécula con ácidos minerales diluïdos, se convierte primero en soluble, después se hidrata formándose dextrina y glucosa, y, por último, se transforma totalmente en glucosa.

Por la acción de la diastasa, substancia sulfonitrogenada, experimenta la fécula una pseudo-fermentación, hidratándose y desdoblándose en dextrina y una glucosa particular llamada *diglucosa*, *maltosa* ó *azúcar de fécula*, y que es directamente fermentescible como la glucosa ó azúcar de uva. Prosiguiendo la acción de la diastasa, la fécula llega á transformarse totalmente en maltosa.

La *inulina* y la *liquenina* son substancias que tienen la misma composición que las féculas, pero que se diferencian en algunas propiedades muy características, tales como no dar coloración azul con el yodo, sino *parda* la segunda y *amarilla pardusca* la primera. La *liquenina* se obtiene de los *líquenes*, y la *inulina* de los tubérculos de dalia, de la raíz de pelitre, de la de achicorias y de la de émula campánula.

Los *mucilagos* son substancias parecidas á las gomas que se encuentran en las semillas y raíces de algunos vegetales, como la zaragatona, el lino, el membrillo, etc., y también en algunas algas, especialmente en el agar-agar, de los mares de China.

Las *gomas* son productos naturales, exudados por los vegetales bajo la forma líquida, solidificándose después al aire libre. Son substancias neutras, levojiras, solubles en el agua, y que por la

acción de los ácidos diluïdos se transforman en azúcar, lo mismo que los mucílago.

La *celulosa* es una substancia que forma las paredes de las células vegetales tiernas. Mezclada con otras materias, constituye el armazón de la mayor parte de los tejidos vegetales. Existe casi pura en las partes blandas de las raicillas, en el parénquima de las hojas tiernas, en el algodón y en el papel de filtro. Se distinguen varias clases de celulosa, como son la *celulosa* propiamente tal, la *paracelulosa*, la *vasculosa*, la *fibrosa* y la *cutosa*, nombres tomados de las distintas partes del vegetal donde estas modificaciones de la celulosa se encuentran más particularmente.

La celulosa, cuya fórmula es C_{12}, H_{10}, O_{10} , es una substancia sólida, blanca, inodora, insípida, insoluble en el agua, en el alcohol, en el éter y otros disolventes neutros. Es neutra; el ácido clorhídrico diluido, el cloruro de zinc, y los de potasio y sodio, la transforman primero en una substancia analoga á la fécula, que da coloración azul con el yodo, después en dextrosa, y, por último, en glucosa; el ácido sulfúrico concentrado también la ataca, produciendo en frío substancias semejantes al almidón y a la dextrina; y en caliente, glucosa

Por último, puede también producirse alcohol etílico u ordinario por síntesis, es decir, partiendo de los carburos de hidrógeno, y por medio de operaciones químicas. Así el *etileno* puede, por la acción del ácido sulfúrico, transformarse en ácido sulfovínico, y éste á su vez dar alcohol. El químico Berthelot ha intentado fabricar industrialmente alcohol por este medio, pero hasta ahora sin resultados prácticos.

Otro carburo de hidrógeno, el *hidruro de etilo*, puede ser transformado en alcohol. Tratado dicho carburo por el cloro, da un derivado clorado que, bajo la acción de la potasa, produce cloruro potásico y alcohol. El hidruro de etilo se obtiene fácilmente por la acción de una corriente eléctrica débil sobre los acetatos alcalinos, que á su vez se obtienen industrialmente, y en condiciones económicas, con el ácido piroleñoso, procedente de la destilación de las maderas. Resulta así que se puede producir alcohol en condiciones mejores que por el procedimiento de Berthelot. Pero tampoco este medio ha entrado en la categoría de los métodos industriales para obtener alcohol.

También puede obtenerse el alcohol sintéticamente partiendo del acetileno, carburo de hidrógeno, que hoy se obtiene industrialmente en grandes cantidades, muy barato, con destino al alumbrado. Este acetileno puede convertirse fácilmente en bियो-

duro de acetileno, por la acción del ácido yodhídrico, y este biyoduro hervido con agua y zinc produce yoduro de zinc y alcohol etílico.

Resumiendo, pues, todo lo que queda dicho acerca de las materias que pueden considerarse como origen ó fundamentó para la obtención del alcohol, estas materias pueden agruparse de la manera siguiente:

1.º *Substancias azucaradas*, inmediatamente fermentescibles ó alcoholizables, como la glucosa (azúcar de uva) y la maltosa (azúcar de fécula).

2.º *Substancias azucaradas*, no inmediatamente fermentescibles, pero que por la acción de los mismos fermentos, como la levadura de cerveza, experimentan una transformación preliminar que les convierte en azúcar apto para la fermentación. Tal es la sacarosa ó azúcar de caña. Esta transformación preliminar puede también conseguirse por la acción de los ácidos diluidos.

3.º *Substancias no azucaradas*, que no son alcoholizables sino después de un tratamiento con la diastasa; tales son las substancias amiláceas y las inulinas.

4.º *Substancias no azucaradas*, que para ser fermentescibles y alcoholizables, requieren un tratamiento preliminar por los ácidos diluidos; tales son las substancias amiláceas, las inulinas y las materias manósicas y siróxicas que acompañan á la celulosa.

5.º *Substancias no azucaradas*, que necesitan para ser fermentescibles y alcoholizables un tratamiento previo por ácidos concentrados, cual es la celulosa.

6.º *Substancias que producen el alcohol por síntesis directa*, cuales son el etileno del gas del alumbrado y el hidruro de etilo, procedente de los acetatos.

La formación del alcohol con las materias del primer grupo se produce inmediatamente por *fermentación*.

La formación del alcohol con las substancias del 2.º, 3.º, 4.º y 5.º grupo, se consigue mediante dos operaciones: 1.ª, transformación de la substancia en azúcar fermentescible, que es lo que se llama *sacarificación*; y 2.ª, *fermentación* del azúcar producido.

Las substancias del último grupo forman el alcohol por *síntesis química*.

Como este último origen del alcohol, aunque de mucha importancia científica, hoy día no la tiene aún industrial, se prescindirá de él en este Tratado, mencionándolo solamente para dar á conocer su existencia.

En cuanto á las primeras materias que suministran las substancias de todos los demás grupos, se pueden dividir en dos secciones: materias azucaradas y materias no azucaradas, que se estudiarán separadamente.

§ II.—Materias azucaradas

Queda dicho en el párrafo anterior cuáles son los principales azúcares, dónde se forman y sus propiedades más notables. Pero el azúcar, sea de la clase que sea, no debe emplearse en estado libre en la fabricación del alcohol, porque nunca podrá ser ventajoso en la industria el empleo de una primera materia recargada de antemano con gastos de fabricación. Emplear para la obtención del alcohol el azúcar extraído de la caña, de la remolacha, del sorgo, etc., cuando se dispone de estas plantas, sería desconocer los principios más elementales de economía industrial. Por lo tanto, el fabricante de alcohol debe operar, no sobre los azúcares mismos, sino sobre las materias que los contienen.

Para convencerse de la imposibilidad de emplear el azúcar ventajosamente en la fabricación de alcoholes, no hay más que observar que 100 kilogramos de aquella materia valen, tomando una cifra baja, 60 pesetas, y como la expresada cantidad de azúcar produce en buenas circunstancias 50 litros de alcohol á 90°, resulta que cada litro de este líquido sale cargado por la primera materia en 1,5 pesetas, sin contar los gastos de fabricación; siendo así que un hectolitro de alcohol de primera y de 90°, vale sólo en los mercados del país, unos 200 reales, ó sea 2 reales el litro.

Las primeras materias que suministran en condiciones económicas los azúcares para la fermentación, son:

1.º Los jugos azucarados de los tallos de la *caña de azúcar*, del *sorgo*, del *maíz* y del *panizo*; las raíces de la *remolacha*, de la *zanahoria*, del *nabo dulce*, de la *ruta бага* y de la *grama*; los tubérculos de la *pataca*, etc.

2.º Los jugos de los frutos de pepita, como son las *peras*, *manzanas* y *membrillos*.

3.º Los jugos de los frutos de hueso, siendo los más utilizables los de las *ciruelas*, *guindas*, *cerezas*, *visperos* y sus congéneres.

4.º Los jugos de los *higos*.

5.º Las *bayas*, comprendiéndose en este grupo las *uvas*, *gro-*

sellas, moras, frambuesas y algún otro fruto análogo menos importante para el objeto.

6.º Los frutos de tierra azucarados, como son el *melón*, la *calabaza dulce* y sus congéneres.

7.º Las *melazas*.

8.º La *miel*.

Conviene decir dos palabras respecto á cada una de estas primeras materias, indicando sus condiciones y valor económico para la fabricación del alcohol.

Caña de azúcar.—La caña da próximamente de 80 á 90 por 100 de jugo ó *guarapo*, cuya densidad es de 12º, poco más ó menos, y cuya composición es la siguiente, según Peligot:

Azúcar cristalizable.....	20,90
Sales diversas.....	0,17
Materias orgánicas.....	0,23
Agua.....	78,70

La gran aplicación que tiene la caña para la obtención del azúcar hace que no deba considerarse aquélla como primera materia para la fabricación del alcohol, por resultar bastante cara.

El rendimiento teórico en alcohol es de 9,20 en peso por cada cien partes; el rendimiento práctico no pasa de 7,80.

No sucede lo mismo con los restos de la caña después de extraerla por presión el zumo azucarado, los cuales tienen una gran aplicación para la fabricación del ron. Estos restos, llamados *bagazo*, suelen contener de 0,25 hasta 0,33 de azúcar de la planta, ó, lo que es lo mismo, el bagazo de 100 kilogramos de caña retiene próximamente 4, 5 ó 6 kilogramos de azúcar. Este resultado es debido á los procedimientos de extracción sumamente imperfectos seguidos en las colonias. La manera de obtener más rendimiento es extraer el azúcar del bagazo por maceración y poner á fermentar todos los líquidos que marquen entre 6 y 8º, lo cual permite agotar los orujos y no destilar más que los líquidos.

Sorgo.—El sorgo azucarado es una caña de azúcar procedente del Norte de la China, y su cultivo, que ha tenido entusiastas partidarios y fuertes detractores, parece en realidad bastante productivo.

Una hectárea de tierra sembrada de sorgo produce, término medio, 60.000 kilogramos de caña, obteniéndose, por lo tanto, un total de 30.000 kilogramos de jugo de 8 á 9º, cuyo jugo contiene 11,5 por 100 de azúcar, lo que da un total de 3.450 kilogramos por hectárea de cultivo. Pero este azúcar puede considerarse

en dos porciones, á saber: unos 2.400 kilos de azúcar cristalizabile y el resto formando melazas, que son las que, tratadas separadamente, dan un rendimiento alcohólico muy notable. Puede calcularse que, por término medio, de una hectárea plantada de sorgo, pueden obtenerse unos 25 hectolitros de alcohol de 95°, procedente de las melazas indicadas; mas, como aparte de esto, se obtiene el azúcar cristalizabile y otro productos, el rendimiento es indudablemente mayor de lo que á primera vista parece.

M. A. Sicard da, respecto al rendimiento de una hectárea de sorgo, las siguientes cifras, que, aunque referentes al Mediodía de Francia, pueden dar clara idea de la utilidad de esta primera materia, y servir de base para cálculos concretos en cada localidad:

	<u>Pesetas.</u>
2.400 kilogramos de azúcar cristalizabile, á 55 pesetas los 100 kilos	1 320
25 hectolitros de alcohol, á 60 pesetas el hectolitro	1 500
3 800 kilogramos de grano, á 15 pesetas los 100 kilos	450
4 800 kilogramos de bagazo, á 5 pesetas los 100 kilos	240
6 500 kilogramos de paja para sombreros, á 3 pesetas los 100 kilos	195
6 000 kilogramos de hoja, á 3 pesetas los 100 kilos	180
5.000 kilogramos de nudos, á 5 pesetas los 100 kilos	250
	<hr/>
<i>Producto bruto</i>	4.135
<i>Gastos de toda clase</i>	1.135
	<hr/>
BENEFICIO	3 000

El sorgo se cultiva actualmente con éxito en Italia, cerca de Turín, y en América, en los Estados de Ohío, Illinois, la Indiana, el Tennessee, Iowa y Wisconsin.

Maíz.—Impidiendo la fructificación del maíz, cortando las flores masculinas y femeninas á medida que aparecen, los tallos pueden llegar á tener una cantidad regular de azúcar, ó sea del 8 al 10. Estos tallos, partidos con machetes, dan por maceración un jugo azucarado que fermenta muy bien y que da un producto alcohólico muy apreciable por su finura y buenas cualidades. Pero como para obtener este resultado es menester perder el fruto de la planta, puesto que se cortan las espigas antes de que fructifiquen, y si no se cortaran, la cantidad de azúcar contenida en los tallos sería muy pequeña, de aquí el que no convenga en general el cultivo de esta planta para aprovechamiento de los tallos con destino á la industria de los alcoholes. Respecto al empleo de los granos con este mismo objeto, se tratará en su lugar

oportuno al hablar de la utilización de los cereales como primera materia.

Hoy día se ha propuesto por algunos usar como primera materia las tochas del maíz; es decir, los residuos que quedan después de separar los granos de las mazorcas.

Mijo ó panizo.—Las cañas tiernas de mijo y de la mayor parte de los cereales contienen suficiente azúcar y glucosa para que el jugo exprimido ú obtenido por la maceración dé un producto alcohólico de 3 á 5 litros de 90° por cada 100 kilogramos.

Remolacha—La riqueza de la remolacha en azúcar fermentescible es, término medio, la indicada en el siguiente cuadro:

Agua	83,50
Azúcar	10,50
Celulosa.....	0,80
Materias nitrogenadas.....	1,50
Acidos, grasas, sales, etc.....	3,70
<i>Total</i>	<u>100,00</u>

El cultivo de la remolacha es muy conveniente, no tan sólo para destinarla á la fabricación de alcoholes, sino también á la del azúcar.

La fabricación del alcohol de remolacha es una industria esencialmente agrícola, y que debe, por lo tanto, explotarse en el mismo punto en que se cosecha la raíz, y á ser posible, por el mismo cosechero.

Para que pueda formarse una idea de lo lucrativa que puede ser esta industria, conviene indicar algunas noticias económico-industriales sobre la fabricación del alcohol de remolacha.

Una hectárea produce, término medio, 50.000 kilogramos de esta raíz de buena calidad, y aceptando que 100 kilogramos de la misma suelen dar 4 por 100 de alcohol puro y 76 por 100 de residuos, se tendrá que la cosecha de la hectárea podrá dar 20,00 hectolitros de alcohol puro y 38 000 kilogramos de pulpa.

El tratamiento de los 50.000 kilogramos de remolacha importa en una fábrica bien dispuesta 370 pesetas, que corresponden á 18,50 pesetas por hectolitro de alcohol absoluto.

Este cálculo enseña que, por muy cara que saliese la cosecha de los 50.000 kilogramos de remolacha sometidos al tratamiento, siempre resultará que el alcohol con ella obtenido podría venderse á un precio módico, sin contar con el valor de los residuos, que es muy importantísimo en ciertos casos.

Con efecto; cuando estos residuos se han obtenido por cualquiera de los procedimientos que les conservan y aun les aumentan las materias albuminóideas y grasas, son un excelente pienso para el ganado, en tales términos, que la experiencia ha demostrado ser superiores muchas veces á la misma raíz de la que no se le haya extraído el azúcar.

Habiendo diferentes variedades de remolacha, á los explotadores corresponde estudiar en cada caso particular cuál es la más á propósito para el cultivo y rendimiento en azúcar, dado el terreno y clima de que se disponga.

Las remolachas deben conservarse en silos recubiertos de tierra, teniendo cuidado de separarles todas las hojas y raicillas, así como la tierra que tengan adherida; también debe procurarse no causarles herida alguna, para evitar que se descompongan.

Es una cuestión muy importante, y de la cual se tratará más adelante con la extensión debida, el determinar la cantidad de azúcar que tiene un jugo; pero aparte de los procedimientos generales que hay para ello, y que en su lugar oportuno se detallarán, el químico francés Peligot ha indicado un medio especial para averiguar la cantidad de azúcar contenida en una remolacha. Este medio es el siguiente:

Se pesan con cuidado 25 ó 30 gramos de remolachas cortadas en rebanadas muy delgadas, que deben escogerse entre la parte exterior de la raíz y el centro medular, y se las deseca en una cápsula de porcelana, sobre un baño de arena, ó en una estufa á la temperatura de 100° sobre cero. Cuando el residuo es quebradizo y no pierde nada de su peso, se da por terminada la desecación. Pesado este residuo seco, que representa las materias sólidas de la remolacha, se obtiene por diferencia la cantidad de agua que la misma contuviera.

Este residuo seco, reducido á polvo, se trata por alcohol de 89 á 90°, para lo cual se hierva varias veces en el referido alcohol la materia pulverulenta, con objeto de disolver toda la materia azucarada. Se seca después el residuo insoluble en el alcohol y se pesa; restando el peso que resulte, del obtenido antes del tratamiento alcohólico, se tendrá por diferencia el peso del azúcar. Este peso puede obtenerse también directamente, pues evaporando la disolución alcohólica al baño-maría, el residuo fijo que queda es el azúcar.

Este procedimiento es muy sencillo y suficientemente exacto para dar á los fabricantes todas las garantías necesarias, teniendo la ventaja de que, como no se necesita practicar manipulacio-

nes químicas, ni utilizar acción de reactivos, etc., puede efectuarse por personas completamente extrañas á las operaciones y conocimientos químicos.

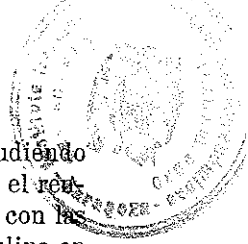
Pataca.—La pataca es una planta muy rústica, de la familia botánica de las *compuestas*; su nombre científico es *Helianthus tuberosus*; vulgarmente se la conoce también con los nombres de alcachofa de tierra y alcachofa del Canadá. Esta planta produce unos tubérculos que son una excelente primera materia sacarina, de tal modo que puede decirse que la pataca está destinada á reemplazar á la remolacha en la alcoholización, cuando esta última planta se destine tan sólo á la fabricación del azúcar. Con efecto; además de ser mayor el producto en alcohol que en la remolacha, y de tener un valor nutritivo mayor que ésta, tiene todavía la pataca la ventaja de ser muy fácil la extracción de la potasa que contienen sus cenizas. Este producto solamente puede cubrir la casi totalidad de los gastos de cultivo.

Tiene además la pataca la ventaja de no ser exigente en cuanto al clima y en cuanto al terreno. Su rusticidad la permite resistir las intemperies y desarrollarse en comarcas donde el rigor del clima no consiente la mayor parte de las plantas industriales. En los terrenos arenosos y en los países secos la pataca puede vegetar, siendo un excelente recurso, un gran elemento de riqueza. Porque además del alcohol que con dicha planta se obtiene, mediante las operaciones convenientes, deja un alimento sano, abundante y á bajo precio para el entretenimiento y cebo del ganado.

Analizados los tubérculos de la pataca, dan, por término medio, en 100 partes, la composición siguiente, según Braconnot:

Agua	77,20
Glucosa	14,80
Inulina	3,00
Celulosa	1,22
Gluten	0,99
Goma	1,08
Aceite	0,06
Cerina	0,03
Sales de potasa	1,28
Sales de cal	0,24
Cloruro de potasio	0,08
Ácido silíceo	0,02

Recientes análisis elevan á 20 y 22 por 100 el total de la materia azucarada que la potasa contiene. En cuanto á la *inulina*, por



acción de los ácidos diluídos, se transforma en *levulosa*, pudiendo así experimentar la fermentación alcohólica, con lo cual el rendimiento total es muy superior á lo que se suele obtener con las demás primeras materias. Asimismo, convirtiendo la inulina en *maltosa* por medio del malta ó cebada germinada, el rendimiento práctico de la pataca igualará al rendimiento teórico. Una hectárea de tierra de mediana calidad puede dar 30 000 kilogramos de estos tubérculos, que, á razón del tipo mínimo de 14,8 por 100 correspondiente al análisis de Braconnot, representan 4 440 kilogramos de azúcar fermentescible, con más 900 kilogramos de inulina, que equivalen á 1.000 kilogramos del mismo azúcar; de suerte que se puede obtener en una hectárea de tierra sembrada de patacas una cantidad de azúcar igual á 5.440 kilogramos, que pueden suministrar un producto bruto de 19 hectolitros de alcohol, y además las pulpas ó residuo para la alimentación del ganado. En tierras fértiles el producto es mucho más grande, y por lo tanto, el cultivo de la pataca mucho más remunerador

Para poder apreciar la importancia económica del cultivo de esta planta como primera materia para obtener alcohol, no hay más que comparar dicho cultivo con el de la remolacha.

Una hectárea de tierra plantada de patacas, produce:

19 hectolitros de alcohol, á 45 pesetas uno.....	855,00	
16 500 kilogramos de pulpa ó residuo, á 8 pesetas los 1.000.....	132,00	
<i>Total</i>		987,00
Los gastos de cultivo se elevan á.....	440,00	} 709,50
Los gastos de la destilación.....	269,50	
BENEFICIO RESULTANTE		277,50

cifras que representan el 39 por 100 de los gastos.

Una hectárea de tierra plantada de remolacha, produce:

18 hectolitros de alcohol, á 47,50 pesetas uno.....	855,00	
18 000 kilogramos de pulpa, á 10 pesetas los 1 000 kilogramos.....	280,00	
<i>Total</i>		1.135,00
Los gastos del cultivo se elevan á.....	720	} 990,00
Los de la destilación.....	270	
BENEFICIO RESULTANTE		145,00

ó sea el 14 por 100 de los gastos.

Bien se ve, pues, por estos datos la superioridad bajo este concepto de la pataca sobre la remolacha.

Además, los residuos que quedan después de la destilación del alcohol constituyen una substancia de gran sabor alimenticio, puesto que 1.000 kilogramos de dichos residuos dados al ganado, tienen próximamente el mismo valor que otros 1.000 kilogramos de remolachas dedicados á la destilería.

En suma, la pataca está llamada á ser una de las primeras materias más importantes para la fabricación del alcohol, y muy especialmente en España, donde tanto abundan las comarcas de clima seco.

Zanahoria.—La circunstancia de ser muy fácil el cultivo de esta raíz, de ser más nutritiva que la remolacha, y de dar mejor alcohol, ha sido causa de que algunos autores de reconocida fama la aconsejen como preferente á la remolacha para la industria de los alcoholes, destinando esta raíz para la fabricación del azúcar, y las melazas que de ella se apartan para la fabricación de los alcoholes.

Se calcula que una hectárea de buena tierra puede dar próximamente 35 000 kilogramos de zanahorias, cuya composición, término medio, es la siguiente:

Agua	79,20
Azúcar cristalizable	7,43 á 9
Glucosa	1,50 á 2 3
Pectosina	2,47
Fécula	2,60
Pectosina, celulosa, sales, etc.	6,80
	<hr/>
	100,00

Teniendo en cuenta que 100 kilogramos de zanahorias pueden dar 4 litros de alcohol absoluto, se tendrá que la cosecha de una hectárea dará 14 hectolitros del mismo alcohol, lo cual prueba que esta raíz puede cultivarse con destino á la fabricación del alcohol, si se tiene en cuenta, sobre todo, que un cultivo esmerado puede dar 40.000 y hasta 50.000 kilogramos de zanahoria por hectárea, y que la pulpa que resulta es un excelente pienso para el ganado.

Cuando se quiera aprovechar la materia colorante de la zanahoria, pueden cultivarse las variedades encarnadas ó rojas.

Debe hacerse observar, sin embargo, que siendo la zanahoria muy rica en materia péctica ó jalea vegetal, presenta una gran facilidad para alterarse, sufriendo las degeneraciones láctica y

viscosa, de modo que los jugos obtenidos por maceración ó por presión tienen que ser tratados por tanino ó por ácido sulfúrico, para evitar su alteración.

Nabo dulce y ruta бага.—El nabo dulce contiene en cada 100 partes de substancia seca, 9 de azúcar cristalizabile; de modo que 100 kilogramos de esta raíz pueden suministrar de 5 á 8 litros de alcohol de 50°, ó bien de 2 litros y medio á 4 libras de 90 á 92°, según las variedades.

Tanto el jugo del *nabo dulce*, como el de la *ruta бага*, tienen el inconveniente de que se alteran con más facilidad aún que el de la zanahoria, adquiriendo un olor muy fétido en cuanto se hallan en contacto del aire. El único medio de evitar este inconveniente es cocer la masa pulposa obtenida por el rallado ó trituración de dichas raíces y filtrar en seguida el jugo, añadiendo, para facilitar su obtención, agua que contenga tanino en disolución.

Raíz de grama.—Contiene esta substancia próximamente un 5 por 100 de azúcar; de modo que cada 100 kilogramos de producto suministran de 3 á 4 litros de alcohol de 50°; pero de todos modos, esta materia no tiene interés industrial, á no ser algún caso muy particular, en que se pueda disponer de gran cantidad y con economía.

Frutos de pepita.—Compréndense en este grupo las manzanas, peras y membrillos, únicos frutos de esta clase que se cultivan en Europa en la escala suficiente para que se puedan considerar como materia primera para la fabricación del alcohol. Y desde el punto de vista económico, todavía hay que restringir más el grupo, pues los membrillos suelen tener demasiado precio para destinarlos á la industria alcoholera, y en las mismas peras y manzanas hay muchas variedades que se reservan exclusivamente para mesa, porque utilizadas de tal modo es como dan el máximo de rendimiento; de modo que en rigor, el fabricante de alcohol sólo debe tener en cuenta, entre los frutos de pepita, las variedades comunes de peras y manzanas que se destinan á la fabricación de la *perada* y de la *sidra*.

La composición de las manzanas y peras es muy diferente, como es natural, según estén verdes ó maduras, y esta circunstancia debe tenerse muy presente para elegir la época más conveniente para su recolección, cuando se van á destinar á la fabricación de alcoholes, pues es claro que debe escogerse el período en que contengan mayor cantidad de materia alcoholizable.

El siguiente cuadro da á conocer la composición de los indicados frutos, verdes y maduros:

	MANZANAS			PERAS		
	Verdes	Maduras	Pasadas ó podridas	Verdes	Maduras	Pasadas ó podridas
Agua.....	85,50	83,20	63,55	86,28	83,28	62,73
Materia azucarada	4,90	11,00	7,95	6,45	11,52	8,77
Tejido vegetal....	5,00	3,00	2,06	3,80	2,19	1,85
Goma.....	4,01	2,11	2,00	3,17	2,07	2,62
Albúmina.....	0,10	0,50	0,06	0,08	0,21	0,23
Ácidos, sales y diferentes substancias	0,49	0,50	0,60	0,22	0,13	0,65
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

El rendimiento alcohólico medio que en la práctica dan estas diferentes materias, ha de ser, según se desprende del cuadro, mayor en las peras y manzanas maduras que en las verdes y que en las pasadas, puesto que aquéllas son las que presentan mayor cantidad de materia azucarada. En efecto; el rendimiento alcohólico práctico que dan cada 100 kilos de los referidos frutos en sus distintos estados, es el siguiente:

100 kilos de manzanas	}	Verdes dan, término medio, 2,044 litros de alcohol absoluto, ó 4,088 litros de 50°.
		Maduras dan, término medio, 5,953 litros de alcohol absoluto, ó 11,906 litros de 50°.
		Pasadas ó podridas dan, término medio, 4,299 litros de alcohol absoluto, ó 8,598 litros de 50°.
100 kilos de peras...	}	Verdes dan, término medio, 3,488 litros de alcohol absoluto, ó 6,976 litros de 50°.
		Maduras dan, término medio, 6,229 litros de alcohol absoluto, ó 12,458 litros de 50°.
		Pasadas ó podridas dan, término medio, 4,740 litros de alcohol absoluto, ó 9,480 litros de 50°.

De los datos precedentes se deduce que las peras maduras son las que dan mayor rendimiento alcohólico, y, desde este punto de vista, las que deben preferirse como primera materia entre los frutos de pepita, siempre que la elevación del precio no destruya la ventaja del mayor rendimiento que puedan proporcionar.

El residuo sólido que queda después del prensado de la pulpa de las manzanas, esto es, lo que puede llamarse el orujo de la manzana, contiene aún cierta cantidad de materia azucarada

transformable en alcohol mediante la fermentación, y por lo tanto utilizable, pudiendo suministrar hasta 3 ó 4 litros de aguardiente por cada 100 kilogramos de orujo.

Frutos de hueso.—En este grupo se consideran solamente como primeras materias para la fabricación del alcohol los jugos de *ciruelas*, *cerezas*, *guindas* y *nisperos*, pues las demás frutas de esta clase sólo pueden emplearse, bien por su precio, bien por sus particulares circunstancias, en casos muy excepcionales.

Las *ciruelas*, cogidas en su estado de perfecta madurez, se destinan á la fabricación de un alcohol llamado *kirsch*, aunque este nombre se da más especialmente al que procede de las *cerezas* y *guindas*.

Las *ciruelas* contienen, término medio, 2,1 por 100 de azúcar.

En algunas comarcas donde el cirolero se presenta abundante, y en los años de buena cosecha, es indudable que podría dedicarse la ciruela á la fabricación del *kirsch*, que lo da de excelente calidad. Esto será siempre más conveniente que darlas á los cerdos como parte de pienso, según en muchos sitios es costumbre. Los residuos de la fabricación del alcohol son los que pueden dedicarse muy ventajosamente á pienso, con lo cual se consiguen del fruto dos rendimientos.

En esto se hace exclusivamente referencia á las *ciruelas* ordinarias, y de ningún modo á las finas ó de mesa, que tienen su aplicación natural como comestibles en estado fresco ó en conserva.

Las *cerezas* se emplean bastante para la fabricación del *kirsch*; 100 kilos de *cerezas* frescas dan próximamente 9 litros de alcohol de 50° y de *cerezas* secas unos 12 litros. El amargor especial y el aroma de almendras amargas que el *kirsch* de las *cerezas* presenta, es debido al hueso de estos frutos, que se tritura y mezcla al zumo en la proporción de un kilo por hectolitro.

Las *guindas* ordinarias pueden producir de 6 á 8 litros de alcohol de 50°, por cada 100 kilos de fruto. El cultivo de este árbol es susceptible de multiplicarse prodigiosamente en muchos terrenos que están abandonados, ó al menos destinados á un cultivo mucho menos lucrativo de lo que sería el de la *cereza* de monte, dedicando sus frutos á la fabricación del *kirsch*.

Los residuos de esta fabricación, como queda dicho respecto á los de las *ciruelas*, deben destinarse para pienso, particularmente para los cerdos, pero es necesario separar de los residuos los huesos por medio de un lavado cuando se trata de dar aquéllos como alimento al ganado vacuno ó lanar. Estas aguas de loción se

aprovechan como bebidas por tener un sabor muy agradable, y en algunas partes hasta para hacer sopa.

Los *nisperos*, como todos los frutos análogos, se han empleado desde tiempo inmemorial en la fabricación de ciertas bebidas alcohólicas, y algunos industriales mezclan estos frutos con la pulpa de la patata al someterla á la fermentación.

Algunas otras plantas de este grupo, como el cornizo ó cerezo silvestre, podrían cultivarse muy ventajosamente, por la facilidad con que su fruto, la serva, entra en fermentación, y por lo poco costoso que sería aquel cultivo tratándose de una planta para la que todos los terrenos son buenos.

Los nisperos contienen, cuando están maduros, 7,58 de azúcar fermentescible por 100 de substancia, y las cornizolas ó cerezas silvestres 5,40 por 100 del mismo azúcar. Sin embargo, la composición de estos frutos varía mucho.

Debe advertirse también, para juzgar de la importancia de todos estos frutos de hueso como primeras materias para la fabricación del alcohol, que no se necesita conservarlos entre paja para poderlos aplicar á la alcoholización. Con todos ellos se puede obtener un aguardiente de muy buenas condiciones para la mesa, y además de las vinazas que resultan de la fermentación y destilación de sus jugos, puede extraerse ácido cítrico, tártrico y potasa.

Higos.—Hay diferentes especies y variedades de este fruto, pero aquí sólo se hace referencia á las variedades ordinarias.

La higuera llamada de la India y de Berbería, y designada por los botánicos con el nombre de *Cactus opuntia*, es una especie que puede cultivarse en los países del Mediodía con gran abundancia; la planta es muy rústica, y el rendimiento en alcohol, así como el valor nutritivo de la pulpa que queda de residuo después de separar dicho alcohol, hacen esta primera materia bastante recomendable. Arraiga con suma facilidad, y vegeta en los terrenos más pobres con tal que al plantarla se vaya á buscar la capa de terreno que más le conviene, practicando al efecto una excavación más ó menos profunda, á fin de asegurarla alguna humedad y un terreno margoso; resiste las sequías más pertinaces; no exige en el resto de su vida labor alguna, como no sea la destrucción de las plantas dañinas; los gastos de la poda son casi nulos, y las cosechas abundantes y seguras todos los años.

La cantidad de fruto que da una higuera es considerable, habiéndolas en la provincia de Murcia que dan más de 150 kilogramos de fruto seco. Unas con otras, en terrenos de medianas con-

diciones, dan por lo menos, según el ingeniero Sr. Bayer, 50 kilogramos de fruto seco. Como en una hectárea se pueden cultivar con facilidad unos 90 pies, resulta que la cantidad de fruto obtenido por hectárea es, cuando menos, 4.500 kilogramos de higos secos.

El rendimiento práctico de los higos verdes, después de bien maduros, es casi idéntico al de las ciruelas; 100 kilogramos de higos secos dan de 18 á 20 kilogramos de alcohol de 90°, ó sea de 30 á 33 litros de alcohol de 54°. Los higos verdes dan aproximadamente la cuarta parte. Una hectárea de cultivo corresponde, pues, á un rendimiento alcohólico de 800 á 900 litros de alcohol de 90°.

El alcohol que se obtiene es muy fino; pero se le distingue antes de la rectificación por un olor y un sabor herbáceo, que desaparecen completamente después de practicada la referida rectificación.

Bayas.—Con este nombre se conocen todos los frutos jugosos, tales como la uva, grosella y moras, fresas, frambuesas, etc., de los cuales el más importante, y el que debe preferentemente llamar la atención al fabricante de alcoholes, es el primero, por ser hasta el día la primera materia más importante y la que se emplea casi exclusivamente en España para la fabricación de aguardientes.

La *uva* tiene una composición inmediata bastante compleja, que interesa conocer por la influencia que tienen sus diferentes elementos en la calidad del aguardiente

El grano de la uva se compone: 1.º, de una cubierta envolvente ó película epidérmica de bastante resistencia, formada de celulosa, impregnada de materias nitrogenadas, grasas y minerales, y cubierta ordinariamente de una capa superficial formada de una eflorescencia blanquecina, constituida por una materia cerosa; 2.º, de una especie de tejido herbáceo que contiene casi la totalidad de las materias colorantes de la uva, un aceite esencial odorífero que constituye el aroma de los vinos y de los aguardientes que de ellos provienen, y sustancias nitrogenadas, tanino y sales; 3.º, la pulpa carnososa que constituye la mayor parte del fruto, que está atravesada por numerosos vasos cargados de savia, y formada principalmente de un tejido celular blando, cuyas células están llenas de jugo ó líquido que tiene, ya en disolución, ya en suspensión, glucosa, albúmina, tanino, pectosa, ácidos péctico y málico, materias nitrogenadas solubles é insolubles, aceites esenciales, fermentos, materias que adquieren color al contacto

del aire, materias grasas, bitartrato y á veces racemato de potasa, tartratos de cal y de alúmina, cloruros de sodio y de potasio, fosfatos de magnesia y de cal, sílice y óxido de hierro; 4.º, de las pepitas ó granos, que contienen un aceite graso, otro esencial que comunica también su olor á los vinos, tanino en gran cantidad y substancias nitrogenadas. Cada grano de uva va unido á las ramificaciones por un pedúnculo, cuyo conjunto constituye el racimo; la parte de éste, formada por el eje floral y los pedúnculos, forma lo que se llama raspa ó escobajo, que contiene celulosa, agua, tanino, substancias nitrogenadas, materia verde, ácidos, escasísima cantidad de materias azucaradas y algunos otros principios inmediatos.

Las raspas y las películas, por contener materias nitrogenadas colorantes, tanino y aceites esenciales, concurren á dar al aguardiente que de ellas se extrae el olor fuerte y desagradable que le caracteriza.

En cuanto á la cantidad de azúcar que contiene el grano de uva, varía muchísimo con la calidad de la planta, el clima, cultivo, etc.; puede decirse, sin embargo, como dato general, que varía, por término medio, de 8 á 50 por 100, oscilando la riqueza alcohólica del líquido fermentado entre 4 y 25 por 100.

Las uvas blancas producen aguardientes de mejor gusto que las uvas de color, así como los vinos que se han formado por fermentación sin el hollejo y las raspas producen también los aguardientes de mejores condiciones.

Para completar lo referente al estudio de las uvas como primeras materias, debe advertirse que, siendo el empleo principal de éstas la fabricación del vino, siempre que éste pueda resultar de bastante precio, no tendrá cuenta destinarlo al alambique, debiéndose sólo dedicar á este efecto los de inferior calidad ó los alterados. Por esta misma razón, en los años en que los frutos de la vid no hayan conseguido la madurez necesaria, y en que los vinos, por lo tanto, resulten de mala calidad ó difíciles de conservar y á bajo precio, es muy racional el dedicarlos á la fabricación de aguardientes.

Puede objetarse que si las uvas son demasiado pobres en azúcar, los vinos resultarán también muy pobres para poder suministrar un producto alcohólico en condiciones ventajosas. Por lo que hace á esta objeción, debe observarse:

1.º Que al destilar un vino de poco valor y difícil conservación, se realiza una verdadera economía con la supresión de los gastos de almacenaje, conservación, etc.

2.º Que existe un medio sencillo para hacer con las uvas mal azucaradas ó poco maduras un aguardiente de muy buena calidad añadiendo azúcar al vino. Este azucarado no debe practicarse con azúcar puro, porque esto resultaría demasiado caro, sino con otras materias sacarinas de precio muy bajo que se añaden al mosto que ha de fermentar para darle una densidad de 8 á 10º.

Supóngase, por ejemplo, que existe una cuba de 100 hectolitros llena de mosto procedente de uvas de mediana calidad, y que marca de 5 á 6º. Se le añaden en seguida 1.500 kilogramos de melaza de buen color y sabor, diluida en una cantidad conveniente de mosto, con la temperatura algo elevada, removiéndola la masa líquida para que la mezcla sea uniforme. Esta masa líquida es la que después se somete á la fermentación entre 16 y 20º de temperatura. Terminada aquélla, se extrae la parte líquida, se prensa el residuo y se destila el líquido total obtenido, que dará un producto alcohólico tan perfecto, que ni aun el perito más entendido podrá distinguirlo fácilmente del alcohol obtenido de un vino natural.

Para el efecto indicado debe emplearse la melaza llamada de fabricación, que se purifica del modo siguiente: En una pipa de 600 litros de cabida se introducen 350 litros de mosto, que se calientan á 70 ú 80º, y en los que se disuelven 200 gramos de melaza común, agitando bien la mezcla; ésta se trata en seguida por 4 kilogramos de cal en lechada espesa, agitando también la mezcla con cuidado y dejando la masa líquida en reposo; la parte clara se trasiega á otra vasija con un sifón ó por cualquier otro medio á propósito, y no se principiará otra operación hasta que se haya tratado por la *cal* todo el mosto que sea necesario para una cuba de fermentación. La disolución clarificada de la melaza tratada por la cal, se somete á la acción del ácido sulfúrico diluido en cuatro veces su peso de agua, por cuyo medio se neutraliza la cal que se encontraba combinada con el azúcar, procurando siempre remover la masa líquida, que después se deja en reposo; en el fondo de la vasija se va depositando entonces el *sulfato de cal ó yeso*, y la parte de líquido claro que sobrenada es la que se emplea para introducirla en la cuba de fermentación.

En vez de la melaza puede emplearse con el mismo objeto, siempre que se consiga á un precio módico, el azúcar bruto, haciendo disolver 600 kilogramos de éste en cubas de á 100 hectolitros.

Para que pueda apreciarse todo el partido que puede sacarse de las uvas malas ó poco sazonadas como primera materia para la

fabricación de alcoholes, azucarando en la forma dicha los mostos que de ellas provengan, conviene poner un ejemplo:

Supóngase un mosto que contenga 12 por 100 de azúcar: por la fermentación este mosto solamente dará un vino de difícil conservación, y de una riqueza alcohólica de un 6 por 100 aproximadamente; al paso que si se le añaden 10 kilogramos de melaza por hectolitro, se obtendrá un vino de fácil conservación, de buen gusto y con un 10 por 100 de alcohol.

Ahora bien; si se destila ó quema el primer vino, el producto obtenido serán unos 11 litros de alcohol de 54°, mientras que el vino procedente del mosto azucarado dará 18,5 litros de alcohol de la misma graduación. El valor medio del aguardiente de 54° oscila alrededor de unos 45 céntimos de peseta en litro; de modo que el valor bruto en el primer caso será de 4,99 pesetas, y en el segundo de 8,33, y como los gastos de destilación con un buen alambique no exceden de 0,08 pesetas por litro, resulta en el primer caso un valor líquido de 4,10 pesetas, y en el segundo de 6,85, de las que habrá que restar el valor de los 10 kilogramos de melaza, que es 1,47, quedando en definitiva para la segunda destilación un valor limpio de 5,38 pesetas. Así resulta palpable la ventaja de azucarar los malos mostos, y cómo se pueden convertir en excelentes primeras materias, por este procedimiento, las uvas malas ó con poco azúcar.

Pero el estudio de las uvas como primeras materias para la obtención del alcohol no termina con el aprovechamiento de los mostos, pues queda aún por considerar el partido que puede sacarse de las cascás ú orujos que quedan como residuo aparte del mosto.

Por muchas precauciones que se tomen para prensar la casca de la uva, como no haya sido sometida al lavado ó á una prolongada maceración, queda siempre en ella, ó vino, ó líquido azucarado susceptible de fermentar, y en ambos casos constituyen una materia utilizable para obtener cierta cantidad de alcohol. Esta propiedad de la casca de retener, si ha estado en contacto del mosto durante la fermentación, cierta cantidad de alcohol (mayor proporcionalmente que la que contuviera el vino con quien estuviera previamente en contacto), se concibe perfectamente sin más que observar que los tejidos vegetales tienen la propiedad de absorber y retener más alcohol que los líquidos alcohólicos en que se encuentren sumergidos; tal sucede, por ejemplo, con los frutos guardados en aguardiente, que, por lo general, son más alcohólicos y menos azucarados que el líquido que les rodea.

Respecto al rendimiento de los orujos, poco ó nada puede decirse en concreto no tratándose de casos particulares, en razón á que dichos residuos pueden contener más ó menos azúcar, y dar, por consiguiente, más ó menos alcohol; ó pueden haber sido prensados con más ó menos fuerza, ó, en fin, haber perdido por evaporación ó por oxidación una proporción mayor ó menor de espíritu. Puede indicarse únicamente, como término medio general, que 100 kilogramos de orujo pueden suministrar por destilación desde 1,50 litro hasta 2,50 litros de aguardiente de 52,5 centesimales. No es raro, sin embargo, encontrar casos en que el rendimiento es doble de las cifras indicadas, y los hay también en que no llega á la cantidad de 1,50 indicada como *mínimum*. Por este motivo puede decirse que la cantidad de 1,5 de alcohol absoluto por 100 del peso de los orujos, que es el número que suele indicarse como término medio general del rendimiento de los referidos orujos, es una cifra ideal sujeta á muchas variaciones; de forma que no tienen gran valor para cada caso particular, ni aun para basar en ella cálculos generales de ninguna clase.

Las *grosellas* se emplean también, y producen un alcohol muy agradable cuando están bien maduras, y acaso merezca esta industria que se destine una gran extensión de terreno de mediana calidad al cultivo del arbusto grosellero, con objeto de extraer, no tan sólo el alcohol, sino el ácido cítrico de sus frutos. Una hectárea de terreno puede dar fácilmente 26.400 kilogramos de grosellas, cuya composición, término medio, es la siguiente, en 100 partes:

Agua	81,10
Leñoso y pepitas	8,01
Acido málico	2,31
Acido cítrico	0,81
Cal	0,29
Materia nitrogenada	0,86
Goma	0,38
Azúcar de frutos	6,24

100,00

que representa 7,02 por 100 de materia alcoholizable.

El Sr. Thilloy, que ha hecho muchísimos experimentos respecto á esta primera materia, presenta el siguiente cálculo para demostrar cuán útil puede ser el cultivo del grosellero, que se da en cualquier terreno:

- 1.º Cosecha en frutos, por hectárea, 23.100 kilogramos.
 - 2.º Producción en aguardiente de 50 á 54º á razón de 10 litros por 100 kilogramos, ó sean 23,10 hectolitros.
 - 3.º Producción en ácido cítrico, 231 kilogramos.
- El producto bruto podrá evaluarse de este modo:

1.º El aguardiente de 50 á 54º, al precio de 50 pesetas hectolitro, valdrá.....	1.155 pesetas.
2.º El ácido cítrico, á 6 pesetas, vale.....	1.386 —
	2.541 pesetas

De suerte que ciertas tierras de mala calidad podrían dar un producto bruto de 2 541 pesetas por hectárea; de cuya cantidad hay que restar como gasto cantidades pequeñas relativamente.

Los frutos blancos ó rojos de la *morera* contienen de 9 á 14 por 100 de azúcar fermentescible, y pueden dar por la destilación un verdadero *hirsch*, que en algunos países lo prefieren al que procede de las cerezas.

Estos datos merecen la pena de estudiarse, puesto que están indicando el gran partido que puede sacarse de una primera materia que se pierde en casi todas partes, y que utilizada convenientemente, habría de influir de una manera muy ventajosa en la baratura de la hoja para la cría de los gusanos de seda, y sobre todo por su medio se sacaría partido de un árbol que sólo produce gastos sin ningún recibo en los años en que se pierde esta última cosecha.

Las *fresas*, *ananas* y *frambuesas* pueden también dedicarse á la fabricación de alcoholes; las frambuesas llegan á tener de 7 á 10 por 100 de azúcar fermentescible; pero todas estas materias tienen su verdadera utilidad como frutos de lujo, ó bien empleados por el licorista, pero no por los fabricantes de aguardientes.

Los frutos ó *bayas de saúco* contienen también, por término medio, 6,2 por 100 de azúcar; pero estos frutos abundan poco y no se recolectan bien, porque se desgranán con facilidad, por cuyo motivo no es de esperar se utilicen industrialmente en la fabricación de alcoholes.

Frutos de tierra azucarados.—En este grupo se incluyen el *melón*, la *calabaza dulce* y sus congéneres. El melón contiene de 8 á 12 por 100 de azúcar, pudiendo obtenerse de las variedades más ordinarias de 12 á 13 litros de alcohol de 50º por cada 100 kilos de fruto. Muchas variedades azucaradas de Valencia, Murcia y Andalucía pueden suministrar aún más producto alcohólico, pero

estas clases dejarán siempre más utilidad cultivadas como frutos de mesa que destinándolas á la fabricación de alcoholes. Las variedades más bastas cultivadas en grandísima escala en terrenos de mediana calidad, exigen muy pocos gastos y podrán tal vez emplearse con algún éxito.

Muy recientes experiencias de M. Levat parecen probar que el azúcar del melón no es directamente fermentescible, sino que hay necesidad de transformarle por la acción del ácido sulfúrico muy diluído para que pueda fermentar después en las condiciones ordinarias

M. Levat tomó 30 kilogramos de melón, y después de descortezados y hechos pulpa, sometió el jugo obtenido á la fermentación directa, añadiendo un poco de ácido tartárico, y, como fermento, levadura de cerveza, manteniendo la masa á la temperatura de 28°. En estas condiciones no se pudo lograr la fermentación.

Obtenido del mismo modo el jugo de otros 30 kilogramos de melón, y calentado con ácido sulfúrico, se transformó el azúcar contenido en una mezcla de glucosa y levulosa ya directamente fermentescible, puesto que colocado en las mismas condiciones que el jugo primero, fermentó perfectamente, dando 5 litros de alcohol normal y utilizable.

Estos pormenores son de mucho interés para apreciar las verdaderas condiciones del melón como primera materia alcoholizable, y deben tenerse muy presentes por los que deseen ensayarlo y explotarlo en este sentido.

La *calabaza dulce* y sus congéneres contienen glucosa, fécula, fermento, etc., y su empleo como primeras materias puede ser bastante ventajoso. El químico Basset ha obtenido de 5 á 6 litros de alcohol de 50° y de buen gusto por cada 100 kilos de calabaza. Una hectárea de buenas tierras puede producir más de 140.000 kilogramos de calabaza dulce, que conteniendo, por término medio, de 6 á 7 por 100 de azúcar, representan una cantidad de azúcar igual á 9.100 kilos; según los resultados de Basset, cada hectárea de este cultivo podrá producir unos 70 hectolitros de alcohol de 50 grados.

Hoffmann cita una variedad de calabaza que da tanto de azúcar como la remolacha, pudiendo producir una hectárea 75.000 kilogramos de fruto, siendo los residuos muy buenos como pienso para el ganado.

De todos modos, dicho se está que si se trata de dedicar á la industria de los alcoholes esta primera materia, deberá ensayarse qué variedad dará mayor cantidad de azúcar y con más economía.

El *cohombro*, por ejemplo, tiene la siguiente composición, considerando sólo la materia desecada:

Fibrina vegetal	15,91
Acido péptico	1,69
Almidón	13,20
Materia colorante	0,88
Azúcar	48,30
Substancias minerales	15,83
Pérdida	4,19
	100,00

Para poder apreciar el verdadero valor de esta primera materia como substancia alcoholizable, debe saberse que contiene de 95 á 97 por 100 de agua, lo cual rebaja, naturalmente, las cifras del azúcar y del almidón arriba consignadas. La riqueza en azúcar del fruto recién cogido, aunque bien maduro, oscila de 1,5 á 2,4 por 100, y la del almidón de 0,4 á 0,7 por 100.

Melazas — Las melazas son los residuos formados por las aguas madres de la cristalización del azúcar bruto y del azúcar refinado. La composición de estas materias es algo variable; sin embargo, puede apreciarse su constitución por el siguiente análisis, debido al químico Payen, y referentes á melazas del azúcar de caña:

Agua	15,0000
Azúcar prismático	63,0080
Glucosa	13,0080
Acetato de potasa	1,7140
Sulfato de potasa	0,7160
Cloruro potásico	0,9550
Fosfato de cobre	0,0017
Fosfato de cal	0,4420
Acetato de cal	0,1350
Materia nitrogenada	0,4470
Mucilago	0,6360
Sílice	0,1790
Materias diversas no determinadas	3,7273
<i>Suma</i>	100,0000

Resulta de este análisis que las melazas contienen 63,008 de azúcar prismático y 13,008 de glucosa, ó sea un total de un 76 por 100 próximamente de materia fermentescible. Los 63 por 100 de azúcar prismático corresponden teóricamente á 34,19 de al-

cohol absoluto, y los 13 de glucosa á 5,65 del mismo líquido, lo cual corresponde á 39,84 de alcohol en peso, ó sea 49,669 litros de alcohol absoluto, ó bien 54,6359 litros de alcohol comercial de 90°.

Este resultado teórico está bastante lejos de corresponder al rendimiento práctico. Efectivamente, en la industria se suelen emplear de 320 á 350 kilogramos de melaza para producir *un* hectolitro de alcohol de 92 á 94°, lo cual corresponde á un rendimiento de 28 á 31 litros de alcohol por 100 kilogramos de melaza.

No se deben confundir las melazas de fabricación con las de refinera; entre las primeras hay muchas que dan muy poco rendimiento, á causa de los cuerpos extraños nocivos al fermento que en ellas se encuentra; pero como su riqueza media en azúcar es casi constante, y el defecto anterior puede corregirse con un poco de inteligencia y de buena voluntad, son preferibles á las de refinera, en las que el valor sacarino es muy variable.

En cuanto á las melazas de remolacha, contienen materias salinas en la proporción de 9 por 100, término medio, pero que algunas veces puede elevarse hasta el 12 por 100. Es, por lo tanto, muy difícil indicar un rendimiento fijo; pero parece que en la práctica el producto no pasará de 33 litros de alcohol de 94°. Según Lecambre, trabajando con todo cuidado y siguiendo todas las reglas, con 100 kilogramos de buenas melazas de esta clase se pueden obtener de 35 á 36 litros de alcohol de 90°; pero el mismo autor asegura que en la práctica casi ningún destilador belga obtiene este resultado, consiguiendo tan sólo, por punto general, un rendimiento medio de 25 litros de 90°.

El precio de las melazas depende generalmente de su densidad, pero su valor real se determina hallando la cantidad de azúcar que contienen; punto importantísimo, que se tratará en un capítulo especial. (Cap. IV.)

Hay melazas que fermentan muy difícilmente por contener ácidos grasos volátiles (ácidos butírico y fórmico) ó ácido nitroso. Este último es todavía más perjudicial que los primeros, los cuales no dificultan la fermentación sino cuando pasan de la proporción del 1 por 100.

Las aguas que han servido para lavar los filtros de carbón empleados en las refineras, y los lienzos, formas, etc., contienen siempre alguna cantidad de azúcar que puede y debe aprovecharse. Estos líquidos, cuya densidad es muy variable, pero cuyo término medio es de 4 á 5° Beaumé, se deben considerar como

melazas diluidas, y en este sentido se mencionan en este sitio. Bassel obtuvo de una de estas aguas destinadas á la agricultura un 4 por 100 de alcohol absoluto.

Miel —La miel es una mezcla de azúcar líquido de la fórmula $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3HO$ y glucosa $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 5HO$, con varias materias extractivas y aromáticas. Esta materia, tan conocida de todo el mundo, es susceptible de dar un alcohol muy fino y en notable cantidad. El único defecto de esta substancia es que origina frecuentemente, durante su fermentación, productos de la degeneración viscosa, necesitándose proceder con cuidados especiales para evitarlo.

Cada 100 kilogramos de miel producen, por término medio, de 30 á 35 litros de alcohol, que conserva en parte el aroma de la primera materia, y que sólo desaparece por una rectificación bien hecha. También llega á perderse dicho olor si la miel se somete á una fermentación muy prolongada, como la del vino.

Es claro que la miel de buena calidad, por su elevado precio, no podrá considerarse nunca como primera materia industrial de la fabricación del alcohol; pero es indudable que esta fabricación puede ser un recurso para aprovechar los panales destrozados, los de rebusca, los de presión y las aguas de los lavados.

Por último, bueno es saber que la miel de primavera contiene mucha más glucosa que la de otoño y menos azúcar cristalizabile, sobre todo si el año es seco. Resulta de esto que los fabricantes de alcohol deben comprar á precio más bajo las mieles de primavera, por ser más abundantes en glucosa y tener, por lo tanto, más agua inútil para la producción del alcohol.

Puede sacarse gran utilidad en algunas comarcas de España de esta materia alcoholizable, especialmente en los sitios como Extremadura, en que abunda el monte bajo, poblado de tomillo, romero silvestre y otros arbustos que las abejas buscan con afán. En tales localidades puede resultar bastante económica la producción de tan excelente materia azucarada.

§ III.—Materias no azucaradas

En este grupo se estudiarán todas las materias utilizables para la fabricación del alcohol, que puedan suministrar esta substancia mediante la sacarificación y la fermentación.

Estas materias son, según se han enumerado en el párrafo anterior, la *dextrina*, las *féculas*, la *inulina*, la *liquenina*, el *mucilago vegetal*, las *gomas* y la *celulosa*.

Todas estas substancias, lo mismo que los azúcares, no se emplean en estado de pureza ó separadas de los vegetales, ó parte de los vegetales en que se encuentran, porque resultarían muy caras. Con efecto, supóngase que se quiere emplear la fécula para fabricar alcohol, y se tendrá:

PRECIO DE FABRICACIÓN DEL ALCOHOL DE FÉCULA

Gastos.....—1.000 kilogramos de fécula.....	300	pesetas.
150 ídem de cebada germinada	30	—
Alcoholización, mano de obra, combusti- ble, etc	60	—
<i>Total aproximado</i>	<u>380</u>	pesetas.
Productos.—Alcohol de fécula	379,50	litros.
Alcohol de cebaba	40	—
<i>Total</i>	<u>419,50</u>	litros.
Al precio de 61 pesetas el hectolitro	255,94	pesetas.
50 kilogramos de residuos	8	—
<i>Total</i>	<u>263,94</u>	pesetas.

Resulta, por lo tanto, una pérdida de 116,16 pesetas, que difícilmente se podrá salvar.

No queda, por lo tanto, otro recurso que buscar las primeras materias que contengan la fécula y resulten de empleo económico.

Estas primeras materias son:

1.º Las raíces *feculentas*, tales como las de la *patata*, *pastinaca*, *casabe*, *rubia*, *dalia*, *asfodelo* ó *gamón*, *batata* y *regaliz*, en las cuales se encuentra *fécula*, *dextrina*, *goma*, *inulina*, *pectosina*, *mucilago* y aun algo de *azúcar*.

2.º Los granos ó semillas de los cereales, como *trigo*, *centeno*, *cebada*, *maíz*, *avena*, *arroz*, etc., en primer término, y el *alforjón* ó *trigo sarraceno*, el *mijo*, *panizo*, *sorgo*, etc., en segundo.

3.º Otros granos y frutos feculentos, como son las *lentejas*, *habas*, *guisantes*, *judías*, *castañas*, *bellotas*, etc.

4.º La celulosa propiamente dicha bajo sus diferentes formas, *serrín*, *paja*, *algodón*, *papel*, *lienzo*, *hojas*, *heno*, etc.

Raíces feculentas.—De todas las primeras materias correspondientes á este grupo, ninguna tan importante como la *patata*, de la cual debe tratarse, por lo tanto, con preferencia y detención.

Son reglas generales que deben tenerse en cuenta respecto á su cultivo, y que son el resultado de numerosos ensayos practicados por agrónomos de reconocida competencia:

1.^a Escoger un terreno conveniente, que sea más arenoso-calizo que arcilloso.

2.^a Emplear muy poco estiércol ó ninguno.

3.^a Verificar la plantación en otoño, á una profundidad suficiente para estar á cubierto de la helada, y hacer la recolección en Octubre siguiente.

Dadas estas indicaciones referentes al mejor resultado de la cosecha para el objeto que el fabricante de alcohol se propone, hay que advertir que á éste lo que más le interesa no es saber precisamente la cantidad de fécula que representa la cosecha de una variedad dada de patata por hectárea de tierra, sino la patata que á igualdad de peso más fécula contiene, prefiriéndose, por lo tanto, la variedad que en este caso más fécula dé.

Supóngase, por vía de ejemplo, que se tienen tres castas de patatas, que producen, término medio, por hectárea, la primera 270 quintales, la segunda 240 y la tercera 200. Supóngase asimismo que la primera casta contiene un 14 por 100 de fécula, la segunda 18 por 100 y la tercera 20; resultará que la cosecha de la primera, por hectárea, contendrá 38 quintales de fécula, la segunda 43 y la tercera 40. A primera vista parece que el cultivo de la segunda casta, que en definitiva produce mayor masa de fécula en una superficie dada, debe ser la preferida; mas no debe considerarlo así el fabricante de alcohol cuando compre al peso la patata, y en el ejemplo que va expuesto debe elegir, á igualdad de precio, la tercera casta ó variedad de las indicadas. Con efecto, si paga las patatas á 3 pesetas, por ejemplo, el quintal, al comprar un quintal de cada especie, tendrá: para la primera especie, 14 kilogramos de fécula; para la segunda, 18 kilogramos, y para la tercera, 20 kilogramos. Véase, pues, la necesidad en que está el fabricante de basar los precios de compra en la cantidad de fécula que contienen las patatas que se le venden.

Las patatas muy acuosas, de incompleta madurez, las podridas, etc., no deben comprarse sino á falta de otras, porque su rendimiento, no sólo es inferior al de las demás, sino que tampoco es proporcional á su riqueza en fécula. Dos causas concurren á producir este efecto: la primera proviene de la albúmina vegetal, que se encuentra en mayor proporción relativamente á la fécula, y que transformándose en levadura durante el acto de la fermentación, destruye una cierta cantidad de azúcar que escapa de este

modo á la transformación alcohólica; la segunda causa se refiere á la dificultad que se presenta para dividir bien las patatas que tienen aquellos defectos, y las cuales, después de la cocción, forman una masa grisienta, en lugar de presentarse con el aspecto harinoso de las patatas ricas en fécula.

Esta substancia, en tal caso, se encuentra aprisionada en una especie de grumos, á cuyo interior no puede llegar la acción de la cebada germinada (cuya acción es necesaria, como se verá en el capítulo siguiente), y en último término, una gran cantidad de aquella fécula escapa á la transformación en azúcar y pasa intacta á los residuos. Además de todo esto, y como consecuencia de ello, el trabajo de la maceración es mucho más largo, más pesado y menos perfecto.

Siendo, pues, la fécula el elemento útil de la patata para la fabricación del alcohol, es muy interesante, por lo que acaba de decirse, que el cultivador y el comprador sepan determinar la cantidad que contenga de aquel elemento por procedimientos sencillos, sin tener necesidad de recurrir á laboratorios químicos.

Uno de estos procedimientos, fácil de seguir y de resultados bastante aproximados desde el punto de vista industrial, es el siguiente:

Se lavan y secan bien con un lienzo unas cuantas patatas de las que vayan á ensayarse; se pesa una cantidad, y se las corta en láminas delgadas, que se colocan en un plato ó cápsula, expuestas al calor del agua hirviendo para que se vayan desecando; se las pesa de cuando en cuando, y así que dos pesadas consecutivas practicadas en el intervalo de un cuarto de hora no acusen una diferencia de peso sensible, se considera terminada la operación. La materia seca que queda se compone de fécula y de otras materias sólidas, cuya cantidad varía de 3 á 4 por 100 de la patata no desecada. Restando, por lo tanto, esta cantidad del peso total de la materia seca, quedará la parte correspondiente á la fécula.

Otro medio también bastante sencillo de determinar la riqueza en fécula de las patatas es determinar la densidad de éstas. Para esto pueden seguirse varios procedimientos.

Uno de ellos consiste en depositar las patatas, después de bien lavadas, en un gran vaso lleno hasta la mitad de agua. Las patatas, como más densas, se irán al fondo; en seguida se agita bien el líquido para que se desprendan todas las burbujas de aire adherentes á los tubérculos, y por último, se vierte poco á poco en el agua, teniendo cuidado de removerla, una disolución concentrada de sal común, hasta que las patatas queden en suspensión

en el líquido, es decir, flotantes, pero sin sobresalir de la superficie de nivel; entonces la densidad de este líquido y la de los tubérculos es la misma; de modo que tomando la densidad de la disolución salina por medio de un areómetro ó densímetro, el resultado obtenido corresponderá igualmente á la densidad de las patatas ensayadas.

Puede determinarse también con mucha facilidad, y directa-

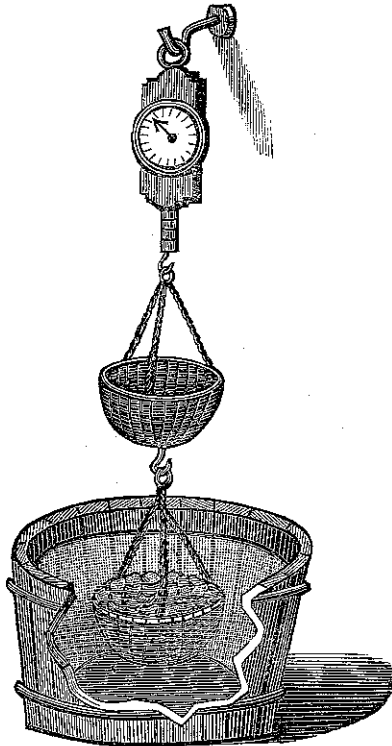


Figura 19.

mente. la referida densidad por medio de las balanzas hidrostáticas de Hurtzig y de Reimann.

La balanza de Hurtzig (figura 19) es un pesón de resorte, y la de Reimann una balanza decimal. Ambos aparatos se componen de dos banastas de alambre, suspendidas una debajo de otra. Para operar se pesan en la banasta superior 5 kilogramos de patatas; éstas se trasladan después á la banasta inferior, la cual se sumerge en el agua en la disposición que indica la figura; se

agita un poco el líquido para que se desprendan las burbujas de aire, y se observa en la balanza la pérdida de peso que los 5 kilogramos de patatas experimentan por su inmersión en el agua. Dividiendo los 5 kilogramos por dicha pérdida de peso, el cociente será la densidad de las patatas. A fin de evitar este sencillo cálculo, se han construido tablas como las que van más adelante, en las que se anota la densidad de las patatas al lado de lo que pesan dentro del agua los 5 kilos que se pesaron fuera, y en otra columna la riqueza en fécula que corresponde á la densidad hallada.

Por lo demás, las balanzas á que se hace referencia son tan sencillas, que cualquier industrial, con dos cestillas iguales y una romana, puede montar un aparato y servirse de él perfectamente.

La figura 19, que representa la balanza de Hurtzing, da idea de cómo son esta clase de instrumentos. La de Reimann sólo se diferencia de la del grabado en que, en vez de tener arriba un dinamómetro ó pesón de resorte, tiene una especie de romana articulada.

La tabla siguiente indica la relación que hay entre la densidad de las patatas y su riqueza en substancia seca y en fécula; de modo que una vez averiguado por cualquiera de los métodos precedentes la densidad de una muestra de patatas, no hay más que buscar en la tabla la densidad hallada, y enfrente se encontrará la cantidad de materia seca y la cantidad de fécula por ciento que contiene la muestra de patatas ensayada.

La primera columna de la tabla sirve para evitar los cálculos para hallar la densidad cuando se emplean las balanzas de Hurtzig y Reimann. Pesados cinco kilos de patatas en la banasta superior de la balanza, se trasladan á la inferior y se sumerge ésta en el agua; se ve entonces lo que pesan estos cinco kilos dentro del agua, y se busca la cifra hallada en la referida primera columna, y enfrente de esta cifra, en las otras columnas, se encontrará la densidad correspondiente y la riqueza en substancia seca y en fécula. Si no se encontrase exactamente en la tabla la cifra hallada, se buscará la más próxima, y se tendrá por lo menos la densidad aproximada y la riqueza en fécula también aproximada.



Tabla para la determinación de la cantidad de fécula y de materia seca contenida en las patatas, deducida de la densidad.

Peso en el agua de 5 kilog. de patatas — Gramos	Densidad	Cantidad de sustancia seca por 100	Cantidad de fécula por 100	Peso en el agua de 5 kilog. de patatas — Gramos	Densidad	Cantidad de sustancia seca por 100	Cantidad de fécula por 100
3750	1,080	19,7	13,9	5350	1,120	28,3	22,5
3800	1,081	19,9	14,1	5400	1,121	28,5	22,7
3850	1,083	20,3	14,5	5450	1,123	28,9	23,1
3900	1,084	20,5	14,7	5500	1,124	29,1	23,3
3950	1,086	20,9	15,1	5550	1,125	29,3	23,5
4000	1,087	21,2	15,4	5600	1,126	29,5	23,7
4050	1,088	21,4	15,6	5650	1,127	29,8	24,0
4100	1,089	21,6	15,8	5700	1,129	30,2	24,4
4150	1,091	22,0	16,2	5750	1,130	30,4	24,6
4200	1,092	22,2	16,4	5800	1,131	30,6	24,8
4250	1,093	22,4	16,6	5850	1,132	30,8	25,0
4300	1,094	22,7	16,9	5900	1,134	31,3	25,5
4350	1,095	22,9	17,1	5950	1,135	31,5	25,7
4400	1,097	23,3	17,5	6000	1,136	31,7	25,9
4450	1,098	23,5	17,7	6050	1,138	32,1	26,3
4500	1,099	23,7	17,9	6100	1,139	32,3	26,5
4550	1,100	24,0	18,2	6150	1,140	32,5	26,7
4600	1,101	24,2	18,4	6200	1,142	33,0	27,2
4650	1,102	24,4	18,6	6250	1,143	33,2	27,4
4700	1,104	24,8	19,0	6300	1,144	33,4	27,6
4750	1,105	25,0	19,2	6350	1,146	33,8	28,0
4800	1,106	25,2	19,4	6400	1,147	34,1	28,3
4850	1,107	25,5	19,7	6450	1,148	34,3	28,5
4900	1,109	25,9	20,1	6500	1,149	34,5	28,7
4950	1,110	26,1	20,3	6550	1,151	34,9	29,1
5000	1,111	26,3	20,5	6600	1,152	35,1	29,3
5050	1,112	26,5	20,7	6650	1,153	35,4	29,6
5100	1,113	26,7	20,9	6700	1,155	35,8	30,0
5150	1,114	26,9	21,1	6750	1,156	36,0	30,2
5200	1,115	27,2	21,4	6800	1,157	36,2	30,4
5250	1,117	27,4	21,6	6850	1,159	36,4	30,6
5300	1,119	28,0	22,2				

Hay que tener muy presente, sin embargo, que aunque las patatas de buena calidad contengan, por término medio, de 23 á 25 por 100 de fécula pura, y aun lleguen hasta el 30, el fabricante de alcohol debe considerar que no cuenta, por lo general, más que con patatas de una riqueza en fécula del 15 al 16 por 100, que es la media general que suelen tener las patatas comerciales destinadas á esta industria. Esta cantidad de fécula representa teóricamente unos 20 litros de alcohol de 50°; pero en la práctica ni aun á esta cifra se llega casi siempre, no pasándose por lo común

de los 16 litros, aun suponiendo mucho cuidado y atención en las operaciones. Cuando se obtenga mayor rendimiento que el indicado, debe atribuirse á que se hayan empleado patatas de mayor riqueza en fécula que el término medio referido, así como tampoco es extraño obtener resultados mucho más bajos, puesto que hay patatas que tienen un tercio menos de fécula que la señalada como término medio industrial.

Dicho término medio de 15 á 16 de fécula por 100 de patata, es una cantidad bien insignificante por cierto comparada con la que contienen otras plantas, como los cereales, por ejemplo; pero la gran producción de aquel tubérculo en una extensión dada de terreno, y por lo tanto, el precio á que resulta la fécula, hacen muy ventajosa la adquisición y empleo de la primera materia de que se viene tratando.

Con efecto; según se verá más adelante, 100 kilogramos de trigo producen de 26 á 30 litros de alcohol; 100 de centeno, de 24 á 28 litros; 100 de cebada, de 24 á 28, y 100 de patata, de 8 á 14 litros. Ahora bien: 25 áreas de tierra arable producen de 500 á 700 kilogramos de trigo; de 405 á 585 de centeno; de 480 á 640 de cebada, y de 4 500 á 4 600 de patata. Por lo tanto, esta misma tierra podrá dar: por medio del trigo, 152 á 213 litros de alcohol absoluto; por medio del centeno, 119 á 172 litros; por medio de la cebada, 134 á 179 litros, y por medio de la patata, 460 á 660 litros.

Vese, pues, que el cultivo de la patata permite, para una superficie dada de terreno arable, obtener la mayor cantidad de alcohol.

Para terminar lo concerniente á las patatas, como primera materia alcoholizable, debe advertirse que aquéllas disminuyen en fécula cuando germinan, por lo que es de absoluta necesidad evitar esto, ó lo que es lo mismo, que echen renuevos. Para este efecto se conservan las patatas en silos abiertos en terreno seco y firme, cubriéndolas después con una capa de tierra, bastando que sea de 3 centímetros de espesor.

Por último, sabido es que los residuos de esta fabricación se emplean muy ventajosamente como alimento para el ganado, lo cual constituye otra ventaja del empleo de esta primera materia.

Otras raíces feculentas.—Las demás materias feculentas de esta clase que se han indicado además de la patata, no tienen, ni con mucho, la importancia que este tubérculo en la fabricación del alcohol; pero bueno es consignar, sin embargo, la utilidad que de cada una puede obtenerse

La *pastinaca* contiene 4 por 100 de fécula y 6,5 por 100 de azúcar, término medio. La raíz del *manioc* da 28 por 100 de fécula; esta raíz, reducida á polvo seco, forma lo que se llama harina de *casabe*, y suele emplearse en algunos puntos de América para hacer pan; la *tapioca* no es otra cosa que la fécula extraída de la raíz manioc. La *dalia* puede explotarse en terrenos siliceo-arcillosos, que producen de 30.000 á 35.000 kilogramos de raíces, de las que pueden obtenerse próximamente unos 18 hectolitros de alcohol de 90°; la *rubia* da un rendimiento alcohólico muy variable, pero tiene la gran ventaja de que la materia feculentada que de ella puede obtenerse es el residuo de la obtención de la materia colorante que de dicha planta se saca; de modo que resulta una primera materia baratísima, y que no ofrece más gastos que los de transporte y alcoholización; es de advertir, sin embargo, que el alcohol que de dicha raíz se obtiene en la primera destilación es sumamente impuro, y necesita ser desinfectado y rectificado con gran escrupulosidad; logrado esto, los mejores catadores no lo distinguen del espíritu de vino verdaderamente tal, es decir, del alcohol obtenido de la destilación del vino.

El asfodelo ó gamón y la batata tienen alguna más importancia como primeras materias que las últimamente indicadas.

Según el Sr. Marés, la composición del *asfodelo* es la siguiente:

Agua	68,84
Materias sacarificables.....	18,25
Pectosa.....	2,30
Celulosa	7,00
Materias grasas	2,20
Albúmina.....	0,42
Cenizas.....	0,75
Pérdidas	0,24
	100,00

El asfodelo ha sido muy recomendado para la fabricación del alcohol, pero indudablemente son preferibles otras muchas primeras materias.

La *batata* contiene fécula y azúcar en los tubérculos de sus raíces, y puede considerarse como uno de los mejores auxiliares de la patata. Puede cultivarse con gran éxito en España, pudiéndose decir que una hectárea de terreno produce 50.000 kilogramos, término medio, de estos tubérculos, cuya composición es la siguiente, para la variedad conocida con el nombre de batata encarnada:

Agua.....	67,10
Fécula.....	16,50
Azúcar.....	10,20
Materias nitrogenadas.....	1,50
Materias grasas.....	0,30
Celulosa.....	0,40
Otras materias orgánicas.....	1,10
Sales minerales.....	2,90
	100,00

El residuo que deja la batata después de extraído el alcohol tiene un gran valor nutritivo.

Regaliz.—Planta que constituye la especie botánica *Glycyrrhiza glabra*, de la familia de las leguminosas, y que formando numerosas variedades existe en las regiones cálidas de Europa y de Asia. Se utiliza principalmente su raíz, de la que se hace en España un comercio considerable, ya en estado de tal raíz, ya formando extracto con el jugo de la misma. Las regiones de España donde más abunda son las provincias de Levante y de Aragón, siendo muy conocidas en el comercio las suertes procedentes de Tortosa y Alicante.

La raíz de regaliz contiene, además de celulosa, fécula y azúcar, en cantidades variables, una substancia denominada *Glycyrrhicina*, de sabor dulce, pero que no es azúcar, puesto que no reduce el tartrato alcalino de cobre, ni es fermentescible. Pero esta substancia, hervida con ácido clorhídrico diluído, se descompone dando una materia resinosa, amarga y amorfa, y un azúcar incristalizable que ofrece los caracteres de la glucosa. La *Glycyrrhicina* es poco soluble en el agua fría, pero bastante en la caliente.

He aquí ahora la composición encontrada para la raíz de regaliz según los análisis de J. Sertini:

	Raíz fresca.	Raíz seca.
Agua.....	48,76	»
Materias grasas, resinosas y colorantes solubles en el éter.....	1,60	3,32
Fécula y materias extractivas.....	29,62	57,72
Glycyrrhicina.....	3,27	6,27
Celulosa.....	10,15	19,79
Substancias protéicas.....	3,26	6,38
Sales amoniacales.....	0,02	0,04
Alparaguina.....	1,24	2,42
Sales minerales.....	2,08	4,06
	100,00	100,00

Se ve, pues, que la raíz de regaliz tiene una proporción bastante notable de materias sacarificables.

Cereales.—La *fécula* que contienen los granos ó semillas de los cereales reciben el nombre de *almidón*, y se halla en ellos en mucha cantidad, por lo cual son estas plantas, consideradas desde este solo punto de vista, excelentes primeras materias para la fabricación del alcohol; pero como por otra parte alguna de ellas son la base de la alimentación humana, es más propio dedicarlas á dicha alimentación, tanto por el precio á que resultan, como por la subida y firmeza de precios que había de ocasionar al fin el empleo continuo, y en grande escala, del trigo, centeno, etc., en usos industriales.

Por esta razón, aunque todos los cereales pueden, considerados por sí solos, ser utilizados con ventaja como primeras materias para la fabricación del alcohol, sólo deben elegirse para este efecto los de menos importancia para la alimentación del hombre, cuales son la avena, la cebada y el maíz, tanto más cuanto que los residuos que quedan son muy nutritivos para el ganado, mucho más que los granos enteros, no privados de fécula, pues no siendo ésta más que un alimento respiratorio, resulta que en los residuos que después de la obtención del alcohol quedan, la producción de materias nitrogenadas y minerales es mayor que en los granos enteros, y los tales residuos son, por lo tanto, en igualdad de peso, más alimenticios.

Considerando desde el punto de vista de la producción alcohólica las semillas de cereales, ofrecen las condiciones siguientes:

Las distintas variedades de *trigo* contienen:

Almidón, de.....	58,12 á 75,31 por 100
Dextrina, glucosa y congéneres, de.....	9,50 á 6,01 —

Total de materia alcoholizable, de..... 67,62 á 81,32 por 100

Estas cantidades de materia alcoholizable suponen un rendimiento *teórico* de alcohol de 39 á 47 litros de alcohol absoluto por cada 100 kilos de grano, ó bien de 43 á 51 litros de alcohol comercial de 90°. El rendimiento práctico es menor, conforme se verá más adelante.

El *centeno* contiene, término medio:

Almidón.....	65,65
Dextrina, glucosa y congéneres.....	12,00

Materia alcoholizable..... 77,65

Cuyos datos suponen un rendimiento *teórico* de 26 litros de alcohol absoluto, ó 50,846 de alcohol comercial de 90°.

La *cebada* contiene, término medio:

Almidón.....	55,43
Dextrina, glucosa y congéneres.....	10,00
	<hr/>
<i>Materia alcoholizable</i>	65,43

Lo cual corresponde á un rendimiento *teórico* de 43,691 litros de alcohol absoluto, ó 48 litros de alcohol comercial de 90°.

La riqueza de la *avena* en materia alcoholizable es, por término medio:

Almidón.....	60,59
Dextrina, glucosa y congéneres.....	9,25
	<hr/>
<i>Materia alcoholizable</i>	69,84

Cantidad que supone un rendimiento *teórico* de 40,5 litros de alcohol absoluto, ó 44,5 litros de alcohol comercial de 90°.

El *arroz* contiene, por término medio:

Almidón.....	89,15
Dextrina, glucosa y congéneres.....	1,00
	<hr/>
<i>Materia alcoholizable</i>	90,15

Lo cual corresponde á un rendimiento *teórico* de 52 litros de alcohol absoluto, ó á 57,5 litros de alcohol comercial de 90°.

El grano de *maiz* contiene, por término medio:

Almidón.....	67,55
Dextrina, glucosa y congéneres.....	4,00
	<hr/>
<i>Materia alcoholizable</i>	71,55

Cifra que supone un rendimiento *teórico* de 41,5 litros de alcohol absoluto, ó bien 45,5 litros de alcohol comercial de 90°.

Los rendimientos prácticos á que estos rendimientos *teóricos* corresponden, se pueden averiguar restando de las cifras de alcohol que quedan consignadas $\frac{5}{53}$ del valor de éstas. Las cantidades que así se obtengan representarían aproximadamente el rendimiento práctico en una fabricación esmeradísima, y en donde se logren reunir todas las mejores condiciones (aparatos perfeccionados, obreros cuidadosos é inteligentes, etc.), para obtener el

máximum de producción; el rendimiento correspondiente á la práctica habitual es, por lo tanto, menor siempre, y se obtiene restando de las cifras relativas al rendimiento teórico los $\frac{5}{33}$ de su valor. El número que así resulta, corresponde, con muy corta diferencia, al rendimiento práctico habitual directo.

El cuadro siguiente, calculado según estas indicaciones, expresa los rendimientos alcohólicos de los distintos granos de cereales, por cada 100 kilogramos de substancias:

Cuadro indicador de los rendimientos alcohólicos de los granos de cereales.

	RENDIMIENTO <i>teórico</i>		RENDIMIENTO <i>práctico-racional</i>		RENDIMIENTO <i>práctico-habitual</i>	
	Alcohol absoluto	Alcohol de 90°	Alcohol absoluto	Alcohol de 90°	Alcohol absoluto	Alcohol de 90°
	<i>Litros</i>	<i>Litros</i>	<i>Litros</i>	<i>Litros</i>	<i>Litros</i>	<i>Litros</i>
Trigo de Venezuela.....	39,167	43,084	33,233	36,556	30,028	33,031
Trigo de África.....	41,667	45,834	34,792	38,194	31,945	35,139
Trigo blanco.....	47,102	51,812	39,252	43,177	36,102	39,723
Centeno.....	46,224	50,846	38,520	42,372	35,438	38,982
Cebada.....	43,690	48,060	36,408	40,049	32,496	35,745
Avena.....	40,453	44,498	33,711	37,082	31,014	34,115
Arroz.....	52,217	57,439	43,514	47,865	40,033	44,036
Maíz.....	41,433	45,587	34,527	37,980	31,765	34,941

Debe advertirse que los granos de cereales no tienen la misma composición antes y después de haber germinado. Análisis de Saussure dan la siguiente composición para el trigo no germinado:

Almidón.....	73,72
Azúcar.....	2,44
Dextrina.....	3,46
Gluten.....	11,75
Albúmina.....	1,43
Salvado.....	5,50

Trigo de la misma clase después de germinar, presentaba la composición siguiente:

Almidón.....	65,80
Azúcar.....	5,07
Dextrina.....	7,91
Gluten.....	7,64
Albúmina.....	2,67
Salvado.....	5,60
	<hr/>
	94,69

Se conoce también separadamente la composición de la harina, y del salvado de trigo y de centeno.

Los análisis de Thompson sobre la harina del trigo han dado en cien partes:

Almidón.....	66,73
Gluten.....	9,93
Albúmina.....	1,06
Goma.....	4,60
Azúcar.....	1,24
Agua.....	16,44
	<hr/>
	100,00

La composición media del salvado de trigo, deducida de varios análisis hechos por Furstenberg, es la siguiente:

Agua.....	10,30
Fécula.....	22,62
Dextrina.....	5,28
Gluten.....	10,84
Albúmina.....	1,64
Materia grasa.....	2,82
Materia fibrosa.....	43,98
Sales minerales.....	2,52
	<hr/>
	100,00

Este análisis conduce á dos conclusiones igualmente importantes: 1.º, el salvado de trigo contiene 27,90 por 100 de materia alcoholizable, y su valor en alcoholización es mayor que el de las patatas más ricas; 2.º, contiene además 12,48 por 100 de materia plástica y 2,82 de materia grasa, que hacen de este desecho de la

molienda uno de los alimentos más reparadores y nutritivos que puede darse á consumir al ganado.

Einhof ha dado el siguiente análisis de la harina de centeno:

Almidón	61,07
Azúcar	3,28
Goma	11,09
Gluten	9,48
Fibra leñosa	6,38
Acidez indeterminada y pérdida	5,62
	<hr/>
	96,92

Furstenberg, por otra parte, ha encontrado en el salvado de este mismo cereal:

Agua	14,98
Fécula	65,32
Dextrina	3,78
Gluten	3,96
Albúmina	3,34
Materia grasa	1,92
Materia fibrosa	6,18
Sales minerales	0,52
	<hr/>
	100,00

Lo cual representa 69,10 de materia alcoholizable en cien partes; de suerte que el salvado del centeno podrá presentar ventajas en la alcoholización, cuando los precios del mercado coloquen al almidón de esta materia por debajo de los precios corriente de las féculas comerciales.

Payén atribuye á la cebada la composición siguiente, y como término medio de varios análisis de otras tantas muestras:

Almidón	55,43
Dextrina y congéneres	10,00
Gluten y otras materias nitrogenadas	13,96
Materia grasa	2,76
Celulosa	4,75
Sílice y sales minerales	3,10
Agua y pérdida	10,00
	<hr/>
	100,00

Vogel ha dado la siguiente composición de la harina de avena:

Almidón	59,00
Goma	2,50
Extracto y azúcar	8,25
Substancia gris	4,30
Grasa	2,00
Agua y pérdida	23,95

100,00

Bicio ha dado la siguiente composición de los granos del maíz como resultado de varios análisis:

Almidón	80,920
Azúcar	0,895
Substancia gomosa	2,283
Albúmina	2,498
Materia nitrogenada	0,325
Extractivo	1,092
Fibra vegetal	8,710
Salas, ácido acético y pérdida	0,076

96,799

Los resultados del análisis del arroz han de diferenciarse esencialmente según que se trate del arroz descascarillado ó sin descascarillar. En este último estado ha debido analizarlo Vogel cuando le atribuye la composición siguiente en cien partes del arroz en cuestión:

Fécula	96,0
Azúcar	1,0
Aceite graso	1,5
Albúmina	0,2
Salas	Indeterminadas.

Braconnot, por el contrario, ha debido tratar el grano del arroz entero para obtener los siguientes resultados:

Agua	7,00
Almidón	83,80
Azúcar incristalizable	0,05
Materia gomosa	0,10
Materia nitrogenada	3,60
Aceite	0,25
Parénquima	4,80
Fosfato de cal	0,40
Otras sales	Indicios.

El grano de alforfón ó trigo sarraceno contiene, según Zenneck, la composición siguiente:

Agua	2,7
Almidón	52,0
Azúcar	3,0
Dextrina	0 3
Materia nitrogenada	10,5
Albúmina	0,2
Extracto	2,5
Resina	0,3
Fibras y salvado	28,5
	<hr/>
	100,0

De este análisis se pueden deducir las excelentes condiciones alimenticias de los residuos de la alcoholización del alforfón, cuyo cultivo, por lo tanto, podrá ofrecer ventajas en muchas circunstancias.

La harina de sorgo, panizo y mijo contiene, término medio:

Almidón	65,70
Dextrina, glucosa y congéueres	6,95
	<hr/>
<i>Total de materia alcoholizable</i>	<i>72,65</i>

Lo cual corresponde á un rendimiento *teórico* de 42 litros de alcohol comercial de 90°, y á un rendimiento práctico ordinario de 35,5 litros de alcohol de la misma clase.

Donde se ve cuánta importancia pueden tener estas substancias como primeras materias para la fabricación de alcohol.

Para apreciar debidamente el verdadero valor de las semillas de los cereales como primera materia para la fabricación del alcohol, conviene tener en cuenta, no sólo el alcohol producido, sino el valor y utilización de los residuos que en dicha fabricación pueden quedar.

Como término medio, el cálculo general que puede hacerse sobre el rendimiento de estas primeras materias es el siguiente:

Cada 1.000 kilogramos de semillas cereales producen en la práctica, por término medio, 300 litros de alcohol; dejan además unos 70 hectolitros de residuos líquidos muy alimenticios, que empleados en el cebo del ganado vacuno, representan 70 raciones diarias, ganando los animales así alimentados una libra de carne cada día; de modo que los 1.000 kilogramos de granos suminis-

tran, aparte de los demás productos, 70 kilogramos de carne, ó su equivalente en leche, si las alimentadas son vacas lecheras.

Pueden obtenerse además unos 90 kilogramos de levadura prensada, producto llamado á tener gran aplicación en la panadería, y que ya se utiliza en grandísima escala en el extranjero con dicho objeto, habiendo fábrica de alcoholes, como la de Maisons Alford, cerca de París, que produce diariamente 3.000 kilogramos de dicha levadura, que en parte se vende á la panadería parisién, y el resto se exporta á Bélgica y á Inglaterra con el mismo fin.

Quedan, por último, residuos de bastante valor como abono, y de muy ventajosa aplicación para las mismas tierras que producen los cereales utilizados en la fabricación de alcohol.

Los productos en resumen son, pues, para cada 1.000 kilogramos de grano:

1.º Alcohol de 100º.....	300 litros.
2.º Carne.....	70 kilogramos.
3.º Levadura prensada.....	90 —
4.º Residuos utilizables como abono.	

Estos datos se refieren principalmente á destilerías en donde se emplean granos de centeno, cebada y maíz. En las fábricas en donde se utilice el maíz solamente, aún debe fijarse la atención sobre otro producto secundario, cual es el aceite que de dicha semilla puede obtenerse, que, según ciertos procedimientos ensayados en las destilerías austriacas, puede llegar á 3 ó 4 kilogramos de aceite por quintal métrico de maíz.

Semillas de legumbres.—Los granos de lentejas, habas, guisantes, judías y otras leguminosas, contienen, por término medio, de 33 á 40 por 100 de fécula y su harina de 50 á 60 y un poco azúcar.

Según Einhoff, cien partes de guisantes contienen:

Agua y substancias volátiles.....	17,028
Almidón.....	32,942
Legúmina.....	14,557
Albúmina.....	1,719
Azúcar.....	2,109
Mucilago.....	6,484
Materias feculentas, fibrosas y epidérmicas.....	21,875
Extracto soluble en el alcohol.....	3,000
Sales.....	0,286

100,000

La composición de las habas en 100 partes, es la siguiente:

Materia volátil.....	15,724
Almidón.....	34,166
Legúmina.....	10,859
Albúmina.....	0,807
Azúcar.....	0,000
Mucilago.....	4,609
Materias feculentas, fibrosas y epidérmicas.....	25,937
Extracto soluble en el alcohol.....	3,541
Sales.....	4,357
	<hr/>
	100,000

La composición en cien partes de las judías, es la que sigue, según Braconnot:

Envolventes seminales.....	7,00
Almidón.....	42,34
Agua.....	23,00
Legúmina.....	18,20
Materia animalizada soluble en el agua.....	5,36
Ácido péctico.....	1,50
Materia grasa.....	0,70
Esqueleto pulposo.....	0,70
Azúcar incristalizable.....	0,20
Sales y pérdida.....	1,00
	<hr/>
	100,00

El químico Einhoff ha encontrado también la siguiente composición en cien partes de lentejas:

Almidón.....	32,81
Goma.....	5,99
Extracto dulce.....	3,12
Gliadina.....	37,32
Albúmina soluble.....	1,15
Membranas con un poco de almidón y de materia nitrogenada.....	18,75
Fosfato de cal.....	0,57
Pérdida.....	0,29
	<hr/>
	100,00

Resulta de todos estos datos que los granos de las legumbres podrán servir de base á una producción lucrativa de alcohol en aquellas localidades donde sean abundantes y baratos. Una dificultad se presenta, sin embargo, y es la resistencia que opone su harina á la acción del fermento, como se verá en su lugar correspondiente.

Frutos feculentos.—Entre los frutos feculentos que se han recomendado para la industria objeto de este Tratado, figuran en primer término las castañas y las bellotas.

Las castañas dan la siguiente composición, por término medio:

Fécula.....	28,00
Azúcar prismático.....	14,00
Glucosa.....	6,00
<hr/>	
<i>Total de materia alcoholizable.....</i>	48,00

Lo cual corresponde á un rendimiento *teórico* de 31,857 litros de alcohol comercial de 90°, y en la práctica ordinaria á 24,5 litros del mismo líquido.

Hay que advertir que las cáscaras ó cortezas de las castañas, de las que debe desembarazarse á este fruto antes de verificar la alcoholización, pueden emplearse como combustible, mezcladas con otras materias de esta clase, y dan cenizas muy ricas en potasa.

La castaña de Indias puede también considerarse como primera materia, puesto que contiene hasta un 49 por 100 de substancia alcoholizable, dando en la práctica un rendimiento real de 18 por 100 de alcohol puro, ó sea unos 20 litros de alcohol comercial de 90° por cada 100 kilogramos de primera materia.

Las bellotas contienen unos 43 por 100 de materia alcoholizable, de los cuales 30 á 36 son de fécula y 12 á 7 de azúcar incristalizable, lo cual puede suministrar de 12 á 15 litros de alcohol por cada 100 kilogramos de materia.

Celulosa.—Resta, por último, dar algunas indicaciones acerca del empleo de la celulosa como materia alcoholizable, supuesto que han sido muchos los ensayos que se han hecho en averiguación de la utilidad de dicha substancia en la industria de que se trata.

La celulosa es al vegetal lo que la fibra muscular al animal, con lo que queda dicho que constituye la mayor parte del tejido de la planta, y debe considerársela como la parte más esencial de la trama orgánica de la misma.

La celulosa tiene una composición química idéntica á la de la fécula, goma, etc.; de suerte que viene á ser, como estas substancias, un azúcar á quien falta agua, una especie de goma insoluble. Se encuentra la celulosa casi pura en la mayor parte de las médulas, sobre todo en la de saúco, en casi la totalidad de los leños ó

maderas blancas, tales como el sauce, álamo, chopo, etc. Las fibras textiles de lino, cáñamo, algodón, etc., no son otra cosa que la celulosa casi pura; el lienzo y el papel que han experimentado diferentes reacciones químicas presentan también aquella substancia más ó menos alterada, más ó menos purificada; se la encuentra también en la paja, hojas, ramas de los vegetales herbáceos y en otros; en las pulpas y residuos de diferentes operaciones químicas ó industriales más ó menos mezclada con otros principios inmediatos, pero formando siempre la parte ponderal más importante de la masa.

Por consiguiente, si se consigue disolver esta goma insoluble, si puede hacérsele sufrir una transformación análoga á la que se produce en la fécula (la cual es también una goma insoluble, aunque más atacable que la celulosa), júzguese la inmensa cantidad de materias primeras de que podrá disponer el fabricante de alcohol, puesto que en este caso el reino vegetal casi entero se convierte en su tributario. Este interesantísimo problema está resuelto científicamente; como se verá en el próximo capítulo, se ha conseguido hidratar la celulosa haciéndola soluble, transformándola, por lo tanto, en azúcar.

La solución práctica ó industrial de este problema dista, sin embargo, mucho de haber sido hallada, no obstante lo que afirman *Felouze* y su discípulo *Arnould*, que ha sido uno de los que han propuesto este procedimiento de obtención de alcoholes. No hay más que observar la adjunta nota referente al coste de fabricación del alcohol, empleando como primera materia el serrín de madera por la gran cantidad de celulosa que contiene.

Precio de fabricación del hectolitro de alcohol, empleando como primera materia el serrín de madera

	<u>Pesetas.</u>
Serrín de madera blanca, 300 kilogramos á peseta los 100 kilogramos	3,00
Gastos de desecación y mano de obra, minimum	0,50
Pérdidas por evaporación, un 25 por 100 cuando menos	0,75
Acido sulfúrico, 257 kilogramos á 15 pesetas los 100 kilogramos ..	37,12
Creta (carbonato de cal), 255 kilogramos á 3 pesetas cada 100 kilos	7,65
Manipulación química, coste mínimo	10,00
Fermentación, destilación, precio ordinario	7,60
Rectificación	10,00
	<hr/>
	76,62

En este cuadro, debido á Basset, una de las personas más competentes en Francia en la industria alcoholera, no se incluyen, ni los gastos de almacenaje, ni los imprevistos, y además se consideran siempre en los cálculos las circunstancias más favorables, que nunca se presentan reunidas en la práctica. A pesar de esto, resulta demasiado caro el hectolitro de alcohol, en la suposición de que sea ésta la cantidad de alcohol que pueden dar los cien kilogramos de materia celulósica.

Por lo demás, la transformación de la celulosa en glucosa puede verificarse de la manera siguiente: Triturando cien partes de celulosa con 140 de ácido sulfúrico de 66° Beaumé, la masa se disuelve y se produce una materia viscosa, que es la celulosa hecha soluble, convertida en una verdadera goma; diluyendo entonces la masa en varias veces su peso de agua, y haciendo hervir el líquido, la celulosa soluble se transforma en glucosa. El ácido *fosfórico* concentrado produce el mismo efecto.

Para terminar con este capítulo todo lo referente al estudio de las primeras materias, conviene hacer observar que la composición media indicada para cada una de las distintas especies de materia alcoholizable, puede variar mucho de unos casos á otros por razón del clima, terreno, variedades de cada planta, etc., según ya queda dicho en varias circunstancias, pudiendo sólo dichas cifras medias servir para establecer relaciones previas entre los rendimientos de las diversas materias primeras, y también de guía para el estudio y elección, en cada localidad, de las sustancias que se juzguen más apropiadas para la alcoholización, según las condiciones particulares en que se opere.

CAPÍTULO V

SACARIFICACIÓN

§ I — Principios generales de sacarificación.

Las enzimas.

Según queda dicho en capítulos anteriores, las primeras materias para la fabricación del alcohol se dividen en dos grupos: unas que contienen el azúcar ya formado, y otras que necesitan ser sometidas á cierta operación para que se conviertan en azúcar propio para la fermentación.

Se da, pues, el nombre de *sacarificación* á la operaci3n que tiene por objeto transformar en azúcar fermentescible á toda substancia apta para sufrir esta transformaci3n.

Estas substancias, que quedan estudiadas en el capítulo anterior, así como las materias que las suministran, son las substancias neutras hidro-carbonadas que se han denominado mucílago, fécula, dextrina, inulina, liquenina, gomas y celulosa.

Los agentes transformadores en virtud de cuya acci3n dichas materias se convierten en azúcar fermentescible, son la *diastasa*, el *gluten* y los *ácidos minerales*. Entre éstos los que se emplean son el *sulfúrico*, el *clorhídrico*, el *fluorhídrico* y también el *fosfórico*, aunque no tanto como los anteriores.

Procede, pues, hacer algunas indicaciones acerca de estos agentes sacarificantes.

1.º *Diastasas, zymasas ó enzymas*. —La *diastasa*, que se acaba de mencionar como primer agente sacarificante, es una substancia existente en los granos ó semillas germinadas.

Pertenece la diastasa al grupo de las llamadas materias nitrogenadas albuminóideas, y probablemente no es otra cosa que una modificaci3n de la albúmina de los granos ó semillas, en los que se forma ó desarrolla en el momento de la germinaci3n.

Esta materia se forma, al parecer, en el momento mismo de la germinaci3n, probablemente á expensas de las materias albuminosas contenidas en la semilla; reside en el origen mismo del germen y de las raicillas ó vástagos nuevos de los tubérculos; su oficio principal en el organismo vegetal es el de disgregar la materia amilácea, convirtiéndola en una substancia soluble é isomérica, que en el organismo vegetal se transforma en seguida en otras materias isoméricas también, pero insolubles como la celulosa, que deben constituir el armaz3n de la nueva planta.

La *diastasa* es una materia blanca, sin forma determinada, insoluble en el alcohol absoluto y concentrado, pero muy soluble en el agua, con la que forma una disoluci3n neutra á los reactivos coloreados. Es insípida é inodora. En un lugar seco puede conservarse perfectamente, pero bajo la influencia de la humedad experimenta la fermentaci3n pútrida, desprendiendo vapores amoniacales.

Tiene la diastasa la propiedad característica de transformar la fécula, primero en *dextrina* soluble, y después en *glucosa*, pero no ejerce acci3n ninguna sobre el *azúcar prismático*, *goma*, *inulina*, *celulosa*, *albúmina*, *gluten* y *levadura*, perdiendo toda su acci3n sobre la fécula á la temperatura de 100º.

Pero no solamente la diastasa tiene esta acción transformadora. Existen además en el reino vegetal y en el organismo animal otras substancias, tales como *ptialina* de la saliva y el *jugo pancreático*, que actúan sobre las materias amiláceas ó feculentas del mismo modo que la diastasa, es decir, transformándolas en azúcar fermentescible.

La diastasa es, pues, representante de un grupo de materias que tienen, además de cierta analogía en su formación y en su composición, la propiedad común de obrar como fermentos, es decir, transformando otras substancias que con ellas se ponen en contacto. Por esta razón, todas estas substancias análogas, que pueden denominarse en general *diastasas*, se conocen también con el nombre de *fermentos solubles*. Bechamp propuso en 1864 llamar a estos cuerpos *zymasas*, y Kúchne, en 1878, las denominó *enzymas*, que es el nombre con que más se conocen hoy día en los tratados científicos.

Todas las diastasas ó *enzymas*, al obrar sobre las substancias fermentescibles ó transformables, operan por hidratación; pero unas veces dan inmediatamente los productos definitivos de la reacción y otras veces dan primero cuerpos intermedios. De aquí el que se dividan las diastasas en dos grupos.

PRIMER GRUPO

Enzymas que sacarifican la fécula	<i>Diastasa</i> .
Enzymas que pectonizan los albuminoides	<i>Pepsina, Tripsina y Papaina</i> .
Enzymas que producen la coagulación de la caseína	<i>Presina</i>

SEGUNDO GRUPO

Enzymas que producen la inversión del azúcar de caña	<i>Invertina</i> .
Enzymas que producen el desdoblamiento de los glucósidos	<i>Emulsina, Mirosina, etc</i>
Enzymas que producen la descomposición de la urea	<i>Ureasa</i>

Se pueden también clasificar las enzymas según la materia fermentescible sobre que son susceptibles de obrar. De esta manera se pueden formar los grupos siguientes:

1.º Enzymas que obran sobre los hidratos de carbono: *Diastasa, maltasa, inulasa, invertasa, trehalasa, pectasa, fermentos citohydrolyticos de la celulosa;*



2.º Enzymas que actúan sobre los glucósidos: *Emulsina, Mimosina, eritrosina, y hamnasa*;

3.º Enzymas que actúan sobre las materias albuminoides: *Pepsina, Tripsina, Papaina*;

4.º Enzymas que desdoblan las materias grasas: *Saponasas*

La acción de estas enzymas ó fermentos solubles sobre las materias fermentescibles, es semejante á las reacciones puramente químicas que pueden producirse en los laboratorios por medio de los reactivos químicos ordinarios, con la única diferencia de que, en general, los agentes químicos operan sólo sobre cantidades limitadas de productos, mientras que con los fermentos solubles basta una pequeñísima cantidad para descomponer enormes proporciones de materia fermentescible. Así resulta que una cantidad infinitesimal de diastasa, por ejemplo, puede transformar en azúcar un peso enorme de almidón.

Es muy interesante conocer la existencia de todos estos fermentos, de los que la diastasa ordinaria no es más que un representante, porque así puede explicarse el fabricante de alcohol muchos hechos que de otro modo le parecerán oscuros y aun contrarios á lo que le enseña la práctica ordinaria. Pero, de todos modos, la enzima que le importa estudiar y conocer más especialmente es la *diastasa*.

Para preparar este fermento se emplea la cebada germinada, ó sea la llamada *malta*, que se reduce á harina y se hace digerir durante cinco ó seis horas en seis veces su peso de agua á la temperatura de 20 ó 25°; pasado este tiempo se exprime la papilla en un lienzo fino y resistente, y se filtra el líquido que de este modo se obtiene. Calentando este líquido á la temperatura de 70 á 75°, se separa por coagulación una especie de materia albuminóidea, se filtra por última vez y se deja enfriar el líquido filtrado; después se trata por alcohol concentrado hasta tanto que deje de precipitarse una substancia en forma de copos, que es la diastasa, y que puede separarse por filtración.

Cuando se desee obtenerla en mayor estado de pureza, se la redisuelve de nuevo en agua destilada, se filtra la disolución y se precipita otra vez por alcohol puro, separándola del mismo modo que anteriormente y desecándola, pero de modo que la temperatura no pase de 75°, á causa de que, pasada esta temperatura, la diastasa principia á alterarse, perdiendo por completo sus propiedades á 100°.

En cuanto á la manera y razón de formarse la diastasa en las semillas durante la germinación, cosa es que, si tiene mucha im-

portancia para la ciencia pura, no tiene gran importancia para la industria y las personas á quienes se dirige este Tratado, á las cuales solamente interesa saber dónde se forma dicha substancia, cómo se obtiene, cuáles son sus propiedades y qué utilidad puede sacarse de su empleo.

La *diastasa*, actuando sobre la *fécua*, la hace absorber dos equivalentes de agua, transformándola en una substancia soluble en el agua, llamada *dextrina*; y si el contacto se prolonga á una temperatura conveniente, esta dextrina se cambia en seguida en un azúcar fermentescible ($C_{12} H_{22} O_{11}$), que se ha denominado *maltosa*. Esta serie de transformaciones constituye la *sacarificación*.

Esta acción de la diastasa sobre la fécula se efectúa desde los 12° bajo 0 hasta los 75° sobre 0, pero el máximum de intensidad en los efectos se obtiene entre $+65^{\circ}$ y $+75^{\circ}$, ó sea á los 70° . No se puede, pues, comparar este fenómeno con el de la fermentación, que sólo se puede verificar entre $+5^{\circ}$ y $+50^{\circ}$.

2.º *Gluten*.—Otro agente transformador de la fécula y substancias de su grupo en azúcar fermentescible es el *gluten*, substancia nitrogenada, de composición bastante compleja, que se encuentra en los granos de los cereales, de donde puede obtenerse con bastante facilidad, especialmente del trigo.

Kirchkoff ha conseguido la transformación en azúcar de 2 partes de fécula por 2 de gluten, en presencia de 24 partes de agua á la temperatura de 50° á 75° , mantenida durante ocho á diez horas. De presumir es, sin embargo, que esta acción del gluten no tenga nunca gran interés para los fabricantes de alcohol: 1.º, por el precio relativamente elevado del gluten y la gran cantidad que de éste habría que emplear, caso de usarlo; y 2.º, por la lentitud de la operación. Estas dos circunstancias son completamente opuestas á las que se verifican con la diastasa, pues ésta no hay que separarla del malta, no cuesta más que los gastos de la germinación, y no hay que emplearla sino en muy pequeña cantidad.

3.º *Ácidos minerales*.—Los ácidos minerales, más ó menos concentrados, desagregan la fécula, como ciertos álcalis, siendo esta acción muy rápida en frío, si el líquido contiene por lo menos de 0,15 á 0,20 de ácido; pero cuando la proporción de éste no pasa de 0,015 á 0,020, la acción es muy lenta en frío, verificándose en cambio con mucha rapidez á la temperatura de la ebullición. Hora y media basta en este caso para sacarificar la fécula, que entonces, lo mismo que por la acción de la diastasa, se convierte primero en dextrina y después en glucosa.

Como quiera que los ácidos que se utilizan en la industria alcohólica para aprovechar esta acción son los ácidos sulfúrico, clorhídrico y fluorhídrico, y alguna vez el fosfórico, cuerpos todos bastante conocidos, y que se encuentran en el comercio, puede prescindirse de dar detalles acerca de ellos, pasando al estudio concreto de la sacarificación.

§ II.— Sacarificación por la diastasa El malta.

La sacarificación de las materias feculentas por la diastasa puede verificarse de dos modos: ó tratando dichas materias feculentas por disolución de *diastasa* aislada, y en mayor ó menor grado de pureza, ó bien mezclando las repetidas materias feculentas con la cebada germinada ó *malta* que, según queda dicho, contiene la diastasa ya formada. El empleo de la solución de diastasa es más costoso, y en general no se aplica sino en circunstancias especiales. El agente transformador que se emplea en la industria es, pues, el referido *malta*.

Es, pues, absolutamente preciso conocer en todos sus detalles la preparación de este *malta* y todas las circunstancias relativas á su empleo. Así, pues, en esta sección se estudiará:

- 1.º El examen de la cebada destinada á la preparación del malta.
- 2.º Obtención del malta.
- 3.º Conservación del malta verde ó fresco.
- 4.º Desecación del malta.
- 5.º Examen del malta.
- 6.º Maltado neumático.
- 7.º Práctica de la sacarificación por medio del malta.
- 8.º Observaciones sobre la sacarificación por la diastasa.
- 9.º Empleo del ácido fluorhídrico en la sacarificación por la diastasa.

Muchos de los grandes progresos realizados en los últimos años en la industria de los alcoholes y aguardientes, radican en los estudios y perfeccionamientos que en lo relativo á los puntos mencionados se han hecho, y, por lo tanto, conviene tratarlos con alguna detención:

1.º *Examen de la calidad de la cebada destinada á la preparación del malta.*—Este examen comprende la pureza, forma, apariencia exterior, color y olor, peso del hectolitro, densidad, estado

de la almendra, acidez y poder germinativo de los granos de cebada.

Los granos más gruesos, más ventrudos y más llenos son los mejores, porque son los más ricos en almendra. Cien granos deben pesar por lo menos 3,35 gramos. En las mejores clases de cebada llegan á pesar 5 gramos.

La humedad no debe pasar de 11 á 16 por 100. Se determina reduciendo á harina algunos granos, pesando 5 gramos y desecando en la estufa á 100° hasta obtener un peso constante.

Debe procurarse que los granos no presenten picaduras de parásitos, y que la película exterior sea fina y teisa ó algo rugosa, sin ser gruesa, lo que corresponde á una desecación parcial del endospermo, y, por consiguiente, pérdida en la humedad y aumento en la riqueza de almidón.

El color debe ser amarillo pálido. No debe ser verdoso, prueba de falta de madurez, ni rojizo ni pardo, que demuestra la presencia de parásitos. El olor debe ser franco, y sobre todo no recordar para nada el olor de moho.

El peso del hectolitro debe variar de 68 á 70 kilogramos. En destilería, y desde el punto de vista de la producción de la diastasa, se deben emplear cebadas ligeras; es decir, que pesen poco al hectolitro. Cuando los granos se apeimizan entre sí y forman masa compacta (que es lo que da el aumento de peso en igualdad de volumen), experimentan algún retraso en la germinación.

El peso específico ó densidad de los granos debe ser de 1,2 á 1,3. Se determina por el método del frasco, empleando petróleo en lugar de agua, porque ésta sería parcialmente absorbida por los granos.

El estado de la almendra se aprecia cortando los granos por la mitad con una cuchilla fina, y en sentido perpendicular al eje mayor. Se puede emplear también el aparato llamado *farinato*, que se describe más adelante. Se prefieren los granos tiernos que presenten al corte una sección amilácea mate, y no granos duros de sección córnea. Estos últimos se disgregan mal al germinar, y son menos ricos en almidón y en materias nitrogenadas. El estado de madurez influye en el aspecto de la almendra, notándose que los granos no maduros presentan un aspecto menos córneo que los de igual calidad con madurez perfecta.

La acidez se determina tratando por agua 10 gramos de cebada, y determinando después la acidez en ésta por medio de una disolución normal de sosa cáustica y en presencia del tornasol ó del ácido rosólico. La acidez, expresada en ácido sulfúrico, no debe ser

superior á 0,2 por 100. Si es mayor, es prueba de que ha habido fermentaciones en la superficie de los granos, y el malta obtenido será malo.

El poder germinativo se aprecia determinando el número de granos que germinan entre ciento tomados á granel, y colocados en condiciones favorables para la germinación. La manera más sencilla de operar es colocar los 100 granos humedecidos en agua entre dos hojas de papel de filtro mojado. Se coloca todo en la obscuridad, y se humedece de cuando en cuando el papel. Cuando el poder germinativo es superior á 96 por 100, el grano es bueno; entre 91 y 96, es de mediana calidad; siendo inferior á 85 por 100, el grano es malo. Generalmente se toma el 90 por 100 como límite inferior. Debe advertirse que el poder germinativo es muy débil inmediatamente después de la cosecha, y que aumenta considerablemente en los meses que siguen á ésta. Así, por ejemplo, una cebada que al fin de Octubre presentaba un poder germinativo de 80 por 100, al fin de Diciembre tenía un poder germinativo de 95.

Á veces en destilería en lugar de preparar el malta con cebada, se emplea otros cereales, como el trigo, el centeno, el maíz, el arroz y aun la avena. Es cuestión de precio.

En estos casos debe procurarse, sea cualquiera el cereal que se elija, que los granos, 1.º, sean limpios; 2.º, que no haya granos partidos ni averiados; 3.º, que las películas sean delgadas y lisas ó rugosas; y 4.º, que se hallen dotados de un gran poder germinativo.

En particular para el trigo se recomienda que los granos sean sanos, de gran densidad (de 1,23 á 1,34), secos y que procedan de almacenes bien aireados.

Para el maíz se recomienda sobre todo que los granos estén bien secos.

2.º *Preparación del malta* —Una vez ensayado y elegido el grano, sea de cebada, que es lo más común, sea de cualquier otro cereal, se debe proceder á su limpieza, que se efectúa en unas vasijas cilíndricas con el fondo cónico, y en las cuales se deposita el grano y se lava con agua que entra por la parte superior y sale por la inferior arrastrando consigo el polvo y muchos elementos nocivos que cubren siempre la superficie de los granos.

Lavados éstos, se someten al *remojado* ó hidratación. Las cubas ó tinas donde se verifica el remojado pueden ser de madera forradas de plomo, ó de fábrica revestida de cemento; su capacidad se calcula á razón de 120 litros por hectolitro de cebada á remojar.

Este depósito ó cuba se llena de agua clara y bien fresca, en la proporción que sea necesaria para que el grano quede cubierto por algunos centímetros de líquido; se va añadiendo el grano lentamente, y durante este tiempo se le mezcla y remueve con cuidado, y cuando se haya echado todo el grano, se separan por medio de una espumadera los granos ligeros que sobrenadan; transcurridas dos horas, se hace correr el agua, que se lleva el polvo, impurezas y materias acres procedentes de la película, especialmente cuando los granos no han sido bien lavados de antemano, y se reemplaza esta agua por otra cantidad igual, procurando siempre que sea lo más pura posible. Como término medio puede decirse que el remojo dura de cincuenta á sesenta horas en invierno, de cuarenta á cincuenta en la primavera y otoño, y de treinta á cuarenta en verano; en todo caso, debe ponerse especial cuidado en que el remojo no exceda de cierto límite, que la temperatura no pase de 10°, y que el agua se renueve á lo menos una vez cada veinticuatro horas en invierno y doce en verano. Cuando se vea un desprendimiento de gases en la superficie del líquido, hay que renovar el agua en seguida.

Según Balling, vale más que el remojo sea de corta duración, con el solo objeto de separar la materia acre extractiva de la película, sin penetrar la almendra, para que no haya pérdida sensible de materias solubles. Al efecto aconseja que el remojo dure de seis á ocho horas con la primera agua y de doce á diez y seis con la segunda; después se deja escurrir durante diez y ocho ó veinte horas, cosa que también debe hacerse en el caso del remojo anterior, sólo que este último, tal como lo aconseja Balling, exige para completarse que se rocíe el grano en el germinador. Este procedimiento parece mejor que el primero, porque además de ser con él menores las pérdidas de materias solubles, expone también menos al grano á sufrir alteraciones.

En las destilerías modernas se hace pasar por las cubas una corriente constante de agua, entrando por la parte inferior y saliendo por la superior.

Preparado el grano como se acaba de decir, pasa al germinador, que debe estar en la obscuridad y ser perfectamente impermeable é inclinado para que corran las aguas que escurren, que deben tener fácil salida; debe limpiarse con frecuencia, para lo cual sirven también las mismas salidas de las aguas; su temperatura debe ser lo más constante posible. Por todas estas razones, los germinadores se construyen generalmente en los sótanos, siendo su fondo de asfalto, ó de baldosas de granito ó pizarra, bien

cementadas; la ventilación debe ser también muy fácil y regular, porque formándose una gran cantidad de ácido carbónico durante la germinación, podrían resultar terribles accidentes para los obreros, aparte de que la germinación se verificaría de una manera tardía é irregular. La ventilación se puede hacer perfectamente por medio de un tubo que llegue hasta el fondo del germinador, puesto que el ácido carbónico es más pesado que el aire, cuyo tubo puede producir el tiro del aire viciado, bien desembocando en uno de los hogares de la fábrica, ó por cualquier aparato á propósito; de todos modos, este tubo debe llevar un registro para regular la ventilación, que no debe ser ni muy viva ni retardada. La extensión del germinador debe ser de 2 metros cuadrados por hectolitro de cebada.

La temperatura más conveniente á la germinación es la de 15 á 20°; en cuanto que el germen aparece, se reduce la capa, que al principio es de 0,5 metros próximamente de espesor, á 0,3 metros, y luego á 0,1 metro en cuanto la germinación haya adelantado lo suficiente, que viene á ser cuando el germen adquiere una longitud igual á los $\frac{2}{3}$ de la del grano, teniendo cuidado durante esta operación de remover la masa de vez en cuando para que el aire se renueve en el interior de la capa de cebada germinada. Llegado el germen al estado que queda dicho, se lleva el grano á un granero para que sufra una desecación preliminar, para lo cual se le coloca en capas de muy poco espesor, y hasta sería conveniente que el aire tuviera la temperatura de 25 á 30°; desde allí se pasa á una estufa, donde queda aquél expuesto á la acción constante de una temperatura de + 55°. En cuanto el grano queda desecado, se le pasa á través de un arnero para que pierda las yemitas (1), y se le tritura, por último, en una muela ó entre dos cilindros, siendo esta materia triturada la que se conoce con el nombre de malta. Más sencillo que todo esto es el paralizar la germinación por la trituración del grano sin hacerle sufrir la desecación cuando no haya que transportarlo, y sobre todo cuando se tenga que emplear en el mismo día. Más valdrá también reducir á harina desde luego la malta desecada que triturarla solamente, por las razones que más adelante se verán.

En general, el empleo del malta verde ó fresco es más económico que el del malta seco, porque éste es siempre menos activo en razón á haber perdido una gran parte de su fuerza diastásica.

(1) Cuando se trabaja en gran escala, esta operación puede hacerse por medio de aparatos más perfectos.

Hay casos en que, sin embargo, se impone el empleo del malta seco, sobre todo en los países cálidos.

Es interesante, pues, usar, siempre que sea posible, malta fresco, y para ello, conocer cómo se puede conservar por algún tiempo, y desinfectarlo para que obre como es debido, y en el caso de tener que emplearlo seco, saber practicar la desecación de un modo perfecto.

3.º *Conservación del malta verde ó fresco.*—Se puede conservar el malta fresco durante varios días en una cueva, extendiéndole en capas de poco espesor y removiéndolo con una paleta de madera de tiempo en tiempo para poner los granos en contacto con el aire fresco. En estas condiciones la germinación se detiene, el malta se pasa un poco, pero la diastasa queda inalterable, á no ser que sobrevengan alteraciones especiales. Estas consisten en el enmohecido, que debe evitarse en absoluto, y la fermentación láctica, que es muy perjudicial para el empleo posterior del malta. Así es, que cuando se quiere conservar éste más de tres ó cuatro días es más conveniente desecarlo.

Desinfección del malta —El malta preparado con el mayor cuidado y en las mejores condiciones posibles, contiene siempre fermentos viciosos que perjudican después la buena fermentación del mosto. Tanto para destruir los aludidos fermentos como para asegurar la conservación del malta, se han recomendado varios tratamientos de desinfección. Avenarius aconseja el azufrado, quemando azufre junto al malta y removiendo éste con una paleta para renovar las superficies de contacto con el gas sulfuroso. Maercker recomienda el empleo de sulfato de cal en solución acuosa á razón de 1 á 2 por 100. Se riega el malta con esta disolución, se remueve varias veces, y, por último, se riega con agua pura. La operación debe efectuarse poco tiempo antes de hacer uso del malta.

Se ha recomendado también el empleo del ácido salicílico en la proporción de 10 gramos por cada cien kilos de malta fresco y operando en las mismas condiciones que para el sulfato de cal.

Bajo ningún concepto ni en ninguna forma, debe emplearse el ácido fénico para desinfección del malta.

4.º *Desecación del malta.*—Puede efectuarse al aire ó por la acción del calor. Para desecar el malta al aire se extiende en capas de 5 centímetros de espesor en un local caliente y seco y se remueve con una paleta cinco ó seis veces por día. Se favorece la desecación con una buena aereación del local; con este objeto se practican aberturas en número suficiente y convenientemente

dispuestas para procurar buena corriente de aire, y, en último caso, se recurre si es necesario á la ventilación artificial.

Para la desecación en caliente se emplean instalaciones especiales, bastante sencillas para el malta de las destilerías, más complicadas en las fábricas de cerveza. Como ejemplo de las primeras, que son las que interesan en este Tratado, se describirá el desecador empleado más comunmente en las destilerías alemanas.

Consiste en una especie de recipiente rectangular, de ladrillo, que lleva, como á la mitad de su altura, una lámina de palastro perforada por multitud de agujeritos, ó bien una tela metálica de malla muy tupida. De esta manera queda dividido el recipiente en dos capacidades. En la superior, cuyo fondo está constituido por la tela ó placa metálica, se coloca el malta que se va á desecar, y la capacidad inferior que queda vacía, comunica con los tubos ó conductos por donde llegue el aire ó gases calientes procedentes ya de un foco instalado en la parte inferior del desecador, ya aprovechando los gases calientes que se desprendan de las calderas de la destilería. Para obligar á estos gases á actuar más sobre el malta, los tubos ó conductos por donde van el aire ó los gases calientes, están dispuestos en zic-zac, forzando así al aire ó á los gases calientes á seguir un camino sinuoso desde la entrada en el desecador hasta la chimenea de salida situada en la parte opuesta. Unas compuertas ó trampillas colocadas en las paredes del desecador sirven para dar entrada, cuando se necesita, al aire fresco exterior, regulando así la temperatura del interior. Una abertura mayor que las anteriores, y con su compuerta correspondiente, abierta en una de las paredes del desecador y correspondiendo á la capacidad inferior de éste, sirve para limpiar el fondo de la instalación y separar los gérmenes y raicillas que atravesando la tela metálica caigan al fondo del desecador.

Varios termómetros colocados en distintos puntos del aparato sirven para indicar y regular la temperatura, que debe oscilar entre 45 y 50° y no debe pasar de 55°, salvo el caso en que se trate de malta procedente de granos averiados, pues entonces se puede elevar la temperatura entre 60 y 65°, con el objeto de destruir los fermentos nocivos que pudieran existir.

5.º *Examen y análisis del malta.*—El examen completo de un malta seco abraza un ensayo físico y un ensayo químico.

Ensayo físico.—Comprende las siguientes operaciones:

1.ª Apreciación de los caracteres organolépticos. El color debe

ser más pálido que el del grano natural y con un tinte homogéneo; el olor *sui generis* y diferente del de la cebada antes de germinar; el gusto debe ser azucarado y no farináceo.

2.^a Peso del hectolitro. Un hectolitro de buen malta debe pesar de 48 á 56 kilogramos. Un peso superior indica que la cebada está mal germinada.

3.^a Determinación del peso de 1.000 granos. Se cuentan 1.000 granos tomados á granel, es decir, no escogidos, y se pesan. Su peso debe oscilar entre 26 y 40 gramos. Teniendo pesados de antemano otros 1.000 granos de la misma clase de cebada antes de germinar, y dividiendo el peso de los 1.000 granos de malta por el peso de los 1.000 granos de la misma cebada sin germinar, se debe obtener una relación ó cociente que no pase de $\frac{8}{10}$.

4.^a Cribado de los granos. Se efectúa por medio de una cribadora de sacudidas que contenga tres tamices, uno con malla de 2^{mm},8; otro de 2^{mm},5, y otro de 2^{mm},2. Se introducen en la cribadora 100 gramos de malta y se agita durante 10 minutos. Se clasifica de este modo el grano en tres tamaños. Los granos más gruesos son los que dan más extracto.

5.^a Determinación de la proporción de granos rotos, enmohecidos ó extraños, es decir, diferentes de los de cebada. Para esto se toma de la masa general del malta una porción de la que se pesan 200 gramos que se extienden después sobre una lámina para efectuar el escogido.

6.^a Examen del estado de la almendra. Se aprecia por un aparato especial llamado *farinato*, y que consiste en una plancha con 200 alveolos, en los cuales se pueden colocar los granos de cebada poniéndolos de pie, de modo que medio grano queda dentro del alveolo y medio grano fuera. Con una cuchilla se guillotinan de una vez todos los granos y se observan las secciones resultantes. La superficie del corte debe ser limpia, de apariencia amilácea y no vítrea. Además, la almendra debe ser compacta, brillante y friable.

Se puede también reconocer el estado de la almendra por medio del diafanoscopio. Este aparato consiste esencialmente en una caja cúbica, iluminada fuertemente en su interior y con una cubierta perforada por agujeritos, sobre los cuales se colocan, tendidos, los granos de cebada que se quiere examinar. Si se encierra el aparato en una cámara oscura, los granos aparecen translúcidos y entonces puede contarse el número de granos cuya almendra aparece vítrea, semivítrea, farinácea ó quemada. Así,

por ejemplo, en 100 granos se puede observar la siguiente proporción:

Farináceos	91
Semivítreos	6
Vítreos	2
Quemados	1

7.^a Examen del estado de la plúmula. Consiste en determinar la longitud de dicha plúmula o raicilla; para ello, en 100 granos tomados á granel, se determina la proporción en que se encuentran los granos no germinados, ó sea sin plúmula, los granos en que la plúmula tiene una longitud mínima, en los que tiene una longitud media y en los que tiene una longitud máxima.

8.^a Sumersión en el agua. Se toman 200 granos á granel y se sumergen en agua pura; se anota entonces los que sobrenadan, los que caen al fondo, pero quedan de pie, y los que caen y quedan acostados. Los primeros son los que han germinado bien; los segundos, los incompletamente germinados; los terceros, los que han quedado sin germinar. Esta operación debe repetirse por cuatro veces y tomar el término medio de los resultados obtenidos de las cuatro operaciones.

Ensayo químico.—Comprende las operaciones siguientes:

1.^a Determinación de la humedad. Se tritura una porción de malta, se pesan cinco gramos y se deseca primero á la temperatura de 80° y después á la de 105° hasta que no pierda más de peso.

2.^a Acidez. Se determina la acidez tratando 100 gramos de malta por 400 centímetros cúbicos de agua durante dos horas. En la masa líquida se determina después la acidez empleando una disolución valorada de sosa, usando como indicador el tornasol ó el ácido rosólico. La acidez se expresa en ácido láctico, y un buen malta no debe tener más de 0,1 á 0,2 por 100; si contiene más, es prueba de que el malta se halla enmohecido.

3.^a Extracto. Hay muchos métodos para la determinación del extracto, pero el método oficial recomendado por el tercer Congreso internacional de química, es el siguiente: Se pesan 50 gramos de malta reducido á harina y se mezclan con 200 centímetros cúbicos de agua destilada, colocando el conjunto en un matraz de vidrio, cobre, níquel ó aluminio. Se expone á la temperatura de 45° exactamente durante media hora; después se eleva á la temperatura de 70°, agitando la masa constantemente hasta que la sacarificación se haya verificado por completo, lo cual se

conoce por la prueba del yodo. La masa sacarificada se mezcla con otros 200 centímetros cúbicos de agua, se enfría á 15°, y se pesa la masa añadiendo más agua destilada hasta obtener (descontando el peso del matraz) un peso total exacto de 450 gramos. Se filtra sobre un filtro de pliegues, de capacidad bastante para contener toda la masa y cubriendo el embudo con una placa de vidrio. Los primeros 100 centímetros cúbicos de líquido que filtren se vuelven á echar sobre el filtro. Concluida la filtración por completo, se toma la densidad del líquido filtrado por medio del picnómetro ó de la balanza de Wesphale, y de la densidad por medio de las tablas, se deduce el extracto.

El extracto de un buen malta debe ser de 70 á 71 por 100.

4.^a Determinación de la maltosa. Se determina la maltosa en el líquido filtrado de la operación anterior, y cuya densidad ha servido para determinación del extracto.

Para ello se toman 30 centímetros cúbicos y se mezclan con 200 centímetros cúbicos de agua. Aparte se coloca en una cápsula de 13 centímetros de diámetro y unos 350 decímetros cúbicos de capacidad, 50 centímetros cúbicos de líquido Fehling y se calienta hasta hervir. Se añade 25 centímetros cúbicos del líquido que se preparó primeramente y se mantiene el todo á la ebullición durante cuatro minutos. El óxido de cobre, obtenido por la reducción del líquido Fehling, sirve para calcular la maltosa admitiendo que todo el azúcar reductor encontrado es maltosa.

5.^a Determinación de los azúcares persistentes en el malta. Se procede de la manera siguiente: Se prepara un extracto de 500 gramos de malta triturado y 500 centímetros cúbicos de agua durante tres horas. Se toman 50 centímetros cúbicos de este extracto y se determina la cantidad de maltosa m que contiene. Por otra parte, otros 50 centímetros cúbicos del mismo líquido se dejan en contacto con cinco gramos de almidón durante tres horas, y se determina la maltosa M que resulte.

Se admite que $M - m$ es la cantidad de maltosa que se forma en tres horas, y que los azúcares preexistentes estarán expresados por la fórmula $m - (M - m) = 2m - M$ (en 5 gramos de malta).

6.^a Poder sacarificante. Se aprecia por el tiempo que necesita el extracto de malta para transformar todo su almidón en maltosa. Para apreciarlo se pesan 100 gramos de malta reducido á harina; se añaden 450 centímetros cúbicos de agua; se calienta el conjunto á 70° durante seis minutos; se retira del fuego, anotando en seguida la hora, y á contar desde entonces se sigue la

marcha de la sacarificación por medio del agua yodada, apreciando el tiempo que transcurre hasta la sacarificación completa. El malta bueno de Viena requiere de treinta y cinco á treinta y ocho minutos y el de Munich de cuarenta y dos á cincuenta y cinco.

7.^a Determinación de la dextrina. Se prepara un extracto con 30 gramos de malta triturado y agua hasta formar 200 centímetros cúbicos. Se toman 100 centímetros cúbicos de líquido extractivo filtrado y se evaporan hasta reducirlos á 30 centímetros cúbicos. Se añade entonces 150 centímetros cúbicos de alcohol de 95°, se deja reposar la masa por cinco días, al cabo de los cuales se decanta, se filtra, se lava con alcohol el precipitado, se deseca éste á la estufa y se pesa, cuidando de que el filtro estuviese tarrado previamente.

6.^o *Maltado pneumático* —La preparación del malta, tal como acaba de exponerse, es una operación que, aunque sencilla, no deja de ser delicada, en razón á las influencias atmosféricas, especialmente en los países cálidos, en donde es muy difícil mantener la temperatura dentro de los límites que exige la preparación del malta. Además, cuando esta preparación se efectúa á mano en la forma expuesta, es necesario un gran espacio y un gasto considerable de jornales.

Para evitar todos estos inconvenientes, se ha tratado de preparar el malta de un modo mecánico, efectuando las operaciones de aereación é hidratación del grano y la regulación de la temperatura en las diversas fases de la germinación, con una precisión casi matemática. A este maltado mecánico se le ha dado el nombre de pneumático.

Los sistemas de maltado pneumático son varios, pero pueden reducirse á dos principales: 1.^o, aquellos en los cuales se efectúan mecánicamente sólo las tres primeras partes del trabajo; 2.^o, los sistemas en los que todas las operaciones se ejecutan mecánicamente.

En los sistemas de la primera categoría se emplean cajas provistas de falsos fondos de palastro perforado, falsos fondos que se hallan colocados á poca distancia del fondo verdadero de las cajas. Los granos de cebada se extienden sobre los falsos fondos en capas de 0,75 á 1 metro de espesor, y el aire frío é hidratado se introduce por entre los dos fondos y se hace que atraviese la capa de grano, ya impulsándolo por fuertes ventiladores á la entrada y un aspirador á la salida de las cajas, ya solamente por medio de la aspiración.

Una vez efectuado el aireado de hidratación de los granos de

la manera mecánica indicada, el escogido de éstos se efectúa á mano por medio de obreros prácticos, como en los procedimientos ordinarios

Entre los métodos de maltado pneumático de la segunda categoría, ó sea totalmente mecánicos, se puede describir como el más importante el procedimiento Galland, que es seguramente el más perfecto.

En este procedimiento se introduce el grano que ha de germinar en grandes cilindros de eje horizontal, y á los cuales se imprime un movimiento de rotación lento, pero continuo, con el objeto de hacer variar constantemente la superficie libre de la capa de granos y asegurar así una buena germinación.

El aire húmedo penetra en estos cilindros, atraviesa la capa de granos y es aspirado al exterior pasando por el eje tubular.

La sumersión y maceración se efectúa colocando el grano en un macerador, donde se tiene en contacto con el agua por espacio de setenta y dos horas. Pasado este tiempo se da salida al agua, y los granos de cebada se dejan en el mismo macerador, por el cual se hace pasar una corriente de aire húmedo y templado. Cuando se observa que las raicillas adquieren próximamente la misma longitud que los granos, se vierte la cebada germinada en unos grandes tambores cilíndricos, de 2 metros de altura y 3,50 de diámetro, donde se la deja reposar por espacio de seis á ocho días, sometida á una ventilación de aire húmedo, templado y puro, para lo cual dicho aire, antes de llegar á los tambores, atraviesa un cilindro lleno de cok triturado en granos menudos.

Un obrero, reemplazado convenientemente para que la guardia sea continua, basta para dirigir y vigilar la marcha de todas las operaciones. Una instalación de esta clase requiere solamente un espacio cuatro veces menor que en los procedimientos ordinarios.

Por el maltado pneumático se puede preparar el malta en todas las estaciones, aun en los países muy cálidos, y por esta razón este procedimiento se va extendiendo cada vez más, á pesar de la creencia de que el malta así fabricado no es de tan buenas condiciones como el obtenido por los procedimientos ordinarios. Experiencias cuidadosas han hecho modificar esta opinión; y aun cuando es cierto que el maltado pneumático exige una instalación más costosa y gasto de fuerza motriz, la circunstancia de poder fabricar malta todo el año sin interrupción, necesitar un espacio más reducido y tener una economía muy considerable

en la mano de obra, hacen que este procedimiento pueda considerarse como indudablemente ventajoso

7.º *Práctica de la sacarificación por medio del malta.* — La diastasa del malta no obra sobre la fécula sino á condición de que los granos de ésta se hallen completamente libres; esto es, desprendidos de las células vegetales donde se encuentran aprisionados. Es menester, además, que dichos granos de féculas hayan absorbido agua, lo cual efectúan, en contacto de este liquido, á una temperatura elevada, hinchándose, rompiéndose y formando lo que se llama *engrudo*.

El malta, á su vez, se debe emplear triturado ó formando *lechada*, es decir, desleído en agua. La proporción en que el malta así preparado debe mezclarse con la fécula, para conseguir la sacarificación, se admite en la práctica, que es 15 de malta para 100 de fécula pura.

En cuanto á las cantidades de diastasa pura y de grano germinado ó malta que deben emplearse para sacarificar 100 kilos de distintas materias feculentas, se expresan en el siguiente cuadro:

NOMBRE de la substancia sacarificable	RIQUEZA en fécula.	MALTA	MALTA	DIASTASA
		Cantidad mínima para 100 kil	Cantidad práctica para 100 kil	pura (teoría) para 100 kilogs
		<i>Kilogramos</i>	<i>Kilogramos</i>	<i>Kilogramos</i>
Fécula	100	6,00	15,00	0 050,000
Trigo	66	3,96	9,90	0 033,000
Centeno	65,65	3,94	9,85	3 032,825
Cebada	65,43	3,93	9,80	3 032,715
Avena	60,59	3,65	9,00	9 030,295
Arroz	89,15	5,35	13,38	0 044,575
Maíz	67,35	4,05	10,15	0 033,775
Alforfón	58 40	3,50	8,76	0 029,082
Mijo, etc.	65,70	3,94	9,86	0 032,005
Bellotas	20	1,20	3,00	0 010,000
Patatas	23	1,38	3,45	0 011,005

La cantidad de agua que debe emplearse para cada cien partes de materia feculenta, es uno de los datos que más deben preocupar al destilador. Los holandeses emplean 16,92 litros de agua por kilogramo de fécula á tratar; los cerveceros emplean próximamente 6,96 litros de agua para la misma cantidad de fécula de cebada; el término medio es de 12,45 litros de agua por kilogramo de fécula.

Suponiendo que esta fécula se transforma completamente en

azúcar, se encuentra que un kilogramo de la misma se convierte en 1,100 gramos de glucosa. Por otra parte, la densidad de 80° que, como se verá al hablar de la fermentación, es la más conveniente para una marcha regular de esta operación, corresponde á 150 gramos de azúcar por litro de líquido; por consiguiente, resulta que exige 7 litros de agua por kilogramo de fécula transformable.

He aquí ahora la manera de practicar la sacarificación por la diastasa: Sea la cuba A (figura 20), en la cual el tubo de vapor V conduce á voluntad, cerrando más ó menos la llave superior, la

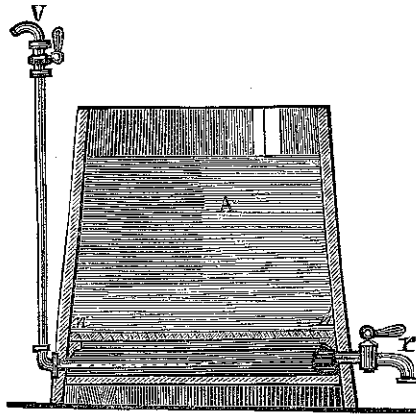


Figura 20.

cantidad que se quiera de este agente calorífico; esta cuba tiene un falso fondo *nn* y una llave *r* para vaciarla cuando sea necesario. Suponiendo que se vaya a operar á la vez sobre 500 kilogramos de fécula, se hacen llegar á la cuba $500 \times 7 = 3.500$ litros de agua, que se calentará á la temperatura de 75° por medio del vapor del tubo V, que borbotea en el seno del líquido de la cuba en el falso fondo. En cuanto la temperatura sea la indicada, se introduce en la cuba un 15 por 100, ó sean 75 kilogramos de malta convenientemente triturada. Se remueve bien la materia en todos sentidos por medio de una horquilla ó un palo, ó si el aparato es muy grande y se trata de una máquina bien montada, por medio de un agitador mecánico.

La fécula se introduce por pequeñas cantidades en estado húmedo, sin cesar de agitar la masa líquida, y teniendo cuidado de no añadir una porción hasta que la anterior se haya liquidado completamente.

Cuando toda la fécula ha sido introducida, se mantiene la temperatura á 70°, y se continúa agitando la masa casi sin interrupción, hasta tanto que no haya terminado la sacarificación, que suele durar, término medio, de cuatro á cinco horas.

Es muy conveniente que al sacar el líquido sacarino de la cuba, se someta á una filtración con el objeto de quitarle las causas de mal sabor, pues en otro caso quedan en el líquido, durante la fermentación, algunos restos de celulosa y materias nitrogenadas insolubles, que son las que producen aquel mal sabor.

Cuando en vez de la fécula se emplean, como sucede siempre, las materias que la contienen, como patatas, granos, etc., queda un residuo sobre el falso fondo que hay que lavar una ó más veces para quitarle cierta cantidad de azúcar que puede contener (operación que más adelante se detalla), y el residuo, lavado y prensado, es un excelente pienso, que suele alcanzar gran valor en ciertos casos.

Al emplear en la sacarificación materias que contienen fécula, y no la fécula aislada, se debe procurar dividir la materia cuanto sea posible, á fin de que la acción de la diastasa se pueda ejercer sobre la totalidad de la fécula, y se llegue al máximo de resultados que se puedan conseguir en la práctica. En cuanto á la proporción de agua, debe modificarse de modo que se emplee un peso ocho veces mayor que la cantidad de fécula contenida en la primera materia que se utilice. Más adelante, al tratar en particular de la alcoholización de las diferentes primeras materias, se darán á conocer los detalles operatorios correspondientes á cada caso.

8.º *Observaciones sobre la sacarificación por el malta.*—El químico alemán Schwazer ha demostrado con toda evidencia que en la sacarificación de las féculas se produce gran cantidad de dextrina á temperaturas superiores á 60°. Según dicho químico, la proporción de la dextrina formada á más de 65°, con el azúcar, es de uno á uno, es decir, partes iguales de ambas sustancias. En un principio todos los químicos consideraron al azúcar procedente de la fécula por la acción de la diastasa, de naturaleza idéntica al azúcar de uva ó destrosa. El único que afirmó que dicho azúcar difiere esencialmente del azúcar de uva, fué Dubrunfaut, que le dió el nombre de *maltosa*, ó azúcar de malta, directa y enteramente fermentescible. Las investigaciones posteriores han confirmado plenamente la opinión de Dubrunfaut.

Se pueden, pues, con respecto á la sacarificación por el malta, considerar como positivamente establecidos los principios siguientes:

1.º La maltosa y la dextrina son los únicos productos de la sacarificación por la diastasa.

2.º Las dextrinas que se forman bajo la acción de la diastasa son muy diferentes. La *amilodextrina* y *eritrodextrina*, que se forman al principio de la operación, se aproximan por su constitución al almidón, mientras que la *aerodextrina* y la *maltodextrina*, que se originan después, se aproximan más á la maltosa.

3.º La diastasa no actúa, ó actúa muy poco, sobre la fécula, si ésta no se halla reducida á engrudo, es decir, con sus granos disgregados é hidratados. Pero la diastasa actúa sobre dicho engrudo desde la temperatura de 0º hasta la de 70º. Su efecto es más enérgico en solución débilmente ácida; menor, sobre las soluciones neutras; negativo, en presencia de álcalis ó de un exceso de ácido.

4.º La diastasa se hace completamente inactiva á más de 75º, y su actividad no renace por el enfriamiento.

5.º Las dextrinas formadas bajo la acción de la diastasa se transforman en maltosa si dicha acción se prolonga.

6.º La temperatura más á propósito para la sacarificación es, en la práctica, la comprendida entre 55º y 60º centígrados.

En las destilerías que trabajan convenientemente, los mostos azucarados que preparan contienen ordinariamente de 80 á 81 por 100 de maltosa y de 19 á 20 por 100 de dextrina.

Según O'Sullivan, entre 64 y 68º centígrados, se forma una mezcla de 34 á 54 por 100 de maltosa, y de 66 á 46 por 100 de dextrina; no se debe, pues, en la práctica, de pasar de 63 á 64º centígrados para obtener todo el efecto útil de la diastasa.

Se sacifica á esta temperatura, y no á la de 52-55º centígrados, que teóricamente es más favorable por dos razones: 1.ª, porque el almidón contenido en el malta no está transformado en engrudo, y por lo tanto exige una temperatura más elevada para ser sacificado por la diastasia; 2.ª, porque los fermentos butírico, láctico y otros organismos inferiores introducidos en el mosto, principalmente por el malta, deben ser destruídos antes de empezar la fermentación, á fin de que la levadura encuentre un medio favorable á su desarrollo. Ahora bien; la mayor parte de estos falsos fermentos no resisten temperaturas superiores á 58-60º centígrados; elevando, pues, la temperatura hasta 60º, se tendrá un mosto casi completamente limpio de los falsos fermentos. En resumen, es necesario sacarificar á una temperatura algo más elevada, cuanto se emplea malta de mala calidad, que se halla, por consiguiente, más infestado de falsos fermentos; pero entonces es prudente aumentar ligeramente la dosis del malta.

La diastasa resiste mejor las temperaturas cuando está acompañada de grandes cantidades de azúcar; es, pues, preferible, cuando se trabaja con patatas, efectuar lentamente el vaciado del cocedero, á fin de no llegar de un golpe á la temperatura de 64-62° centígrados, é introducir en seguida en la cuba de sacarificación todo el malta necesario para la operación.

La duración normal de la sacarificación es próximamente de media hora en las destilerías alemanas, con mostos que contienen 3 kilogramos de malta fresco por cada 100 kilogramos de patatas. Se obtiene de este modo mostos que encierran de 80 á 81 por 100 de maltosa, y de 19 á 20 por 100 de dextrina. Aumentando la dosis del malta, se puede llegar á obtener un 89 por 100 de maltosa, pero es superfluo tratar de conseguir dicha proporción, porque la de 80 á 81 por 100 es muy suficiente para obtener una fermentación completa, á condición de que la diastasa haya conservado su vitalidad para transformar la dextrina en maltosa durante la fermentación.

Efectivamente, aun cuando la dextrina no es directamente fermentescible, resulta que transformándose en maltosa en el curso de la fermentación, por la acción complementaria de la diastasa, en la práctica el efecto es el mismo que si toda la dextrina se hubiera transformado en maltosa durante la sacarificación de la fécula antes de empezar la fermentación. Pero esto sucederá á condición de que la diastasa no haya sido destruída, sea por la acción de los ácidos, sea por haberla sometido á una temperatura muy elevada; pues en estos casos la dextrina no se transforma en maltosa, y, por lo tanto, quedará sin fermentar, obteniéndose menor rendimiento alcohólico al fin de la operación.

El químico Delbruck ha hecho experiencias directas acerca de esta cuestión, y ha comprobado que en una mezcla de cien partes de maltosa y dextrina fermentan por término medio:

Con la diastasa activa.....	90,2	por 100
Idem íd. destruída por la cocción.....	76,7	—
Idem íd. destruída por el ácido láctico....	73,8	—

La destrucción de la diastasa por una temperatura demasiado elevada se puede evitar fácilmente manteniendo la temperatura dentro de los límites ya expresados (61° al maximum), ya durante la sacarificación, ya después de ésta.

La destrucción de la diastasa por la acción de los ácidos es más difícil de evitar. Los mostos se hallan siempre expuestos á acidificarse y los ácidos resultantes coagulan la diastasa y la destru-

yen; el ácido láctico, especialmente, obra en cuanto se halla en el mosto en una proporción superior á 0,02 por ciento; y en este caso, cuanto más elevada sea la temperatura, más perniciosa es la influencia del ácido. Casi lo mismo sucede con el ácido acético, y por esto conviene prevenir la acidificación de los mostos durante la fermentación.

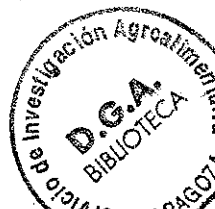
La formación de ácidos depende de causas muy diversas, pero las más frecuentes son: una temperatura demasiado elevada al principio de la fermentación; la alteración ó mala calidad del malta, y más frecuente aún la falta de limpieza de las cubas y del local donde la fermentación se efectúa. Por esta razón, en la sacarificación por el malta es de rigor observar la mayor limpieza en todas las operaciones.

9.º *Empleo del ácido fluorhídrico en la sacarificación por la diastasa.*—Cuando se efectúa la sacarificación de las materias amiláceas por la diastasa, la energía sacarificante de ésta se encuentra muchas veces perturbada y aun completamente destruída por fermentos nocivos que se encuentran con frecuencia mezclados con la diastasa, especialmente los fermentos láctico y butírico, los cuales, en cuanto se hallan en condiciones de obrar, no sólo actúan contra la acción de la diastasa, sino que si llegan á predominar sobre ésta detienen completamente la sacarificación.

Para evitar, en la medida de lo posible, la influencia de estos fermentos nocivos, se ha ensayado efectuar la sacarificación á diversas temperaturas, habiendo demostrado la experiencia que un calor comprendido entre 50 y 60 grados, debilita considerablemente la acción de los fermentos nocivos sin perjudicar aún la acción de la diastasa. Pero á más de 60º el fermento diastásico también resultará perjudicado.

Conocida la temperatura más favorable para debilitar la acción de los fermentos nocivos sin perjudicar á la diastasa, se ha tratado de conseguir la completa destrucción de aquéllos por medio de los ácidos minerales nítrico, sulfúrico ó clorhídrico; pero los resultados no han sido satisfactorios, pues necesitándose cantidades de ácido muy considerables, la energía de la diastasa resulta considerablemente disminuída, y además el producto se presenta cargado de impurezas.

Se ha ensayado después el ácido fluorhídrico á dosis muy pequeñas, obteniéndose resultados muy satisfactorios, pues se ha observado que dicho ácido, á dosis mínimas, destruye, ó por lo menos paraliza la acción de los fermentos nocivos, sin influir en lo más mínimo sobre la diastasa.



El modo de operar por este procedimiento es como sigue:

El malta triturado ó molido se mezcla con dos ó tres veces su volumen de agua fría. A la masa así obtenida se añade 15 ó 20 gramos de ácido fluorhídrico, diluido al 20 por 100, por cada cien litros de masa de malta desleído en agua. Este tratamiento tiene por objeto impedir la acción de los fermentos láctico y butírico, de suerte que el fermento diastásico queda solo en actitud de obrar.

Preparada de este modo la lechada de malta, se puede añadir inmediatamente á las materias amiláceas que se traten de sacarificar; y puede también conservarse fácilmente sin alteración por espacio de ocho a diez días.

Si se evapora en el vacío y á la temperatura de 65 á 70 grados la lechada de malta tratada por el ácido fluorhídrico en la forma dicha, se observa que la diastasa queda en el fondo de la vasija, bajo la forma de un polvo pardusco que puede separarse fácilmente, encontrándose que esta diastasa sólida y aislada posee un poder sacarificante extraordinario, no siendo necesario entonces operar á las temperaturas de 55 á 60° requeridas en el procedimiento ordinario, sino que, con la diastasa preparada en la forma dicha, se obtiene el máximo de efecto útil de sacarificación entre 20 y 30°.

Para efectuar por este medio la sacarificación del maíz, por ejemplo, se procede en la siguiente forma: el grano, remojado ó no, y molido ó entero, se somete á la cocción con tres ó cuatro veces su volumen de agua y á una presión de 3 ó 4 atmósferas por un espacio de una ó dos horas. Se enfría después la masa á 30 ó 40°, ya por medio de la adición de agua fría, ya por medio de un buen refrigerante. Después se añade lechada de malta tratada por ácido fluorhídrico ó diastasa extraída de la referida lechada.

Se continúa enfriando entre 20 y 25° y se deja la masa á que se sacarifique. Esta operación puede durar unas cuarenta y ocho horas.

Cuando el mosto contiene masas sólidas en suspensión, como sucede generalmente á los mostos procedentes de granos, es conveniente separar dichas masas sólidas á las dos horas de haber añadido la lechada de malta ó la diastasa preparada. El mosto, después de esta ligera clasificación, experimenta una sacarificación muy activa á una temperatura de unos 20°. Según que se quieran obtener jarabes fluidos ó masas sólidas, se interrumpe la sacarificación más pronto ó más tarde, por los medios conocidos,

y se neutraliza al mismo tiempo el ácido fluorhídrico por medio de una lechada de cal.

El empleo del ácido fluorhídrico puede aplicarse con igual eficacia á la fermentación de los mostos de materias amiláceas, para lo cual se pone la levadura en contacto con dicho ácido fluorhídrico durante algunas horas antes de su adición al mosto.

Para la fermentación del mosto de maíz, por ejemplo, se somete el grano entero ó molido á una cocción enérgica, bajo presión. Se enfría á 30 ó 40° y se añade entonces la lechada de malta tratada por ácido fluorhídrico ó la diastasa procedente de esta lechada. Cuando la sacarificación se halle en marcha, se añade al mosto levadura que haya estado puesta en contacto durante algunas horas con ácido fluorhídrico y filtrada. Se emplean 15 á 20 gramos de ácido fluorhídrico por hectolitro de levadura líquida. El empleo del ácido fluorhídrico en la lechada de malta y en la levadura produce en general el máximo de rendimiento alcohólico en todas las materias amiláceas empleadas.

Este procedimiento ha sido, pues, inmediatamente adoptado en la práctica, siendo muchas las destilerías francesas y alemanas en que se aplica, obteniendo una mejora considerable en los rendimientos.

§ III.—Sacarificación por los ácidos

Queda ya dicho que los ácidos minerales desagregan la fécula y la convierten primero en dextrina y después en glucosa; que la acción es muy rápida en frío si el líquido contiene de *quince á veinte centésimas* de ácido; pero que si la proporción de éste no llega á *quince ó veinte milésimas*, la acción es muy lenta en frío, necesitándose la temperatura de la ebullición para que el cambio de fécula en azúcar se haga con gran rapidez, bastando, por lo general, hora y media para conseguirlo. Los ácidos más empleados son el sulfúrico y el clorhídrico, y algunas veces el fosfórico.

La cantidad de agua que se emplea en esta clase de sacarificación es de 6 á 8 litros por kilogramo de fécula á tratar; la cantidad de ácido sulfúrico es de 2 por 100, de concentración de 66° Beaumé, el cual debe diluirse antes de emplearlo en tres veces su peso de agua.

Por lo demás, la cuba en que se verifique la sacarificación por medio de ácido sulfúrico, debe estar forrada interiormente de plancha de plomo para que no sea atacada. Por su forma y dispo-

sición es muy semejante á la que se emplea para la sacarificación por la diastasa.

Un tubo en forma de serpentín descansa en el fondo de la cuba, y conduce el vapor á voluntad del operador, porque puede salir por burbujas, ó á vapor libre, pudiéndose calentar también el líquido por transmisión á través de las paredes del serpentín. Se introducen en la cuba de 600 á 700 litros de agua por cada 100 kilogramos de fécula, y se mezclan con dicha agua 2 kilogramos de ácido sulfúrico de 66° para cada dichos 100 de fécula. Para añadir el ácido se diluye en tres veces su peso de agua. La fécula se diluye también en su peso de agua, mientras que el líquido añadido previamente á la caldera se calienta hasta la ebullición, y después se va introduciendo poco á poco en la cuba la fécula así diluída por medio de una abertura de cubierta movable, procurando que la ebullición no se interrumpa y de no añadir nueva materia hasta que la anterior esté perfectamente liquidada. Se agita el líquido con un agitador mecánico apropiado; los vapores desprendidos salen por el tubo central ancho, que va en la parte central de la cubierta de la cuba. Si se ha agitado la masa con cuidado y la temperatura se ha mantenido á la ebullición, puede asegurarse que á los tres cuartos de hora de haber añadido la última porción de fécula, la sacarificación ha terminado por completo.

Esto se reconoce, tanto en la sacarificación por la diastasa como por el ácido sulfúrico, por la reacción que la fécula ejerce sobre la tintura alcohólica de yodo, ó sea alcohol que lleva disuelto este cuerpo simple. Para efectuar la prueba ó reconocimiento indicado, es decir, para saber si toda la fécula ha sido transformada ó no por completo en glucosa, se toma una pequeña cantidad del líquido, y después de dejarlo enfriar, se le añade una gota de tintura de yodo, que comunicará al líquido un color azul si la transformación no está terminada; en el caso de que ya lo esté, esta coloración no se presenta.

Cuando se ha verificado la sacarificación de la fécula por el ácido sulfúrico, hay que proceder, antes de pasar adelante, á la neutralización del ácido contenido en el líquido sacarino. Para ello se saca el líquido por una llave á una cuba ordinaria, donde se opera la referida neutralización. Al efecto, se añade poco á poco á este líquido 1,25 kilogramos de creta pulverizada por cada kilogramo de ácido, y se conoce que ha sido completa la neutralización, porque el papel azul de tornasol, en contacto con el líquido neutralizado, no toma la coloración roja. Al cabo de doce

horas de reposo se decanta el líquido claro y se lava el depósito de sulfato de cal, añadiendo estas aguas de loción al líquido decantado. La decantación puede reemplazarse por una filtración.

Muchos industriales prefieren el tratamiento por el ácido sulfúrico al de la diastasa, fundados en que este último da siempre una cantidad notable de materia gomosa que escapa á la hidratación, y que no transformándose en azúcar, ocasiona una pérdida á la alcoholización. Esto es muy cierto; pero no lo es menos que este motivo no es suficientemente poderoso para que se contravenga la regla más invariable de las industrias agrícolas perdiendo los alimentos del ganado, que representan muchas veces gran valor entre los residuos de la sacarificación.

Algo mejor es el siguiente procedimiento, con el que se salvan ambos inconvenientes: se verifica la transformación de la fécula por la diastasa; en seguida se extrae el líquido sacarino, y se trata por el agua el residuo; el líquido que resulta de este lavado se añade al primero ó se reserva para tratar nueva materia feculenta; otro tanto se hace con el producto de la presión de los residuos, que quedan de este modo utilizables como pienso para el ganado.

El líquido que contiene el azúcar y la materia gomosa se introduce en una cuba forrada de plomo, como la empleada en la sacarificación por el ácido sulfúrico, y se trata por este ácido en la proporción de 1 por 100 de la fécula, llevando el todo á la ebullición durante hora y media, después de lo cual se neutraliza el líquido, como antes hemos dicho.

Por este medio, según se ve, se obtiene la doble ventaja de obtener un alimento sano para el ganado y de transformar toda la materia amilácea en materia fermentescible.

La sacarificación de las materias amiláceas por los ácidos, aun cuando presenta algunas ventajas, no es tan empleada como la sacarificación por el malta, y tiende á reducirse y aun á desaparecer á causa del bajo precio del alcohol industrial. La fabricación del alcohol y de materias feculentas no es remuneradora si no pueden aprovecharse los residuos; es decir, si el alcohol tiene que sufragar todos los gastos de la fabricación. Como esta es una industria á base esencialmente agrícola, pierde su razón de ser desde el momento en que los residuos no pueden ser empleados con el máximum de efecto útil para la alimentación del ganado. Así, por ejemplo, en Alemania, donde la fabricación del alcohol desempeña un papel tan importante en la agricultu-

ra, el tratamiento de las materias amiláceas por los ácidos ha desaparecido casi por completo.

Es cierto que la sacarificación por los ácidos es más fácil, exige menos operaciones y menos atenciones y cuidados que cuando se emplea el malta. Pero en cambio se necesita una cocción más prolongada, lo cual es un aumento de gastos y no se pueden aprovechar los residuos.

§ IV.—Enfriamiento de los mostos

Terminada la sacarificación de los mostos por los procedimientos ordinarios, quedan dichos mostos á una temperatura comprendida entre 50 y 55°, y para someterlos á la fermentación deben enfriarse hasta quedar á 18 ó 20°. Primitivamente se conseguía este enfriamiento abandonando el mosto á sí mismo para que perdiese espontáneamente por radiación y evaporación gran parte de su calórico, terminando después el enfriamiento por adición de agua fría hasta dar al mosto el grado de concentración ó dilución que se juzgaba más conveniente.

Este procedimiento no es aplicable desde luego cuando se ha de operar con mostos espesos ó muy concentrados; además, aun en el caso de los mostos claros ó diluïdos requiere mucho tiempo, y el mosto se expone á sufrir alteraciones muy perjudiciales; el aire ambiente deposita fermentos de todas clases, que se encuentran después en condiciones favorables para su desarrollo, provocando fermentaciones láctica, butírica, etc., siempre á expensas de una parte de azúcar y de la calidad del producto. Es, pues, necesario sustraer el mosto á estas influencias perjudiciales, dejándole expuesto el menos tiempo posible al aire y haciendo que la temperatura descienda rápidamente desde los 55 ó 50° primitivos á 30°, puesto que la temperatura de 40 á 50° es la más favorable para el desarrollo de los fermentos láctico y butírico.

Se consigue el enfriamiento rápido de los mostos de varias maneras: ya sometiéndolos á una evaporación muy rápida, en cuyo caso el calor necesario para la evaporación se toma de los mostos mismos (enfriamiento por el aire), ya haciendo circular dichos mostos por recipientes cerrados y rodeados de agua fría, y entonces el exceso de calor es absorbido por el agua (enfriamiento por el agua), ya, en fin, por la combinación de los dos sistemas.

Enfriamiento por el aire.—Se obtiene por radiación y por evaporación, para lo cual se expone el mosto en capas delgadas y frecuentemente renovadas al aire libre agitado mecánicamente.

Se emplean recipientes circulares de palastro, de muy poco fondo y ligeramente inclinados.

Estos recipientes se establecen en la parte alta de la instalación, conduciéndose á ellos el mosto por una tubería especial. Dicho mosto, después de extenderse por los referidos recipientes en capas de muy poco espesor, y sometido al mismo tiempo á una corriente de aire continuo obtenida por ventiladores enérgicos, va pasando directamente á las cubas de fermentación por medio de aberturas colocadas en la parte más baja de los recipientes y provistas de válvulas.

Enfriamiento por el agua.—Con este objeto se emplean aparatos refrigerantes, que funcionan ya aislados, ya en combinación con los maceradores que se emplean para la preparación del mosto. En ambos casos, y cualquiera que sea el refrigerante que se emplee, para que el agua produzca todo su efecto útil debe recorrer al lado de la masa del mosto el camino más largo posible. Como en este caso el calor del mosto se transmite al agua por conductibilidad, los tubos refrigeradores deben ser de cobre, que es un metal muy conductor y el más conveniente para el caso. El hierro es muy alterable, y no debe emplearse en modo alguno. Además, los tubos deben estar instalados de manera que sea fácil desmontarlos y limpiar los depósitos y costras que en su interior va dejando el agua.

Como modelos de refrigerantes de esta clase, deben citarse el refrigerante multitubular sistema Vemiléth y Ellemberger y el refrigerante tubular sistema Kyll.

Enfriamiento por el aire y el agua.—Este procedimiento no es tan perfecto como el empleo de los refrigerantes de agua fría, pero es menos costoso y ofrece sobre el procedimiento de enfriamiento por el aire, la ventaja de ser mucho más rápido, y, por lo tanto, disminuir las probabilidades de alteración del mosto en contacto con el aire.

Si los recipientes indicados para lograr el enfriamiento del mosto por radiación y evaporación al aire se construyen de modo que tengan dobles paredes, y por el espacio comprendido entre éstas se hace circular agua fría, se comprende que se acelerará notablemente el enfriamiento del mosto.

La alimentación de los grandes refrigerantes exige bombas especiales.

§ V — Sacarificación de las principales primeras materias

Teóricamente, cien partes de fécula se transforman en 110,140 de glucosa, y por consiguiente, en una cantidad proporcionada de alcohol absoluto, que sería de 46,46 por cien partes ponderales de glucosa y de 51,17 kilogramos, ó sea 63,796 litros de alcohol á la temperatura de + 15° por cada 100 kilogramos de fécula.

En la práctica no sucede nunca esto, y sería un resultado sorprendente si se llegasen á obtener 54 litros de alcohol absoluto por cada 100 kilogramos de fécula comercial.

Pero es más: en la práctica no conviene emplear para la sacarificación primero y obtención del alcohol después, la fécula pura, esto es, separada de las primeras materias que la contienen, pues así se aumenta en la fabricación del alcohol el coste de obtención de dicha fécula; conviene más bien, conforme se dijo al tratar de las materias azucaradas, operar sobre las referidas primeras materias convenientemente preparadas; pero esto hace que se rebaje aún más el rendimiento alcohólico que cuando se trata de la fécula aislada. Este es, sin embargo, el procedimiento industrial, siendo, por lo tanto, preciso tratar de la sacarificación de cada una de las primeras materias feculentas en particular.

Patatas y sus congéneres.—El tratamiento de estas materias comprende las operaciones siguientes.

- 1.º Limpieza y primera preparación de las patatas.
- 2.º Reducción á pulpa por la cocción y maceración.
- 3.º Sacarificación por la cebada germinada ó por el ácido sulfúrico.

Las patatas se lavan en una artesa ó depósito, por medio de una escobilla dura cuando se trata de pequeñas cantidades, ó de un lavador mecánico, muy parecido al que se emplea en las feculerías, cuando se tenga que lavar grandes cantidades.

En un caso como en otro hay que tener mucho cuidado en separar de las patatas todas las piedras con que están mezcladas, pues de otra suerte servirían para deteriorar los aparatos en que se prepara la pulpa.

Para esta última operación puede emplearse la patata cruda ó cocida. La cocción de la patata se verifica generalmente en una cuba T (figura 21), construída de madera muy seca, que haya estado mucho tiempo á remojo en el agua ó que haya servido en la confección de otra cuba de mayores dimensiones; esta cuba debe estar construída con mucha solidez, por medio de aros de

hierro. Por una abertura del fondo superior O se introducen las patatas, y se cierra en seguida; por otra abertura P, situada inmediata al fondo inferior de la cuba, se extraen después de la cocción. Esta cuba lleva un doble fondo de rejilla, sobre el cual cae la patata, y entre los dos fondos inferiores, y frente de la puerta P, entra el tubo de vapor V, que comunica con un generador; la llave R sirve para regular la entrada del vapor, que encuentra su salida dentro de la cuba, y por una especie de regadera llena de agujeros, como la parte de tubo que penetra en la cuba. En el fondo inferior de ésta hay un agujero con su correspondiente tubo, con llave para dar salida al agua de condensa-

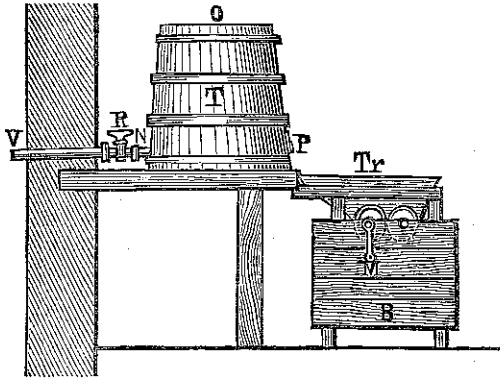


Figura 21

ción. Por último, una pequeña abertura situada sobre el doble fondo de la cuba, sirve para introducir una varilla con el objeto de averiguar el estado de cocción de los tubérculos.

Una vez llena la cuba de patatas y cerrada herméticamente, se abre la llave R para dar entrada al vapor de agua, que en el principio será completamente condensado en agua casi fría; pero á medida que la cocción avanza, esta agua de condensación va siendo más caliente y de un color obscuro, sucio y muy espumosa. Esta agua contiene albúmina, materias extractivas y colorantes, y viene á representar en peso la cuarta parte próximamente del de las patatas.

Como el vapor tiene una tendencia natural á elevarse dentro de la cuba, resulta que las patatas superiores son las primeras que se cuecen; de suerte que cuando estén cocidas las inferiores, lo cual se averigua por medio de la varilla que se introduce por la abertura inferior, como antes queda dicho, puede tenerse la

seguridad de que están cocidas todas las patatas de la cuba, en cuyo momento se verá escaparse el vapor abundantemente. En seguida se cierra la entrada del vapor.

Cualquiera que sea el aparato en que la cocción se verifique, hay que tener presente que ésta debe ser muy pronta, pues en otro caso las patatas no presentan el estado harinoso, y son muy difíciles de trabajar. Media hora, ó tres cuartos de hora á lo más, deben bastar para la cocción de las patatas contenidas en una cuba de 5 á 6 hectolitros de cabida, y esto se consigue siempre que el tubo de vapor sea bastante ancho y no llegue frío dicho vapor, por haber recorrido un gran trayecto ó por cualquier otro motivo.

Terminada la cocción, se procede en seguida y con gran rapidez á triturar ó estrujar las patatas para convertirlas en pulpa, pues si se dejan enfriar éstas, toman un estado pegajoso que dificulta en gran manera su conversión en pulpa. Esta operación debe durar á lo más media hora, si se quiere que se verifique en buenas condiciones.

Entre los muchísimos aparatos que se emplean para reducir á pulpa las patatas cocidas, es uno de los más convenientes el molino de dos cilindros, que consiste, como lo indica la figura 21, en dos cilindros de madera, piedra, ó mejor de fundición, montados sobre un armazón de madera B, el cual está envuelto por tablas de tal modo, que sirven de caja para recibir las patatas estrujadas por los cilindros. De la cuba de cocción las patatas caen en los cilindros por medio de la tolva Tr. Uno de los costados de la caja inferior no tiene tablas, con el objeto de sacar por él y por medio de una pala la pulpa. Otras veces, y esto parece más conveniente, esta pulpa cae directamente de los cilindros en la cuba de sacarificación.

Por lo demás, los repetidos cilindros pueden ser movidos por cualquier motor; pero en el caso que representa la figura, este movimiento se imprime por medio de dos hombres que actúan en el manubrio M, y los cilindros aplastadores sólo deben tener de diámetro de 15 á 25 centímetros y de 40 á 45 centímetros de longitud.

Cuando por cualquier causa se han enfriado las patatas, es necesario machacarlas con un pilón de madera antes de llevarlas al aparato que queda descrito.

Con el objeto de remediar el inconveniente que resulta de este último aparato cuando las patatas no están en estado harinoso, se ha inventado otro que da muy buenos resultados cuando

opera sobre grandes cantidades de tubérculo. Se compone este nuevo aparato de un gran cilindro de cobre, colocado horizontalmente, en el cual se verifica la cocción de las patatas; este cilindro está atravesado por un eje de hierro armado de brazos del mismo metal; cuando las patatas están cocidas, se da movimiento á este eje, y los brazos las trituran todas á la vez. La maceración en este caso puede hacerse dentro del mismo aparato después de convertidas las patatas en pulpa y enfriada ésta convenientemente. Este aparato, sin embargo, necesita mucha fuerza y resulta muy caro, por lo que sólo es recomendable para las grandes fábricas.

He aquí ahora cómo se verifica la sacarificación de la fécula de la patata después de preparada la pulpa.

En la cuba de sacarificación se introduce, media hora antes próximamente de terminada la cocción, 5 por 100 del peso de las patatas, de cebada germinada machacada, y 25 por 100 de agua á la temperatura ambiente, y se mezcla todo íntimamente. A medida que la pulpa caliente cae en la cuba, la temperatura se eleva, y hay que calcularlo todo de manera que después de caer toda la pulpa, durante cuyo tiempo hay que estar removiendo constantemente la mezcla de la cuba, á mano ó por medio de un agitador mecánico, la temperatura sea de 62 á 65°, sin que exceda nunca de tales límites. Entonces se tapa la cuba y se deja en maceración la mezcla durante dos ó tres horas, tiempo suficiente para la sacarificación.

La cuba de sacarificación no ofrece nada de particular, y ya quedó descrita en la página 177, figura 20; pero en el caso de que la pasta ó *puré* de las patatas sea muy compacta y tenaz, para que pueda diluirse bien, se suelen adaptar con frecuencia al agitador mecánico que opera la mezcla en la *cuba madre*—que así se llama la cuba de sacarificar—unos pequeños rodillos cilindricos ó cónicos que, rodando sobre el fondo de la cuba, aplastan y dividen la pasta, permitiendo á la diastasa reaccionar sobre toda la masa feculenta.

En algunas fábricas emplean otro procedimiento, que consiste en reducir las patatas á pulpa por medio de un rallo mecánico, semejante al que se emplea en las feculerías. La pulpa que por este medio se obtiene, se trata por el agua caliente ó por el vapor, que se hace llegar á la masa, hasta que la fécula quede convertida en engrudo; se deja enfriar la masa hasta 70°, y se la añade la cebada germinada, que se mezcla exactamente por cualquiera de los medios indicados antes. Debe ponerse mucho cuidado en

añadir la cebada á puñados, repartiéndola sobre toda la superficie de la cuba de maceración, para obtener una mezcla más perfecta.

Este procedimiento se practica poco, porque exige el empleo de una fuerza muy considerable; un rallo ó raspador movido á brazo por dos hombres no puede dar más de 20 á 25 quintales de pulpa en un día, y además es un aparato que exige reparaciones con frecuencia. Además, la sacarificación de la materia pastosa no suele dar buenos resultados en la práctica, aunque otra cosa afirman los partidarios del sistema (1).

En cuanto á la sacarificación por el ácido sulfúrico, sólo puede aconsejarse para el caso de tratarse de patatas en estado de descomposición, porque es sabido que ni estas patatas ni sus residuos han de servir para pienso del ganado; por esta razón no deben nunca almacenarse las patatas dañadas, y antes por el contrario, deben someterse en seguida á la sacarificación. Para ello se hace hervir la pulpa de estas patatas, obtenida con el rallo, con tres veces su peso de agua y 2 por 100 de ácido sulfúrico, hasta tanto que la tintura de yodo no manifieste la reacción característica de la fécula; se neutraliza por la creta y se somete el líquido á la fermentación, como se dirá más adelante.

Igual procedimiento que para las patatas debe seguirse en la sacarificación de las batatas y pastinacas. La dalia y el asfodelo, que, como ya queda dicho al estudiar las primeras materias, contienen pectosina en gran cantidad, hay que tratarlas por el ácido sulfúrico; para el efecto se reducen sus raíces á rajadas delgadas, y se someten á la acción del agua hirviendo, que se echa en dos veces y en la proporción de 20 partes en peso por 5 de la raíz; esta agua siempre debe tener en disolución 2 por 100 de ácido sulfúrico; pasadas doce horas, se saca la parte líquida, y se vuelve á tratar el residuo por el agua acidulada, que sirve para la operación inmediata con nuevas rajadas de raíz; los líquidos reunidos se someten á la fermentación después de neutralizar una parte de la acidez.

La sacarificación de la rubia puede practicarse del mismo modo que la del asfodelo y dalia, puesto que el agua acidulada sólo se apodera de los principios alcoholizables, y de una materia colorante de color leonado; los líquidos obtenidos, neutralizados como

(1) En el último capítulo de la segunda parte se describe el procedimiento Kessler, que reduce la patata á pulpa, pero cuyo conjunto no deja de ser un buen sistema de fabricación de alcohol.

los anteriores, se someten á la fermentación, y el residuo inatacable servirá para la preparación de la materia tintórea. Generalmente se trata por el agua la rubia antes de tratarla por el ácido sulfúrico concentrado para preparar la garancina, y el líquido acuoso, después de acidulado débilmente, se somete á la fermentación.

Cereales.—Para la sacarificación de los cereales, es menester practicar las operaciones siguientes:

- 1.º Elegido y limpieza de los granos.
- 2.º Trituración de los mismos.
- 3.º Cocción y maceración.
- 4.º Sacarificación.

Por punto general, nunca se trabaja con una especie de granos solamente; en la mayor parte de los casos se hace una mezcla de dos ó más especies de cereales, aun cuando en dicha mezcla una de las especies sea predominante. Así en Inglaterra se trabaja con cebada, trigo y avena, ó con trigo, avena y centeno. En Alemania se usan mezclas de centeno y cebada, á las que se añade algunas veces avena. En la América del Norte, en Hungría y en Francia, el grano predominante es el maíz. En Italia se trabaja el maíz y el arroz. La elección de los granos en cada país obedece principalmente á razones económicas.

La molienda de los granos es necesaria, con objeto de destruir la envoltura y facilitar el grado de división preciso para una buena sacarificación. Esta molienda no es menester, sin embargo, que sea tan perfecta como la que se practica para la fabricación de harinas destinadas á panadería, porque en el caso de la sacarificación de que ahora se trata, la cocción y maceración subsiguientes completan el grado de división que se necesita. Basta, pues, una especie de trituración que se practica por medio de unos molinos sencillos, compuestos de dos muelas horizontales, la inferior fija, la superior giratoria. El grano, después de triturado, pasa por unos tamices que separan los fragmentos demasiado gruesos para volver á ser triturados de nuevo.

Algunas veces los granos muy gruesos, como los de maíz, no se Trituran, y en este caso se someten directamente á una cocción bajo presión en la cual quedan deshechos, y basta después la acción que sufren en los maceradores para que la masa quede completamente dividida.

La maceración se practica de diferente manera según los países; pero todos los procedimientos pueden reducirse esencialmente á los siguientes:

1.º *Procedimiento inglés*.—Se muelen los granos, y con el producto de la molienda y un poco de agua se forma una pasta, que se somete, después de lavada para separar el salvado, á una maceración con agua á la temperatura de 80 á 82º, con objeto de que el mosto quede luego á una temperatura de unos 60º. Para efectuar la sacarificación, se añade al macerado una cantidad de malta que oscila entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{6}$ de la cantidad de granos empleada.

2.º *Procedimiento alemán*.—El producto de la molienda de los granos se mezcla con la mitad del agua total que se va á emplear en la maceración y á la temperatura de 60º. Como durante las manipulaciones de esta primera parte de la operación la temperatura descende, se añade después la otra parte de agua caliente con la lechada de malta para practicar la sacarificación.

En las destilerías alemanas modernas, los granos se someten directamente á la cocción bajo presión, y después pasan al macerador triturador, donde se mezclan con la lechada de malta.

Al tratar, en particular, de la alcoholización de los cereales, se describirán estas operaciones con todos los detalles prácticos necesarios.

Granos diversos y frutos feculentos.—La sacarificación de esas primeras materias es enteramente la misma que para los cereales. Se debe, sin embargo, hacer notar, respecto de las castañas y bellotas, la necesidad de emplearlas libres de la corteza y película que las cubre, que, por tener una gran cantidad de tanino, pueden debilitar la acción sacarificante de la diastasa.

Cualquier otra substancia amilácea que se quisiera sacarificar, no habría más que aplicarle los procedimientos que quedan expuestos.

MACERACIÓN.—Actualmente se da mucha importancia á la maceración de las primeras materias por el aumento que se consigue en los rendimientos.

El objeto de la maceración es efectuar la mezcla íntima de las porciones solubles del malta con la fécula de las materias primeras empleadas para la sacarificación.

Antiguamente se creía que podía obtenerse una maceración perfecta sometiendo las primeras materias á una poderosa agitación que mezclase bien las substancias por medio de agitadores ó paletas movidos rápidamente dentro de los maceradores, juzgándose que por este medio se conseguía un grado suficiente de división de los trozos de patatas, patacas ú otras materias fecu-

lentas después de haber sido previamente sometidas á las máquinas cortadoras, trituradoras ó ralladoras. La figura adjunta muestra una de estas cubas maceradoras con agitador de paletas. La práctica, sin embargo, ha demostrado que la referida agitación no es suficiente. Toda célula de fécula que llegue al macerador sin ser rota y desgregada, puede considerarse como perdida para el rendimiento en alcohol, por enérgica que haya sido la agita-

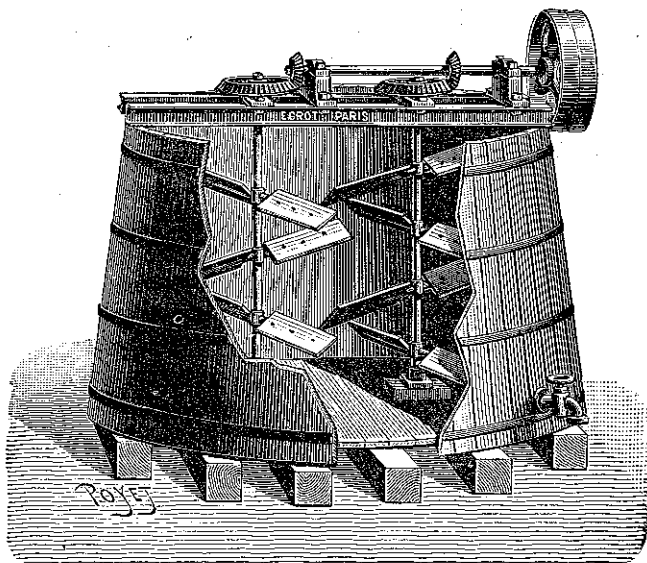


Figura 22

ción que haya experimentado. Para remediar este inconveniente se han inventado nuevos sistemas de maceradores.

Figura como intermedio entre los antiguos aparatos y los modernos maceradores, el macerador Lacambre, muy usado en Bélgica. Este macerador consiste en una vasija hemisférica de hierro colado, abierta por la parte superior y encerrada dentro de una doble envoltura también de hierro. El eje horizontal del aparato se mueve por la acción de una polea exterior y va provisto en su parte interna de ocho brazos encorvados y atravesados cada uno de ellos por varios tallitos ó vástagos de hierro que dan á cada brazo la forma de un peine. Este agitador es en rigor menos enérgico que los de los antiguos modelos; pero en cambio, tiene la ventaja que le da la doble envoltura por donde se hace pasar

vapor á alta temperatura, de suerte que la calefacción del macerado no se efectúa por contacto directo del vapor ni por adición de agua hirviendo, sino por transmisión del calórico á través de la envoltura. Esta misma disposición permite también enfriar los mostos con sólo hacer circular agua fría por la doble envoltura después de terminada la cocción; así es que el aparato sirve á la vez de macerador, de cocedero y de refrigerante, pudiendo quedar el mosto enteramente preparado y dispuesto para la fermentación.

Entre los maceradores más modernos y de trabajo más perfecto, pueden citarse los siguientes:

Macerador Ellemberger.—Consiste este aparato, construido por la casa Venuleth y Ellemberger, de Darmstad, en una cuba ovalada dividida en dos partes iguales por un tabique. En una de las porciones que así resultan, va un aparato triturador formando un tambor á cada lado y que gira á una distancia infinitamente pequeña de una platina igualmente acanalada y fija en el fondo. El tambor y la platina son de hierro colado endurecido. Las canaladuras tienen una dirección oblicua con relación al eje de rotación, y de tal suerte dispuestas, que las canaladuras del tambor y de la platina se cruzan como las hojas de unas tijeras. El tambor tiene cien canaladuras y la platina del fondo diez, de donde resulta que á la velocidad normal del tambor, que es de unas doscientas vueltas por minuto, el número de cortes hechos es de $100 \times 10 \times 200 = 200.000$. Como la distancia de la superficie acanalada del tambor á la de la platina es sumamente pequeña, la materia feculenta es triturada y desleída á un grado ínfimo y el efecto divisor del aparato es de los más eficaces.

Si por un trabajo prolongado los bordes cortantes de un lado de las canaladuras se han embotado, no hay más que invertir el tambor y entonces los otros bordes que quedaban intactos son los que trabajan.

La rotación del tambor llama ó arrastra al mosto determinando así la circulación de éste dentro y á través del macerador.

Una compuerta automática dispuesta delante del tambor, impide la llegada brusca del mosto y facilita la marcha del aparato, y una pequeña excavación delante del tambor retiene las piedrecillas y otros cuerpos duros que pueden encontrarse en la masa.

Los grabados adjuntos indican la planta (figura 23) y la elevación (figura 24) del macerador Ellemberger.

El mosto sacarificado sale por un orificio con válvula, mientras

que el agua del lavado escurre por la excavación destinada á retener las piedras y demás cuerpos duros extraños.

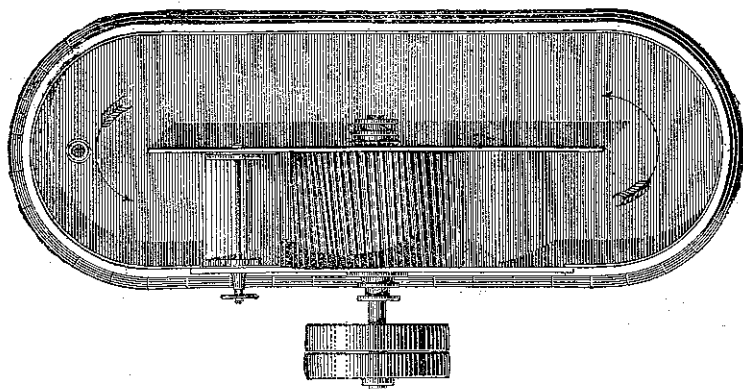


Figura 23.

La misma casa constructora ha ideado recientemente un tipo

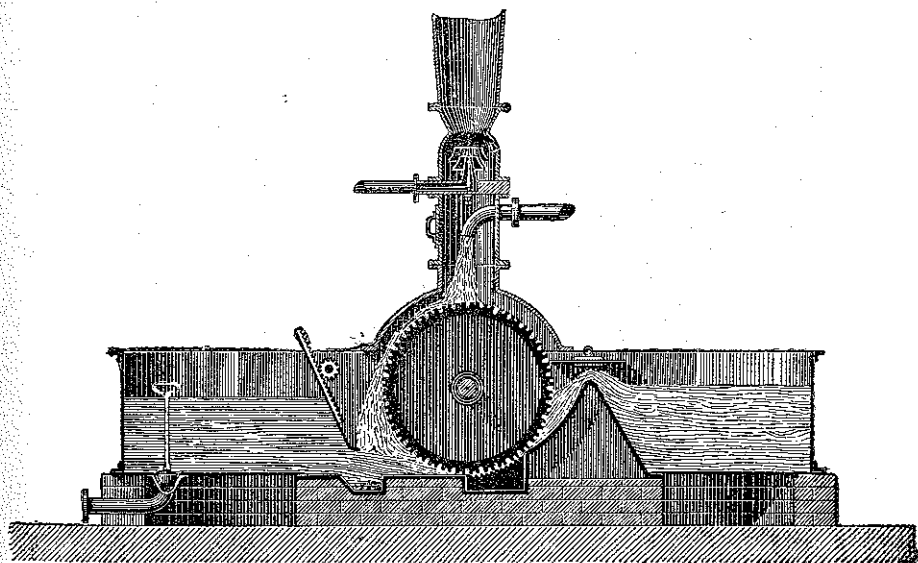


Figura 24.

de macerador sacarificador, que permite enfriar los mostos hasta dejarlos á la temperatura conveniente para la fermentación. Este

aparato es muy á propósito para las destilerías en pequeño, y por eso es conveniente dar de él una ligera descripción.

Se compone de una cuba de palastro, de paredes sencillas en los aparatos pequeños y dobles en los de grandes dimensiones, dentro de la cual se mueve un árbol central, que lleva un malaxador horizontal provisto de paletas. Éstas pasan girando entre una serie de tubos refrigerantes, y producen una agitación enérgica en el mosto, por concentrado que éste sea.

El refrigerante está formado por una serie de tubos, compuestos de dos cilindros concéntricos, colocados uno dentro de otro, y quedando entre ambos, por su diferencia de diámetro, un espacio anular, por el cual circula agua fría. El tubo exterior es de cobre, pulimentado por ambas caras, y el interior de hierro. El agua que sirve para el enfriamiento entra en el sistema tubular por la extremidad superior, desciende por el espacio anular que queda entre los dos tubos, remonta por el tubo central de la cubeta, y de allí pasa al espacio formado por las dobles paredes de la cuba, si ésta tiene doble envoltura, y si no pasa directamente al exterior por un tubo de desagüe. De este modo se utiliza todo el efecto refrigerante del agua y además el enfriamiento es muy rápido.

Los tubos refrigerantes guardan entre sí una distancia tal, que se les puede limpiar con un cepillo á propósito. La limpieza interior también es fácil.

Este aparato exige muy poca fuerza motriz y da excelentes resultados, por causa de la sencillez de su funcionamiento y el poco espacio que ocupa.

Macerador Kill.—Este aparato se diferencia notablemente de los anteriores, tanto por su forma, como por la manera de efectuar la trituración.

En el macerador Kill, el triturador va aplicado exteriormente al sacatificador, y presenta grandes ventajas, en razón á las múltiples funciones que desempeña.

El problema que se proponía resolver el constructor era encontrar un aparato que hiciese al mismo tiempo el oficio de bomba centrífuga y de triturador. Este resultado lo consiguió primeramente Bohm; pero su triturador ha sufrido después considerables perfeccionamientos por la casa Kill, constituyendo el aparato actual.

Este aparato funciona de la manera siguiente: Cuando la cocción ha terminado dentro del cocedero, el contenido de éste pasa al macerador. Al mismo tiempo se abre una válvula de tres ori-

ficios, que pone en comunicación el macerador con el triturador exterior, y éste empieza á obrar aspirando el mosto, como una bomba centrífuga, de la parte baja del macerador, y proyectándola de nuevo hacia la parte superior del mismo. Los granos, las patatas, y en general todas las primeras materias amiláceas, son divididas hasta un grado extremo de finura al pasar por las muelas de acero situadas en el interior del triturador, y la operación es sumamente rápida.

De aquí que el macerador Kill, provisto de un triturador de esta clase, ejecute un buen trabajo y resulte muy económico.

Macerador Pauchs.—Este macerador se aparta completamente, por la disposición de todas sus partes, de todos los anteriormente descritos.

Se compone de una caldera semiesférica, que lleva en su parte central superior un cilindro, y en la parte inferior, y exteriormente, un triturador. Este lleva una placa fija y una muela, que gira por la acción de un árbol que atraviesa la cuba, constituyendo su eje vertical, y que recibe el movimiento giratorio por una correa de transmisión. La muela va provista de paletas construídas de tal suerte, que el mosto aspirado penetra en el triturador por el centro y sale por la circunferencia.

La parte superior del árbol va provista de una cazoleta cónica invertida, para la disolución regular del mosto, y coronada por una paleta bifurcada.

El espacio comprendido entre la rueda de paletas en rotación y la placa fija es sumamente pequeño, y todas las partículas de mosto que pasan á través de este espacio son así desgarradas y trituradas, llegando á un grado extremo de división. Además, dicho espacio se puede aumentar ó disminuir, haciendo subir ó bajar el árbol por medio de una construcción especial.

El macerador propiamente tal, va también provisto de un accesorio que permite purgar el mosto de toda suerte de cuerpos extraños, como piedrezuelas, raicillas, trozos de paja, etc., impidiendo la obstrucción de la tubería y demás porciones del aparato.

Maceradores Egot.—Esta casa francesa construye dos modelos distintos de maceradores: uno, para operar en pequeña escala, y otro, para trabajar en grande.

El modelo menor, representado por el grabado adjunto (fig. 25), se compone de una cuba cilíndrica de palastro, en el interior de la cual gira un agitador movido mecánicamente por el mecanismo que al exterior se indica. Un serpentín, por el que circula agua fría, produce el enfriamiento del mosto una vez terminada

la maceración. El agua que sale de dicho serpentín se distribuye por la parte exterior del macerador, y se reúne después en una

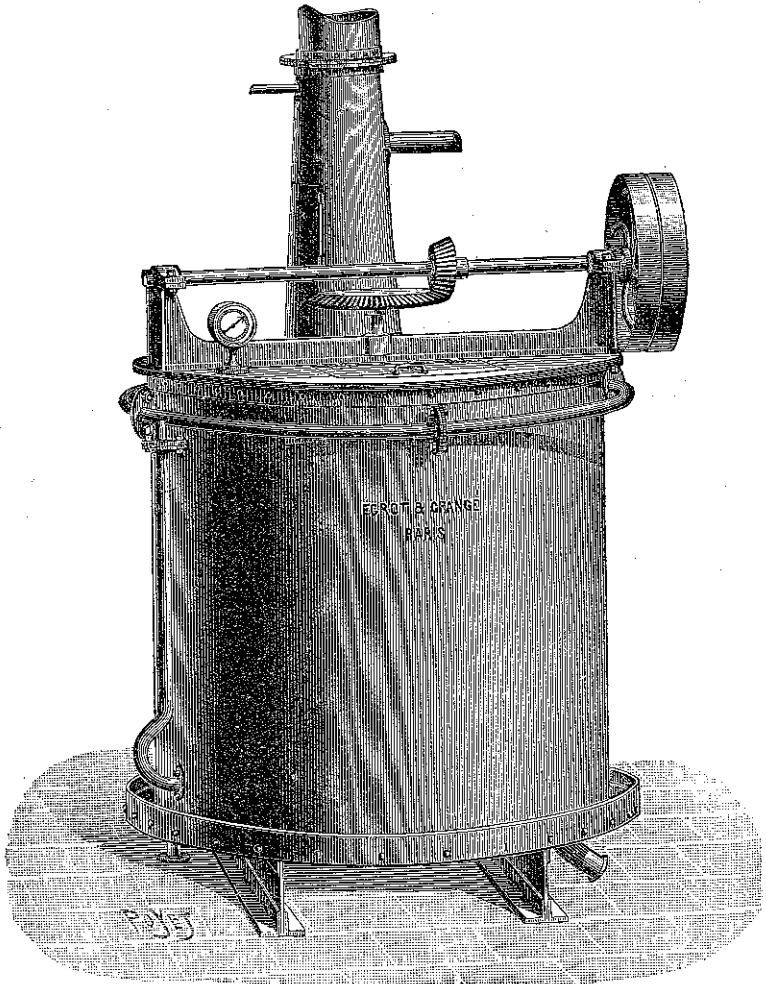


Figura 25.

canal circular dispuesta en la parte inferior, con cuya disposición se acelera notablemente el enfriamiento del mosto.

El macerador para operar en grande escala se compone de una cuba horizontal, cuyo fondo presenta una doble inclinación para hacer más fácil el movimiento de las materias que se maceran.

El agua circula en el interior por unos haces de tubos, entre los cuales gira un agitador de eje horizontal que obliga al mosto á pasar por entre los haces tubulares por donde circula el agua fría. El interior de estos tubos se le puede limpiar con facilidad. El grabado adjunto (fig. 26) da clara idea de la disposición de este

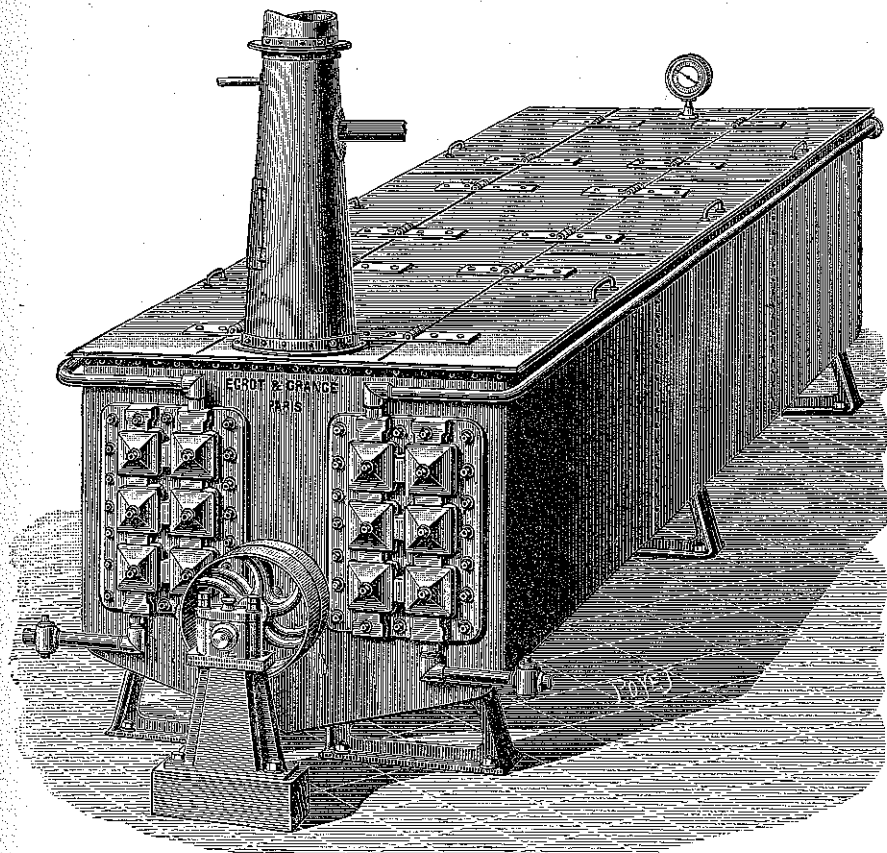


Figura 26.

macerador, que se conoce con el nombre de macerador horizontal.

Los dos tipos de maceradores contruidos por la casa Egrot llevan siempre sobre sus cubiertas respectivas, y tal cual se indica en las figuras, una especie de chimenea de palastro. Esta chimenea recibe el nombre de Exhaustor; por ella se introduce el mosto en el macerador, provocando un gran tiro de aire por el

juego del eyector que dicha chimenea lleva, con lo cual se consigue al mismo tiempo un enfriamiento que coopera con el que produce el agua fría que circula por los refrigerantes.

Para preparar la masa de cereales que se va á someter á la ma-

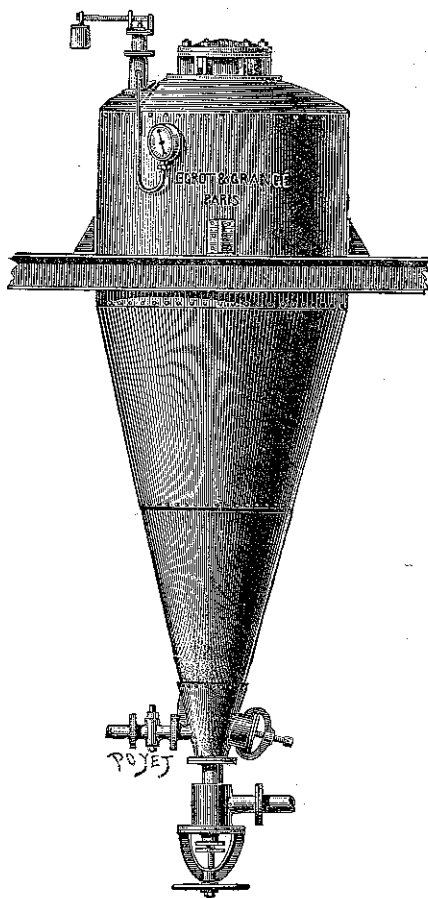


Figura 27.

ceración con el malta para conseguir su sacarificación, construye la misma casa Egrot un cocedero especial, también de palastro, y constituido de dos porciones: una cilíndrica en la parte superior, y otra en forma de cono alargado en la inferior. La cocción se efectúa por medio de vapor, que penetra en el cocedero por una llave colocada en la parte inferior, atraviesa toda la masa repartiéndose regularmente por todo el interior del aparato, y se

escapa por la válvula de seguridad colocada en la parte superior. Esta disposición produce un movimiento continuo de vapor en el interior del cocedero que agita y remueve la masa sometida á la cocción. Un manómetro indica constantemente la presión que existe en el interior del aparato, y por medio de una tabla de correspondencia se puede deducir la temperatura á que se está trabajando. La figura 27 indica con mucha claridad la disposición del aparato. El vaciado del grano cocido se efectúa por medio de

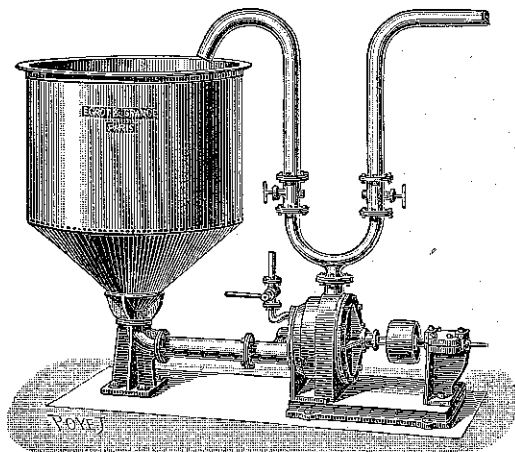
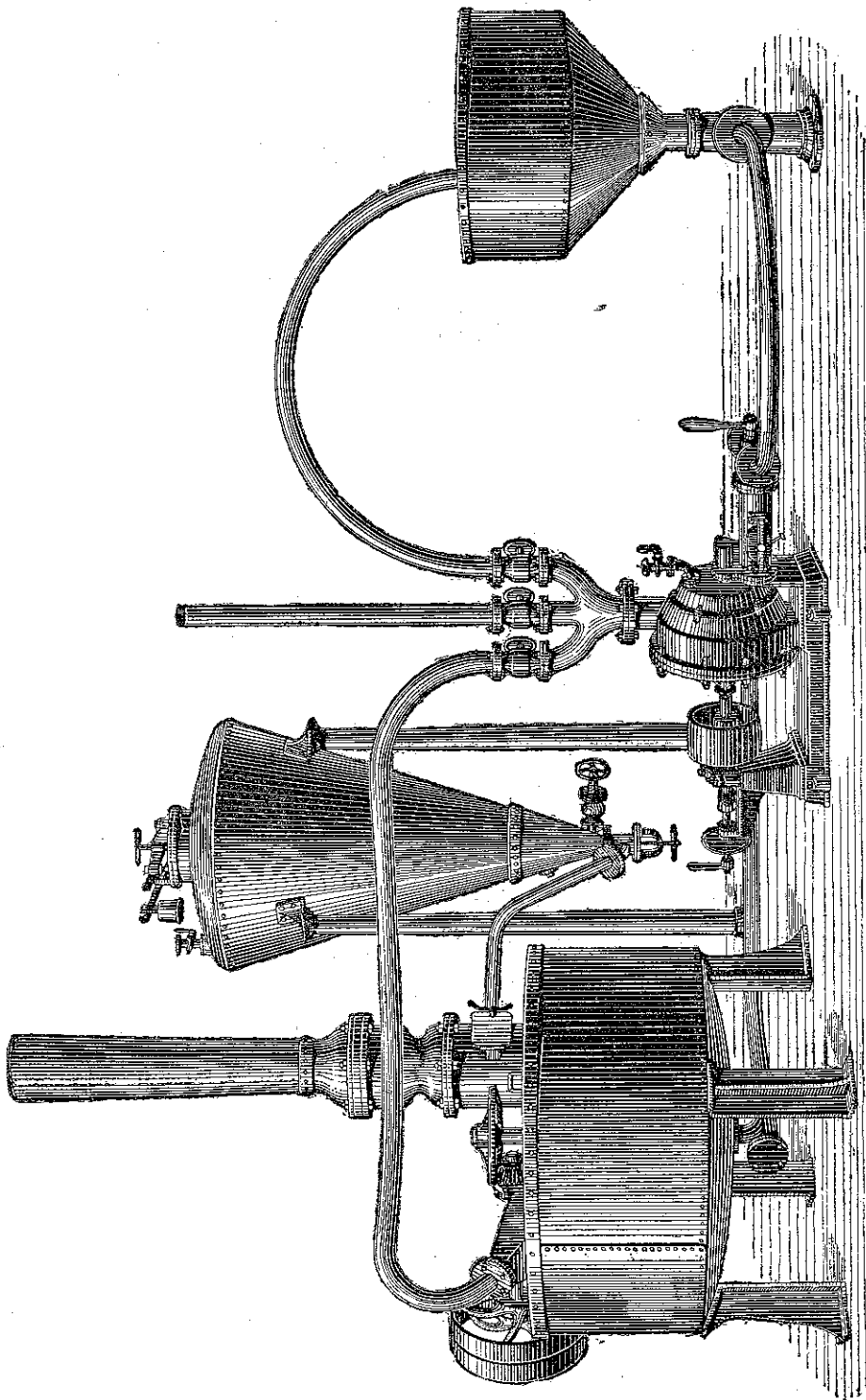


Figura 28.

una válvula de gran tamaño colocada en la parte inferior, y una disposición particular asegura la desagregación completa de los granos y evita los atascos á la salida.

Para preparar la lechada de malta que se ha de poner en maceración con la materia sacarificable, se emplea un aparatito especial constituido por una especie de tolba ó embudo en combinación con un triturador centrífugo que aspira el malta diluido y lo envía de nuevo al embudo. La figura 28 muestra la disposición de este aparato. La lechada de malta preparada en él resulta perfectamente homogénea, y por medio de un tubo pasa directamente desde este aparato al macerador.

Instalación completa para la sacarificación por el malta.—La figura adjunta (figura 29) muestra una instalación completa para efectuar la sacarificación por el malta, tal como se practica en las destilerías montadas con los perfeccionamientos más modernos.



Dicha instalación, montada por la casa Savalle, comprende el cocedero á presión, y el triturador combinado con el cocedero y el macerador, como en el sistema Kill. Es aplicable lo mismo al trabajo de los tubérculos (patatas, etc.), que al de los granos (cereales, legumbres, etc.), y puede montarse lo mismo en las pequeñas destilerías que en las grandes, variando solamente las dimensiones del modelo.

§ VI.—Sacarimetría.

La *sacarimetría* tiene por objeto determinar la cantidad de azúcar cristalizable y de glucosa que se encuentra en un líquido determinado. Los medios que se emplean para esto son de tres clases: ó fundados en la medida de la concentración de los líquidos, ó en reacciones químicas, ó en fenómenos ópticos, y de aquí el que se distinguen con los nombres de *sacarimetría por los areómetros*, *sacarimetría química* y *sacarimetría óptica*.

El primer procedimiento es el más sencillo de practicar, pero también el que da resultados más erróneos. El segundo exige algunas manipulaciones químicas no muy difíciles, y puede dar resultados exactos; el tercero es también muy preciso, pero requiere el manejo de aparatos físicos muy delicados.

De todos modos, las determinaciones sacarimétricas son de gran importancia y aun de absoluta necesidad á veces para el fabricante de alcoholes; por ellas se reconoce la cantidad de azúcar contenida en una substancia, y por lo tanto, la cantidad de alcohol que ésta puede suministrar. Supóngase, en efecto, que un jugo azucarado que quiere destinarse á la alcoholización, presenta, según los ensayos sacarimétricos, una riqueza de 20 por 100, evaluada en glucosa; de este dato puede deducirse la cantidad de alcohol que puede suministrar el indicado jugo, por lo menos en teoría. Para ello se sabe que 100 partes de glucosa dan teóricamente 46,46 de alcohol absoluto; por consiguiente, los 100 kilogramos del jugo ó mosto ensayado deben dar:

$$\frac{46,46 \times 20}{100} = 9,29$$

kilogramos de alcohol puro.

Todavía se puede continuar más en estos cálculos: basta observar que la práctica nunca da más de $\frac{23}{33}$ de las indicaciones teóricas, con motivo de las pérdidas por evaporación, producción de

diferentes ácidos, vicios de la fermentación, etc ; por consiguiente, en una buena fabricación se deben obtener

$$\frac{28 \times 9,29}{33} = 7,88 \text{ kilogramos.}$$

Si se quiere saber qué volumen de alcohol puro representa este peso, basta recordar que un litro de alcohol anhidro pesa 802,10 gramos á la temperatura de + 15°; por consiguiente, el volumen de los 7,88 kilogramos será

$$\frac{7880}{802,10} = 9,824 \text{ litros.}$$

Para averiguar, por último, qué cantidad de alcohol de 90°, por ejemplo, representan los 9,824 litros de alcohol de 100°, no hay más que observar que el alcohol comercial indicado tiene 90 de alcohol por 10 de agua en cien volúmenes; por consiguiente, se tendrá

$$\frac{10 \times 9,824}{90} = 1,091;$$

lo cual quiere decir que el resultado en alcohol de 90° será 9.824 litros de alcohol absoluto + 1.091 litros de agua, ó sean 10,9 litros, no teniendo en cuenta la contracción.

Preparación de los jugos —La preparación de las substancias que han de someterse á un ensayo sacarimétrico varía según se trate de materias azucaradas, sean raíces, cañas ó frutos, ó bien de materias feculentas.

En el primer caso, se toma un peso determinado, 500 gramos, por ejemplo, de la materia primera; se la reduce á pulpa por cualquiera de los medios habituales, y después se la coloca en un saquito de tela fuerte, que se somete á la acción de una prensita de extraer jugos.

El jugo que escurra se recibe en un vaso cualquiera; se humedece en seguida el saco y su contenido con medio litro de agua, cuyo peso es próximamente de unos 500 gramos á la temperatura ordinaria, y se vuelve á prensar de nuevo.

El jugo primitivo, el de la segunda presión y el resto del agua del remojado se reunen, y se mide el volumen que resulta. Este líquido, después de filtrado á través del papel, es el que se somete al ensayo sacarimétrico.

Cuando se trata de materias feculentas, se toma igualmente una cantidad dada, 500 gramos, por ejemplo, y se reducen á pol-

vo ó pulpa, que se diluye en medio litro de agua; el líquido resultante se va vertiendo poco á poco en un vaso, que no debe ser metálico, y que contenga en ebullición litro y medio de agua, adicionada de 15 gramos de ácido sulfúrico; al cabo de una hora de ebullición se ensaya si todo el almidón ó fécula se ha convertido en glucosa, para lo cual sirve el mismo procedimiento que se ha explicado al hablar de la sacarificación, ó sea con la tintura de yodo. Cuando toda la fécula se ha transformado, se retira el vaso del fuego, después de media hora de ebullición; se pasa la materia á través de un lienzo grueso mediante expresión, y después se filtra.

Como el líquido filtrado está ácido, se neutraliza esta acidez con la creta en polvo, como ya se sabe; se deja reposar, y al cabo de algunas horas se decanta la parte líquida, ó bien se filtra y se lava el residuo, haciendo pasar agua á través. Se reúnen los líquidos y se mide el volumen.

Por lo que se acaba de ver, en esta operación no se ha hecho otra cosa que una verdadera sacarificación de la fécula por medio del ácido sulfúrico; por consiguiente, se hubiera podido hacer también por medio de la diastasa, siguiendo todas las precauciones que en su lugar quedan indicadas.

Puede suceder, y sucede, en efecto, muchas veces, que el líquido azucarado en donde se va á proceder al análisis sacarimétrico resulta de mucho color, lo cual es un inconveniente para verificar las operaciones sacarimétricas. En este caso es preciso decolorar el líquido, para lo cual se hace lo siguiente: 100 centímetros cúbicos del líquido en cuestión se saturan exactamente con una disolución concentrada de acetato de plomo; se filtra y se lava el filtro con cuidado, precipitando después, por medio de sulfato de sosa, el exceso de sal de plomo que contiene el líquido; se filtra de nuevo, se lava el filtro como antes y se lleva el líquido filtrado al volumen primitivo por medio de la evaporación, y si no se quiere hacer esto, se tiene en cuenta la relación entre el volumen que resulta después de los tratamientos indicados con el de los 100 centímetros cúbicos del líquido azucarado primitivo.

Supóngase, para aclarar esto, que el volumen total, después de los tratamientos con el acetato de plomo y sulfato de sosa, es de 200 centímetros cúbicos; si al hacer el ensayo sacarimétrico sólo se toman 100 centímetros cúbicos del líquido azucarado, quiere decir que la cantidad de glucosa que resulte deberá multiplicarse por 2 para que sea la verdadera riqueza sacarina del líquido que se ensaya.

Determinación de la riqueza sacarina por medio de los areómetros.—Consiste este procedimiento en averiguar la concentración ó densidad de los líquidos azucarados cuya preparación queda indicada. Para ello no hay más que sumergir en dichos líquidos areómetros graduados convenientemente, y por el grado hasta que se sumerjan se deduce aproximadamente la riqueza sacarina de la disolución.

Para esto hay que tener en cuenta la naturaleza de los jugos que se ensayan. Estos, según la clase de materias que hayan servido para su preparación, y conforme se ha visto al hablar de ésta, pueden contener: ó glucosa, ó azúcar prismático, ó mezcla de ambas substancias. Los preparados con materias feculentas contienen glucosa, en la cual se ha transformado la fécula; los preparados con materias sacarinas tendrán azúcar prismático ó glucosa, ó mezcla de ambas, según su origen, y conforme á lo dicho en el capítulo IV, al tratar de las primeras materias.

Preparado el jugo cuyo ensayo se desea practicar, se mide el volumen total que haya resultado de una cantidad determinada de materia primera; se toma una porción de dicho jugo en una vasija de cristal, y se sumerge en él el areómetro y un termómetro para ver la temperatura.

Los areómetros que se emplean para este efecto son de tres clases: *densímetros ordinarios*, *glucómetros*, ó el *areómetro de Baumé*.

Los densímetros ordinarios son unos areómetros semejantes en su forma á los de Gay-Lussac y Cartier, pero que en el tallo, en vez de marcar grados alcohométricos, marcan la densidad (con relación al agua) del líquido donde se sumergen. Estos densímetros están lastrados y graduados de diferente modo, según sirvan para líquidos más densos ó menos densos que el agua. Los destinados á medir las densidades de líquidos más densos que el agua colocados en este líquido, se sumergen hasta la parte superior del tallo, que es donde llevan marcado el 1.000, ó sea la densidad del agua, y desde tal punto para abajo va aumentando la graduación por milésimas. Si los densímetros han de servir para líquidos más ligeros que el agua, están lastrados de modo que se sumergen en este líquido sólo hasta la parte inferior del tallo, donde tienen marcado el 1.000, y desde esta señal para arriba va disminuyendo la graduación de milésima en milésima. Para las determinaciones sacarimétricas se emplean densímetros graduados para líquidos más densos que el agua. Por aplicarse á las densidades de los mostos, suelen entonces llamarse *mostímetros*.

Sumergido uno de estos instrumentos en el jugo sacarino que se ensaya, el punto hasta que se sumerja marcará la densidad del líquido. De la densidad se deduce la proporción de azúcar contenido en el jugo, para lo cual se han formado tablas por diversos autores.

La siguiente, que es muy exacta y completa, ha sido calculada por Viard, químico de Nantes. Para servirse en la práctica de esta tabla, se rebaja una milésima de la densidad marcada por el densímetro al sumergirlo en el líquido, y la cifra así corregida se busca en la tabla; enfrente se encuentra la proporción de azúcar por litro contenido en el líquido que se ensaya.



Tabla para determinar la cantidad de azúcar contenida en las disoluciones azucaradas á + 15°

Densidad absoluta	Azúcar por litro en gramos	Densidad absoluta	Azúcar por litro en gramos	Densidad absoluta	Azúcar por litro en gramos	Densidad absoluta	Azúcar por litro en gramos
995.125	0	1044	120.237	1089	240.809	1134	361.382
1000	2.345	1045	122.917	1090	243.489	1135	364.061
1001	5.024	1046	125.596	1091	246.168	1136	366.740
1002	7.703	1047	128.275	1092	248.848	1137	369.420
1003	10.383	1048	130.955	1093	251.527	1138	372.099
1004	13.062	1049	133.634	1094	254.206	1139	374.779
1005	15.742	1050	136.314	1095	256.886	1140	377.458
1006	18.421	1051	138.993	1096	259.565	1141	380.137
1007	21.100	1052	141.672	1097	262.245	1142	382.817
1008	23.780	1053	144.352	1098	264.924	1143	385.496
1009	26.459	1054	147.031	1099	267.603	1144	388.176
1010	29.138	1055	149.711	1100	270.283	1145	390.855
1011	31.818	1056	152.390	1101	272.962	1146	393.534
1012	34.497	1057	155.069	1102	275.641	1147	396.214
1013	37.176	1058	157.749	1103	278.321	1148	398.893
1014	39.856	1059	160.428	1104	281.000	1149	401.572
1015	42.535	1060	163.107	1105	283.680	1150	404.252
1016	45.215	1061	165.787	1106	286.359	1151	406.931
1017	47.894	1062	168.466	1107	289.038	1152	409.611
1018	50.573	1063	171.146	1108	291.718	1153	412.290
1019	53.253	1064	173.825	1109	294.397	1154	414.969
1020	55.932	1065	176.504	1110	297.077	1155	417.649
1021	58.612	1066	179.184	1111	299.756	1156	420.328
1022	61.291	1067	181.863	1112	302.435	1157	423.007
1023	63.970	1068	184.542	1113	305.115	1158	425.687
1024	66.650	1069	187.222	1114	307.794	1159	428.366
1025	69.329	1070	189.901	1115	310.473	1160	431.046
1026	72.008	1071	192.581	1116	313.153	1170	457.839
1027	74.688	1072	195.260	1117	315.832	1180	484.633
1028	77.367	1073	197.939	1118	318.512	1190	511.427
1029	80.047	1074	200.619	1119	321.191	1200	538.221
1030	82.726	1075	203.298	1120	323.870	1210	565.015
1031	85.405	1076	205.978	1121	326.550	1220	591.809
1032	88.085	1077	208.657	1122	329.229	1230	618.602
1033	90.764	1078	211.336	1123	331.908	1240	645.396
1034	93.443	1079	214.016	1124	334.588	1250	672.190
1035	96.123	1080	216.695	1125	337.267	1260	698.984
1036	98.802	1081	219.374	1126	339.947	1270	725.778
1037	101.482	1082	222.054	1127	342.626	1280	752.571
1038	104.161	1083	224.733	1128	345.305	1290	779.365
1039	106.840	1084	227.413	1129	347.985	1300	806.159
1040	109.520	1085	230.092	1130	350.664	1310	832.953
1041	112.199	1086	232.771	1131	353.344	1320	859.747
1042	114.879	1087	235.451	1132	356.023	1325	873.144
1043	117.558	1088	238.130	1133	358.702	1326	875.823

Cuando la temperatura del líquido no es de 15°, hay que hacer una corrección, para lo cual sirve el cuadrigo siguiente, calculado también por Viard:

Tabla de corrección

Densidad dada	Temperatura de 10 á 15° á disminuir	Temperatura de 15 á 20° á aumentar	Temperatura de 20 á 25° á aumentar	Temperatura de 25 á 30° á aumentar
999.125	0,12	0,18	0,23	0,28
1.000 á 1.014	0,13	0,19	0,24	0,29
1.014 1.028	0,14	0,20	0,25	0,30
1.028 1.041	0,16	0,22	0,27	0,32
1.041 1.055	0,17	0,23	0,28	0,33
1.055 1.069	0,18	0,24	0,29	0,34
1.069 1.083	0,20	0,26	0,31	0,36
1.083 1.099	0,21	0,27	0,32	0,37
1.099 1.114	0,22	0,28	0,33	0,38
1.114 1.130	0,24	0,30	0,35	0,40
1.130 1.145	0,25	0,31	0,36	0,41
1.145 1.161	0,26	0,32	0,37	0,42

Supóngase, por vía de ejemplo, que el densímetro sumergido en un líquido azucarado marca de densidad 1.050, al mismo tiempo que el termómetro indica 21° de temperatura. Si ésta fuera 15°, no habría más que buscar el número 1.050, rebajado en una unidad, ó sea 1.049 en la tabla, en la columna de las densidades; enfrente se encontraría el número 133 gramos y 634 miligramos, que sería la cantidad de azúcar por litro contenida en el líquido. Pero como la temperatura es 21° y no 15°, hay que hacer la corrección correspondiente. Para ello se busca la densidad 1.050 en la columna correspondiente del cuadrigo de corrección, y se observará que los dos números más próximos entre los cuales está comprendida aquella cifra, son 1.041 y 1.055, y que enfrente de éstos, en la columna correspondiente á las temperaturas comprendidas entre 20 y 25°, se encuentra la cifra 0,28, y en la correspondiente á las temperaturas comprendidas entre 15 y 20°, la cifra 0,23. Esto quiere decir que por cada grado superior al 15 hay que añadir la cantidad 0,23 desde el grado 15 al 20, y la cifra 0,28 por cada grado desde 20 á 25. De modo que en el caso de que se trata, la corrección se hará del modo siguiente: de 15°, que es la temperatura á que están calculadas las tablas, á 21°, que es la temperatura dada directamente por el termómetro, van 6°; de éstos, 5° están comprendidos entre 15 y 20, y 1° entre 20 y 25;

para hacer la corrección correspondiente á los cinco primeros se multiplica 0,23 por 5, obteniéndose el producto 1,15, y para hacer la corrección correspondiente al grado restante, no hay más que ver que le corresponde una vez la cifra 0,28; sumando este número con el 1,15, se obtiene 1,43, que es lo que hay que añadir á la densidad 1 050 marcada directamente por el densímetro á los 21°; de modo que la densidad verdadera á 15° será 1.05143. Este número será el que haya que buscar en la tabla de riquezas de azúcar; pero en esta tabla no se encuentran más que números enteros consecutivos, ó sea el 1.051 y el 1.052; al primero corresponde una cantidad de azúcar de 138 gramos y 993 miligramos por litro, y al segundo 141 gramos y 672 miligramos; de modo que á la densidad 1.05143 corresponderán aproximadamente 140 gramos de azúcar por litro de líquido.

Como norma práctica aconseja Viard que se procure operar á temperaturas comprendidas entre 15 y 20° para mayor brevedad y exactitud.

Los *glucómetros* son unos areómetros que dan inmediatamente, y sin necesidad de operación ninguna, la riqueza sacarina de una disolución, para lo cual dichos instrumentos, en lugar de llevar marcadas en el vástago las densidades como los densímetros, ó grados alcohólicos como el alcohómetro de Gay-Lussac, llevan marcados los grados ó cantidades de azúcar que el líquido ensayado contiene; en todo caso, no habrá que hacer más que la corrección de temperatura.

El areómetro Baumé es un areómetro con una graduación empírica, pero que por estar muy generalizado debe conocerse. Las indicaciones del areómetro de Baumé, como las de los densímetros, no indican por sí solas la riqueza de azúcar que un líquido contenga, necesitándose tablas de referencia en las que se marque á cada grado del alcohómetro Baumé qué cantidad de azúcar contendrá el jugo que se ensaya.

He aquí una tabla de esta clase, en la que se anotan las referencias entre los grados del areómetro Baumé, las densidades, la cantidad de azúcar correspondiente en un litro de disolución y en un litro de mosto de uva:

Tabla de correspondencia entre los grados del areómetro de Baumé, las densidades y cantidades de azúcar contenidas en disolución acuosa y en mostos á 15°.

GRADOS Baumé	DENSIDAD absoluta — Peso del litro	PESO del azúcar en un lit. de agua azucarada	PESO del agua en un lit. de agua azucarada	PESO del azúcar en un lit. de mosto deducidos 12 gr
0	999,125	0	999,125	»
»	1000,0	2,35	997,65	»
0,5	1003,4	11,45	988,55	»
1,0	1006,9	20,83	979,17	»
1,5	1010,4	30,32	969,68	»
2,0	1014,0	39,86	960,14	7,70
2,5	1017,6	49,50	950,50	17,35
3,0	1021,2	59,15	940,85	27,00
3,5	1024,8	68,79	931,21	36,64
4,0	1028,4	78,50	921,50	46,29
4,5	1032,1	88,35	911,65	56,20
5,0	1035,8	98,27	901,73	66,11
5,5	1039,5	108,18	891,82	76,03
6,0	1043,3	118,16	881,84	86,21
6,5	1047,1	128,28	871,72	96,39
7,0	1050,9	138,50	861,50	106,57
7,5	1054,7	148,91	851,09	116,75
8,0	1058,6	159,36	840,64	127,20
8,5	1062,5	169,81	830,19	137,65
9,0	1066,4	180,26	819,74	148,10
9,5	1070,3	190,71	809,29	158,55
10,0	1074,3	201,42	798,58	169,27
10,5	1078,3	212,14	787,86	179,99
11,0	1082,3	222,86	777,14	190,71
11,5	1086,4	233,84	766,16	201,69
12,0	1090,5	244,82	755,18	212,68
12,5	1094,6	255,81	744,19	223,66
13,0	1098,8	267,05	732,95	234,92
13,5	1103,3	278,30	721,70	246,17
14,0	1107,2	289,57	710,43	257,42
14,5	1111,5	301,10	698,90	268,94
15,0	1115,8	312,62	687,38	280,46
15,5	1120,1	324,14	675,86	291,99
16,0	1124,5	335,93	664,07	303,78
16,5	1128,9	347,72	652,28	315,56
17,0	1133,3	359,51	640,49	327,35
17,5	1137,8	371,56	628,44	339,41
18,0	1142,3	383,62	616,38	351,47
18,5	1146,8	395,68	604,32	363,53
19,0	1151,4	408,00	592,00	375,85
19,5	1156,0	420,33	579,67	388,18
20,0	1160,6	432,65	567,35	300,50
35,5	1325,9	875,56	124,44	»

Cuando la temperatura no sea 15°, hay que hacer corrección, para lo cual se multiplica la diferencia entre 15 y la temperatura hallada por la cifra 0,04545, y el producto se suma ó se resta del grado que marque el areómetro de Baumé sumergido en el líquido, según la temperatura á que se haya operado sea superior á 15° ó inferior á esta cifra.

Sin embargo, sea cualquiera el instrumento areométrico que se use para determinar por su intermedio la riqueza sacarina de un jugo, las indicaciones serán muy erróneas y expuestas á graves equivocaciones, porque las densidades de los referidos jugos pueden variar mucho por las substancias que además del azúcar se encuentran en los líquidos de esa clase. Así se ve que para los mostos de uva hay que rebajar 12° de lo que marque un areómetro de Baumé introducido en ellos, y en este sentido está calculada la columna 5.ª de la tabla de correspondencia anterior. Dichos 12° se supone que son referentes á las substancias que además del azúcar hay contenidas en el mosto, y como éstas pueden variar bastante de unos mostos á otros, los cálculos de correspondencia no pueden ser exactos en la mayoría de los casos. Lo mismo ocurre con los demás líquidos azucarados, con la circunstancia de que como cada uno tiene su composición propia y lleva materias diferentes y en cantidades muy variables, no son en rigor comparables las indicaciones que los areómetros dan sumergidos en estos distintos líquidos.

No debe, por lo tanto, aconsejarse el empleo del areómetro de Baumé, ni de ningún densímetro, ni glucómetro, para determinar la riqueza en azúcar de los líquidos destinados á la alcoholización.

La tabla adjunta es, sin embargo, muy útil de tener á la vista para conocer los rendimientos aproximados de un mosto y el modo de corregirlo, para que tenga una riqueza conveniente antes de la fermentación.

Tabla de los rendimientos aproximados en alcohol, según la densidad del mosto filtrado

DENSIDAD ó grados del mustímetro	GRADOS del areómetro de Baumé	GRAMOS de azúcar conte- nidos en un litro de mosto	RIQUEZA alcohólica del vino resultante	AZÚCAR cristalizable que hay que añadir á un litro de mosto para que marque la densidad 1,075 (10° Baumé)
1,028	4,0	0,056	3,3	0,114
1,030	4,2	0,060	3,5	0,110
1,032	4,5	0,062	3,6	0,109
1,034	4,7	0,066	3,9	0,104
1,036	5,0	0,070	4,1	0,100
1,038	5,4	0,075	4,4	0,095
1,040	5,7	0,078	4,6	0,092
1,042	6,0	0,082	4,8	0,088
1,044	6,2	0,087	5,1	0,083
1,046	6,5	0,092	5,4	0,078
1,049	6,7	0,097	5,7	0,073
1,050	6,9	0,103	6,0	0,068
1,051	7,0	0,106	6,2	0,065
1,052	7,1	0,108	6,3	0,063
1,053	7,2	0,111	6,5	0,059
1,054	7,4	0,114	6,7	0,056
1,055	7,5	0,116	6,8	0,054
1,056	7,6	0,119	7,0	0,051
1,057	7,8	0,122	7,2	0,048
1,058	7,9	0,124	7,3	0,046
1,059	8,0	0,127	7,5	0,042
1,060	8,1	0,130	7,6	0,041
1,061	8,3	0,132	7,8	0,037
1,062	8,4	0,135	7,9	0,036
1,063	8,5	0,138	8,1	0,032
1,064	8,6	0,140	8,2	0,031
1,065	8,8	0,143	8,4	0,027
1,066	8,9	0,146	8,6	0,024
1,067	9,0	0,148	8,7	0,022
1,068	9,2	0,151	8,9	0,019
1,069	9,3	0,154	9,0	0,017
1,070	9,4	0,156	9,2	0,013
1,071	9,5	0,159	9,3	0,012
1,072	9,7	0,162	9,5	0,008
1,073	9,8	0,164	9,6	0,007
1,074	9,9	0,167	9,8	0,003
1,075	10,0	0,170	10,0	0,000

Tabla de los rendimientos aproximados en alcohol, según la densidad del mosto filtrado

DENSIDAD ó grados del mustímetro	GRADOS del areómetro de Baumé	GRAMOS de azúcar conte- nidos en un litro de mosto	RIQUEZA alcohólica del vino resultante	AGUA que hay que añadir á un litro de mosto para que marque la densidad 1,075 (10° Baumé)
1,076	10,2	0,172	10,1	0,01
1,077	10,3	0,175	10,3	0,02
1,078	10,4	0,178	10,5	0,04
1,079	10,5	0,180	10,6	0,05
1,080	10,7	0,183	10,8	0,06
1,081	10,8	0,186	10,9	0,08
1,082	10,9	0,188	11,0	0,09
1,083	11,0	0,191	11,2	0,10
1,084	11,1	0,194	11,4	0,12
1,085	11,3	0,196	11,5	0,13
1,086	11,4	0,199	11,7	0,14
1,087	11,5	0,202	11,9	0,16
1,088	11,6	0,204	12,0	0,17
1,089	11,7	0,207	12,2	0,18
1,090	11,9	0,210	12,3	0,20
1,091	12,0	0,212	12,5	0,21
1,092	12,1	0,215	12,6	0,22
1,093	12,3	0,218	12,8	0,24
1,094	12,4	0,220	12,9	0,25
1,095	12,5	0,223	13,1	0,26
1,096	12,6	0,226	13,3	0,28
1,097	12,7	0,228	13,4	0,29
1,098	12,9	0,231	13,6	0,30
1,099	13,0	0,234	13,8	0,31
1,100	13,1	0,236	13,9	0,33
1,101	13,2	0,239	14,0	0,34
1,102	13,3	0,242	14,2	0,36
1,103	13,5	0,244	14,3	0,37
1,104	13,6	0,247	14,4	0,38
1,105	13,7	0,250	14,5	0,40
1,106	13,8	0,252	14,6	0,41
1,107	13,9	0,255	14,7	0,42
1,108	14,0	0,258	14,8	0,43
1,109	14,2	0,260	15,0	0,45
1,110	14,3	0,263	15,1	0,46
1,111	14,4	0,266	15,2	0,48
1,112	14,5	0,268	15,3	0,49
1,113	14,6	0,271	15,4	0,50
1,114	14,7	0,274	15,5	0,52
1,115	14,8	0,276	15,6	0,53

DENSIDAD ó grados del mustómetro	GRADOS del areómetro de Baumé	GRAMOS de azúcar conte- nidos en un litro de mosto	RIQUEZA alcohólica del vino resultante	AGUA que hay que añadir á un litro de mosto para que marque la densidad 1,075 (10° Baumé)
1,116	15,0	0,279	15,7	0,54
1,117	15,1	0,282	15,9	0,56
1,118	15,2	0,284		0,57
1,119	15,3	0,287		0,59
1,120	15,4	0,290		0,60
1,121	15,5	0,292		0,61
1,122	15,6	0,295		0,62
1,123	15,7	0,298		0,64
1,124	15,9	0,300		0,65
1,125	16,0	0,303		0,66
1,126	16,1	0,306		0,68
1,127	16,2	0,308		0,69
1,128	16,3	0,311		0,70
1,129	16,5	0,314		0,72
1,130	16,6	0,316		0,73
1,131	16,7	0,319		0,74
1,132	16,8	0,322		0,76
1,133	16,9	0,324		0,77
1,134	17,0	0,327		0,78
1,135	17,2	0,330		0,80
1,136	17,3	0,332		0,81
1,137	17,4	0,335		0,82
1,138	17,5	0,338		0,84
1,139	17,6	0,340		0,85
1,140	17,7	0,343		0,86
1,141	17,8	0,346		0,88
1,142	17,9	0,348		0,89
1,143	18,0	0,351		0,90
1,144	18,1	0,354		0,92
1,145	18,2	0,356		0,93
1,146	18,4	0,359		0,94
1,147	18,5	0,362		0,96
1,148	18,6	0,364		0,97
1,149	18,7	0,367		0,98
1,150	18,8	0,370		1,00

La fermentación se detiene en general cuando el mosto contiene 16 por
100 de alcohol.

Hay un caso, sin embargo, en que los areómetros pueden dar indicaciones muy exactas mediante inmersiones sucesivas en los líquidos sacarinos antes y después de someter éstos á determinadas transformaciones químicas; de lo cual se tratará más adelante.

Sacarimetría química.— Dos son los procedimientos químicos á que puede acudir-se para determinar la riqueza en azúcar de un jugo destinado á la alcoholización: el uno está basado en la fer-

mentación del azúcar, y el otro en la acción reductora de la glucosa y del azúcar invertido sobre las sales de cobre en disolución alcalina.

1.º *Por fermentación.*—El procedimiento basado en la fermentación puede dar lugar á varios métodos, según se acuda después de la fermentación del jugo á determinar la cantidad de ácido carbónico desprendido, la de alcohol originado ó la diferencia de densidad que en el líquido se note.

Por la fermentación, la glucosa se convierte en ácido carbónico que se desprende y alcohol que queda en el líquido. Por la cantidad de ácido carbónico desprendido se puede, pues, determinar el azúcar correspondiente. Para efectuar esta operación con facilidad y prontitud como las manipulaciones industriales exigen, se emplea el *levuro-dinamómetro* de Billet. Es este instrumento un areómetro de bastante tamaño, cuyo tallo tiene un diámetro exterior de un centímetro de diámetro, y provisto en la parte superior de una especie de embudo que comunica con el tallo y con la panza; ésta tiene unos 350 centímetros cúbicos de cabida, y debe estar graduada, y el vástago está dividido en medios centímetros en una extensión de 10 centímetros de arriba abajo, empezando por 0, que está en la parte superior. Dentro de este areómetro, y por medio del embudo abierto, se echa un poco del jugo que se quiere ensayar.

Para graduar este areómetro se sumerge en agua á 30º, y poniendo dentro agua que tenga en disolución 16 gramos de azúcar, se afora el aparato hasta el 0. Estos 16 gramos de azúcar dan por fermentación completa 7 gramos y 82 miligramos de ácido carbónico. Esta pérdida de peso de la materia contenida en el areómetro hace que éste ascienda, y el punto adonde queda entonces enrasando en el agua á 30º donde está sumergido, es el que corresponde á la división 20 del tallo, ó sea de la última división hecha á los 10 centímetros del 0.

Para determinar la riqueza sacarina de un jugo, se sumerge el aparato, así graduado, en agua á 30º, y se vierte por el embudo superior en el interior del levuro-dinamómetro la cantidad de jugo necesaria para que el instrumento se sumerja hasta el *cero*. Generalmente bastan unos 104 ó 105 centímetros, bien que esto variará según la densidad del jugo. Se deja fermentar éste dentro del areómetro, lo cual se verifica fácilmente añadiendo previamente un poco de levadura de cerveza que obre como fermento (contando con la cual se afora el instrumento hasta el 0), y manteniendo la vasija exterior á una temperatura de 20 á 30º; á me-

dida que la fermentación se verifica y el ácido carbónico se desprende, el areómetro va elevándose, y cuando aquélla termina, queda estacionario; entonces se vuelve á poner la temperatura á 30°, y se mide la división del tallo donde se verifica el enrase, y de dicha lectura se deduce inmediatamente la riqueza sacarina del jugo por medio de un cálculo bien sencillo.

En efecto; cada división que el areómetro se eleva corresponde á $\frac{7^{gr}.82}{20} = 0,391$ gramos de ácido carbónico desprendido, ó bien á 0,8 gramos de azúcar; de modo que no habrá más que multiplicar estas cifras por el número de divisiones que hayan quedado descubiertas, y se tendrá el peso total del ácido carbónico desprendido, ó bien el del azúcar que éste represente. Esta cantidad de azúcar es la contenida en el volumen de jugo puesto en el areómetro, de modo que fácil es calcular en seguida la que contendrá un litro del líquido en cuestión.

Supóngase, por ejemplo, que se han necesitado 103 centímetros cúbicos de un jugo sacarino (además de la pequeña cantidad de levadura de cerveza que se añade) para sumergir el levuro-dinamómetro hasta el 0 colocado en agua á 30° de temperatura, y que después de efectuada la fermentación completa, el instrumento ha quedado en equilibrio en la división 4. Se calculará la cantidad de azúcar del modo siguiente:

Multiplicando 0,8 por 4, se obtiene el número 3,2 gramos, que es la cantidad de azúcar contenida en los 103 centímetros cúbicos del jugo; luego en un litro habrá la cantidad dada por la proporción siguiente:

$$103 : 3,2 :: 1\ 000 : x \quad x = \frac{1.000 \times 3,2}{103} = 31,068;$$

de modo que la cantidad de azúcar contenida en un litro del jugo que se ensaya es 31 gramos y 68 miligramos.

Este procedimiento es mucho más aproximado á la verdad que el uso de los densímetros y glucómetros. Es también fácil de efectuar por toda clase de personas, sin más inconveniente que el tener que mantener la temperatura entre 20 á 30° para favorecer la fermentación del jugo, y tener que esperar á que dicha fermentación concluya por completo para dar por terminada la operación. No son, sin embargo, inconvenientes difíciles de salvar.

El levuro-dinamómetro de Billet sirve también para el ensayo de las levaduras, como se verá en su lugar oportuno.

Para determinar la riqueza alcohólica de un líquido sacarino

averiguando la cantidad de alcohol producida en la fermentación, no hay más que tomar un peso ó volumen dado del jugo, diluirlo en agua si es muy azucarado, añadirle un poco de levadura de cerveza como fermento (un 5 por 100 próximamente), y mantener el líquido entre 20 y 30°, hasta que la fermentación haya terminado; entonces se pasa el líquido, ó una parte de él, á uno de los aparatos destilatorios ya explicados (Sallerón, Valin, Savalle, etc.), y se efectúa la destilación como en su lugar oportuno queda referido, recogiendo un volumen igual á la mitad ó á la tercera parte del volumen que se pusiera en el aparato. Se añade agua á este líquido destilado hasta reconstituir el volumen primitivo; se agita bien, y se determina la riqueza alcohólica del líquido por medio del areómetro centesimal de Gay-Lussac, y en las condiciones que se han tratado por extenso en el capítulo de la alcoimetría. (Véase capítulo II, pág. 23 y siguientes.)

De la cantidad de alcohol que marque el areómetro, hechas las correcciones consiguientes, se deduce con facilidad la que corresponde al litro del líquido sacarino que se ensaya, y de la proporción del alcohol es también fácil pasar á la de azúcar sabiendo que cada litro de alcohol absoluto corresponde á 1 785 gramos y 714 miligramos de azúcar. Por lo demás, el valor del jugo puede darse desde luego en alcohol sin necesidad de efectuar el cálculo del azúcar á que corresponde.

Un ejemplo indicará bien claramente la manera de efectuar los sencillos cálculos que necesitan hacerse para resolver una cuestión de esta clase. Supóngase que se trata de un jugo bastante rico en azúcar, y el cual conviene, por lo tanto, que se diluya. Se toman, por ejemplo, 200 gramos del jugo, y se diluyen en agua hasta formar un litro; á este líquido se le añaden unos 10 gramos de levadura de cerveza como fermento, y se coloca toda la mezcla á una temperatura de 20 á 30° para que fermente. Concluida la fermentación, se toma una parte del líquido fermentado, y se hace la destilación en el alambique de Sallerón, v. gr., y hecha después la determinación de la riqueza alcohólica en el líquido destilado, resulta, por ejemplo, de 7°, ó sea de 7 por 100.

El cálculo que hay que hacer con estos datos es muy sencillo. Si el líquido ya fermentado tiene una riqueza alcohólica de 7 por 100, un litro, ó sean 1.000 centímetros cúbicos, contendrá 70 centímetros cúbicos de alcohol absoluto; y como en un litro de este líquido hay solamente 200 gramos del jugo sacarino primitivo, resulta que la riqueza de éste es cinco veces mayor que la encontrada, es decir, 350 centímetros cúbicos de alcohol absoluto por

kilogramo de jugo Para saber la cantidad de azúcar que este alcohol representa, no hay más que multiplicar los 350 centímetros cúbicos, ó sean 0,350 milésimas de litro (porque el litro tiene 1.000 centímetros cúbicos), por 1.785.714 gramos, que es el azúcar que representa cada litro de alcohol absoluto:

$$0,350 \times 1.785,714 = 624,9999,$$

ó sea 625 gramos de azúcar por kilo, ó 62^{ks},5 por cada 100 kilos de jugo.

Este método es también recomendable en cuanto á su exactitud y el carácter eminentemente práctico que tiene.

Pero hay un medio especial de determinar la riqueza alcohólica, y por lo tanto la sacarina de un jugo, sin necesidad de efectuar la destilación del líquido fermentado.

Para ello no hay más que sumergir el areómetro Baumé en el jugo ya diluido, antes de la fermentación y después de ella. En estos casos los grados que marque de menos el areómetro Baumé representan otras tantas unidades de alcohol por 100, contenidas en el líquido ya diluido. La operación debe hacerse á 15° para que no haya que hacer correcciones de temperatura.

Si, por ejemplo, la disolución de una melaza marca 8°,2 en el areómetro de Baumé antes de la fermentación, y después de ésta marca 3°, resulta que los grados que han desaparecido son 5°,2. La riqueza alcohólica del líquido fermentado es de 5°,2 por 100, ó sea de 52 centímetros cúbicos por litro; de modo que si la melaza hubiera sido diluida al quinto, es decir, que en un litro de la disolución ensayada hubiera solamente 200 gramos de melaza, habría que multiplicar por 5 la cifra 52 que se ha hallado, y entonces resulta 260. Estas son las milésimas que hay que multiplicar por 1.785,714 para tener la riqueza de azúcar por litro:

$$0,260 \times 1.785,714 = 364,286,$$

resultando 364 gramos y 286 miligramos de azúcar por kilogramo de melaza.

Este medio empírico de determinar la riqueza sacarina por la sumersión del areómetro de Baumé antes y después de la fermentación de los líquidos azucarados, es de bastante exactitud, hasta el punto de que si la riqueza alcohólica obtenida con el alambique y el alcoholómetro centesimal no se corresponde con los del areómetro de Baumé, es que ha habido alguna causa de

error que es necesario investigar, volviendo á repetir la operación en las debidas condiciones.

2.º *Por reducción*.—La determinación del azúcar por medio de reacciones químicas, se funda en la propiedad que tienen la glucosa y algunos otros azúcares de descomponer líquidos compuestos de sulfato de cobre y de tartrato de potasa y sosa, disueltos en una disolución de sosa cáustica. Estos líquidos, por la acción de los diferentes azúcares reductores, precipitan, á la temperatura de la ebullición, el cobre al estado de sub-óxido, de color rojo al estado anhidro, y amarillo cuando está hidratado. Se precipita uno ú otro, según la concentración de los líquidos. Esta reacción química por la cual el óxido cúprico pasa á óxido cuproso, que queda insoluble, se llama *reducción*. Por la cantidad de líquido cupro-potásico reducido se deduce la cantidad de azúcar.

Lleva este procedimiento el nombre del químico Fehling, que fué el primero que aplicó á la práctica este procedimiento, siendo, sin embargo, varias las fórmulas que se dan para preparar los líquidos cupro-potásicos que sirven para determinar el azúcar por la reducción que experimentan, y de aquí los nombres de líquido Fehling, líquido Barreswill, líquido Violette, líquido Viart. Todos ellos son casi idénticos, diferenciándose solamente en algunos detalles y en las proporciones de las sustancias empleadas; en cuanto al fundamento de su empleo y al modo de operar, es el mismo para todos. El líquido Viart ha dado muy buenos resultados al autor de este Tratado, siendo, por lo tanto, del que se tratará en particular.

Para preparar el líquido Viart se toma un frasco de un litro de capacidad, y en él se ponen 36,46 gramos de sulfato cúprico, puro, seco, sin eflorescencias y completamente exento de hierro; se añaden 100 centímetros cúbicos de agua hervida; después se introducen 300 gramos de sal de Seignette (tartrato doble de potasa y sosa) y 500 centímetros cúbicos de lejía de sosa cáustica á 24º Baumé; se agita la mezcla, y se deja la disolución en frío, agitando de tiempo en tiempo.

Esta preparación exige dos días, pero se efectúa con gran facilidad; se debe activar la disolución calentando al baño-maría á 50º. El litro se completa añadiendo agua ordinaria hervida y á 15º.

La disolución de sosa cáustica á 24º Baumé debe hacerse de antemano en una vasija de más de medio litro de capacidad; se necesitan de 140 á 160 gramos de sosa para 500 gramos de agua, según su pureza; se dejan depositar las materias extrañas, formadas en su mayor parte de cal, y se decanta.

Preparado el líquido Viart, se invierte el frasco repetidas veces para efectuar bien la mezcla de la masa líquida, á fin de que quede bien homogénea; para ello se tapa el frasco con una lámina de caucho y la palma de la mano encima. Después se distribuye el líquido en frascos pequeños de tapón esmerilado, y envueltos en papeles azules ó negros para evitar la acción de la luz.

Quando se hace uso de alguno de estos frascos, debe cuidarse que no estén mucho tiempo destapados, pues el ácido carbónico del aire altera el líquido, saturando una parte del álcali, y se deposita óxido de cobre.

Para servirse de este líquido, como de todos los antes nombrados, es necesario graduarlos; es decir, saber por qué cantidad exacta de glucosa se reduce todo el óxido de cobre contenido en un volumen determinado del líquido cúprico.

Para graduar el líquido Viart se procede de la manera siguiente: Se toman 4,75 gramos de azúcar de pilón perfectamente seco y exactamente pesado; se ponen en un matraz con unos 50 centímetros cúbicos de agua y cuatro ó cinco gotas de ácido clorhídrico, ó unos pedacitos de ácido tártrico, y se hace hervir la masa durante unos cuatro ó cinco minutos. Se vierte el líquido en un matraz de medio litro de cabida, lleno previamente hasta la mitad de agua común filtrada; se deja enfriar el líquido y se añade agua hasta hacer medio litro.

Se advierte que es mejor emplear para estas operaciones agua de fuente filtrada que no agua destilada, porque ésta reduce el líquido cúprico, precipitando óxido negro de cobre.

Por la ebullición indicada en presencia de los ácidos clorhídrico ó tártrico, los 4,75 gramos de azúcar de caña se han convertido en 5 gramos exactamente de azúcar invertido; de modo que el medio litro de líquido sacarino que se ha preparado, contiene 10 gramos de azúcar invertido por litro, ó sea *un centígramo* por centímetro cúbico. Parte de este líquido se coloca en una bureta ó tubo graduado (figura 30) para hacer uso de él en la forma que más adelante se verá.

Además, con una pipeta graduada que marque 5 centímetros cúbicos, ó con otro tubo graduado cualquiera, se toman con la mayor exactitud posible 10 centímetros cúbicos del líquido Viart, y se vierten en una cápsula de porcelana de 8 ó 10 centímetros de diámetro; se añaden 20 ó 40 centímetros cúbicos de agua (siempre la misma cantidad) y se calienta, ya con una lámpara de alcohol, ya con un mechero de gas.

Cuando el líquido está en ebullición, se vierte gota á gota (en la forma que indica la figura 30) el líquido azucarado puesto en la bureta; entonces el líquido cúprico se descompone, se forma un precipitado rojo, y el color azul del líquido desaparece. De cuando en cuando se interrumpe la ebullición para ver si el líquido que sobrenada conserva ó no señales de color azul; se deja hervir cuando el referido color hubiera desaparecido por completo. Cuando la reduccion esté ya próxima á terminarse, el líquido presenta un color amarillo pálido; entonces todavia hay algo de

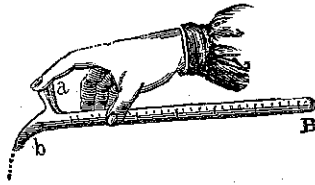


Figura 30.

cobre disuelto; cuando al añadir una gota del líquido azucarado queda un matiz amarillo claro, la operación puede darse por terminada, desquitándose entonces la última gota añadida.

El número de centímetros cúbicos de disolución azucarada indica los centigramos de glucosa necesarios para descomponer 10 centímetros cúbicos de líquido cúprico. Ordinariamente cada 10 centímetros cúbicos del líquido Viart, preparado en la forma que queda expuesta, son reducidos por una cantidad de glucosa variable entre 49 y 53 centigramos. En cada caso se tomará exactamente la cantidad que resulte, y esa cifra representará el valor ó título del líquido, con cuyo dato se podrá determinar la riqueza sacarina de un jugo ó líquido cualquiera.

Tres casos pueden ocurrir en estas determinaciones: que se trate de un líquido que contenga glucosa solamente; que tenga azúcar prismático, ó, por último, que contenga mezcla de ambos. Un ejemplo para cada caso aclarará esta cuestión.

1.º Supóngase que se trata de determinar la glucosa contenida en un jugo procedente de cerezas, de naranjas, etc., ó bien de un líquido resultante de sacarificar la fécula de patatas, cereales, etc., por la acción de los ácidos ó de la diastasa.

Se toma un volumen dado de este líquido, por ejemplo 100 centímetros cúbicos; se neutraliza con potasa ó sosa cáustica si está ácido; se diluye después si estuviera muy concentrado, y se decolora. Para esto se emplea, conforme queda dicho, la disolución de acetato de plomo, que se vierte gota á gota en el líquido

sacarino hasta que no haya más precipitado; se filtra, y después, para eleminar del líquido el exceso de acetato de plomo, se añade disolución de sulfato de sosa, también hasta que no se forma más precipitado. Se vuelve á filtrar, cuidando, tanto en esta filtración como en la anterior, de lavar los precipitados, á fin de que no quede retenida nada de glucosa. Reunidos todos los líquidos de la segunda filtración y de los lavados de ésta, se miden en una vasija graduada, procurando, si es menester, añadir agua hasta hacer un litro, para que los cálculos después sean más fáciles.

Preparado así el líquido sacarino, se llena con él una bureta como la que se emplea para graduar el líquido Viart, y se repite la misma operación que para dicha graduación, es decir, se miden 10 centímetros cúbicos de este líquido, y se ponen en la cápsula de porcelana con 20 ó 40 centímetros cúbicos de agua destilada; se calientan hasta la ebullición, y se va echando poco á poco del líquido sacarino de la bureta hasta lograr la total reducción de los 10 centímetros cúbicos del líquido cúprico potásico, procediendo exactamente con las mismas precauciones que quedan referidas al hablar de la graduación del líquido Viart.

Supóngase que se hubieren gastado 15 centímetros cúbicos del líquido sacarino de la bureta hasta la total reducción de los 10 centímetros cúbicos del líquido cúprico. Si estos 10 centímetros cúbicos representan 52 centigramos de glucosa, por haber quedado graduado así el líquido Viart, resulta que ésta será la cantidad de dicha substancia que hay en los 15 centímetros cúbicos de líquido sacarino, de modo que en 1.000 habrá

$$\frac{0,52 \times 1.000}{15} = 34,667.$$

Pero estos 34 gramos y 667 miligramos

corresponden á los 100 centímetros cúbicos de jugo primitivo, de los cuales se ha hecho un litro en las operaciones sucesivas, de forma que la riqueza del jugo en glucosa será 34,667 por 100.

2.º Cuando el jugo sacarino no contiene glucosa, sino azúcar cristalizabile, la determinación de éste por medio del líquido Viart se hace operando exactamente lo mismo que para graduar este líquido.

Se toman, pues, 100 centímetros cúbicos del jugo; se decoloran empleando el acetato de plomo y el sulfato de sosa, en la forma sabida; se añaden después 3 ó 4 gotas de ácido clorhídrico al líquido decolorado, y se hierve durante cuatro ó cinco minutos. Esta operación tiene por objeto, según ya queda referido, transformar el azúcar cristalizabile, que no reduce el líquido cúprico, en azúcar invertido, que sí lo reduce.

Hervido el líquido, y verificada por lo tanto la transformación del azúcar cristalizabile, se vierte la masa hirviente en un matraz de á litro, lleno hasta la mitad de agua ordinaria filtrada; se deja enfriar, se añade disolución de sosa cáustica para neutralizar el ácido, y se completa el litro.

Se hace la determinación de la glucosa en este líquido conforme queda indicado en el caso anterior, y del resultado obtenido se deduce fácilmente la proporción de azúcar cristalizabile contenido en el jugo que se ensaya.

Supóngase, por ejemplo, que se hubiesen gastado efectivamente para reducir 10 centímetros cúbicos del líquido Viart, 18 centímetros cúbicos del líquido sacarino ya preparado. Los cálculos que según este dato habrá que hacer son los siguientes: como los 10 centímetros cúbicos de líquido Viart representan 0,52 gramos de glucosa, esa será la cantidad de esta substancia que se encuentra en los 18 centímetros cúbicos del líquido sacarino; luego en 1.000 centímetros cúbicos, ó sea en el litro, habrá

$$18 : 0,52 :: 1.000 : x \dots \dots x = \frac{0,52 \times 1.000}{18} = 28^{\text{gr}}, 89,$$

es decir, 28 gramos y 89 centigramos.

Para averiguar á qué cantidad de azúcar cristalizabile corresponde la glucosa encontrada, se plantea la proporción siguiente:

5 de glucosa es á 4,75 de azúcar cristalizabile, como 28,89; cantidad de glucosa concentrada, es á x azúcar cristalizabile que se busca.....

$$x = \frac{28,89 \times 4,75}{5} = 27,445, \text{ es decir, } 27 \text{ gramos y } 445 \text{ miligramos de saca-rosa ó azúcar cristalizabile.}$$

Y como la cantidad primera que se tomó del jugo azucarado fué 100 centímetros cúbicos, resulta que en este volumen es en el que se encuentra la cantidad de sacarosa hallada.

El jugo ó líquido dado contiene, pues, 27,445 gramos de sacarosa en 100 centímetros cúbicos, ó sea 274,45 gramos por litro.

3.º Si el líquido que se quiere ensayar contiene glucosa y sacarosa, es decir, azúcar reductor y no reductor, que es un caso muy frecuente, se procede del siguiente modo:

Se toman 100 centímetros cúbicos del líquido y se determina la glucosa directamente, conforme al procedimiento que se ha indicado en el primer caso.

Se miden otros 100 centímetros cúbicos, y se tratan en la misma forma que queda descrita en el segundo caso para transfor-

mar la sacarosa en glucosa, y se determina la glucosa total que así resulte.

Se resta de la cantidad total de glucosa encontrada en esta segunda determinación la cantidad hallada en la primera, y la diferencia será la glucosa correspondiente á la sacarosa contenida en 100 centímetros cúbicos del líquido, pudiendo entonces, por la proporción ya indicada en el segundo ejemplo, averiguar fácilmente la sacarosa ó azúcar cristalizabile que dicha cantidad de glucosa representa.

Sea, por ejemplo, un líquido sacarino que haya dado en la primera determinación, hecha directamente, 121 gramos por litro de glucosa, y en la segunda, hecha después de la inversión del azúcar, 184 gramos, se dirá:

Glucosa hallada directamente.	121,00 gramos.
Glucosa total después de la inversión.	184,00 —
Glucosa correspondiente á la sacarosa.	63,00 gramos.
Sacarosa correspondiente $\frac{63 \times 4,75}{5} =$	59,85 —

De modo que el jugo ensayado contiene por litro 121 gramos de glucosa y 59 gramos y 85 centigramos de sacarosa.

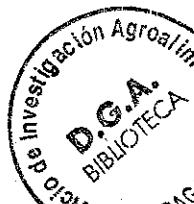
Sacarimetría óptica.—Se denomina así el procedimiento que tiene por objeto determinar la clase y cantidad de acúcar contenido en una disolución azucarada, fundándose en los cambios que experimenta la luz al atravesar una columna de la misma disolución.

Este procedimiento está fundado en los principios siguientes:

1.º Cuando un rayo luminoso se refleja en una lámina de vidrio formando un ángulo de 35º,25', goza, después de la reflexión, de propiedades especiales por las cuales se dice que dicho rayo luminoso está *polarizado*.

Otras sustancias *polarizan* también por reflexión los rayos luminosos, pero cada una bajo un ángulo diferente, particular para cada sustancia. Este ángulo se llama *ángulo de polarización*. El plano determinado por el rayo polarizado y la perpendicular á la superficie reflectante en el punto en que á ella toca el rayo luminoso, se llama *plano de polarización*.

2.º Los rayos luminosos pueden también polarizarse (es decir, adquirir las propiedades que presentan los rayos polarizados) atravesando sustancias transparentes, bajo inclinaciones que varíen con la sustancia atravesada. Entonces se dice que el rayo luminoso ha sido polarizado por *refracción*.



3.º Hay substancias cristalizadas, como el cuarzo, el espatocalizo, etc., que tienen la propiedad de duplicar las imágenes, es decir, de dividir en dos los rayos luminosos que á ellas llegan, de manera que los objetos vistos á su través se ven dobles; á una de las imágenes se la llama imagen *ordinaria* y á la otra *extraordinaria*. Las substancias que tienen esta propiedad se llaman *birefringentes*, y los rayos luminosos que las atraviesan, al salir duplicados, salen también *polarizados*.

Hay cristales birefringentes que no duplican las imágenes en una dirección especial y otros en dos. Estas direcciones se llaman *líneas neutras* ó *ejes de doble refracción*; de modo que hay cristales birefringentes de un eje, y cristales birefringentes de dos ejes.

4.º Si se hace pasar un rayo polarizado á través de un cristal birefringente de un solo eje, tallado perpendicular á este eje, el rayo pasa sin alteración cuando está en el plano normal á la sección del cristal.

5.º Hay muchas substancias que no obedecen á la ley anterior, sino que el rayo polarizado que las atraviesa sale después desviado á la derecha ó á la izquierda del plano normal, es decir, que el plano de polarización ha *girado* á la derecha ó á la izquierda de su posición normal.

Este fenómeno recibe el nombre de *polarización circular* ó *rotatoria*, y en él está fundada la sacarimetría óptica, ó sea el método óptico de determinar la riqueza en azúcar de una disolución.

Las substancias que desvían á la derecha el plano de polarización se llaman *dextrogiras*; tales son la *dextrina*, el *azúcar prismático*, la *glucosa*, el *azúcar de leche*, el *cuarzo*, etc. Las que desvían el referido plano de polarización á la izquierda se llaman *levogiras*, como, por ejemplo, el *azúcar de frutos* y la *goma arábica*.

La desviación del plano de polarización, cuando el rayo luminoso atraviesa una disolución azucarada, obedece á las siguientes leyes, en las cuales está directamente fundada la sacarimetría óptica:

1.^a Una misma disolución azucarada hace girar siempre un mismo ángulo al plano de polarización, si las capas de disolución que atraviesa el rayo polarizado tienen el mismo espesor.

2.^a Para una misma disolución, el ángulo de desviación es proporcional al espesor de la capa de disolución sacarina atravesada.

3.^a Para disoluciones sacarinas diferentes, el ángulo de des-

viación es proporcional al grado de contracción de dichas disoluciones, es decir, á las cantidades de azúcar que contiene.

Resulta de estas leyes que, haciendo pasar un rayo de luz polarizado á través de disoluciones ó jugos sacarinos de un espesor determinado, se podrá deducir, por la magnitud del ángulo de desviación, la *cantidad de azúcar* que dichas disoluciones contienen; la especie del azúcar puede también reconocerse por el sentido de la desviación.

Toda la dificultad práctica está, pues, en medir con exactitud el giro ó desviación del plano de polarización después de haber atravesado las disoluciones azucaradas. Para esto se han ideado unos instrumentos especiales, denominados *sacarímetros*, con los cuales se polariza la luz, se hace atravesar después de polarizada por las disoluciones cuya riqueza en azúcar se quiere determinar, y después se mide con toda escrupulosidad el ángulo de desviación.

Los *sacarímetros* son unos instrumentos á modo de anteojos. Su teoría es, desde el punto de vista científico, bastante complicada, pero en la práctica está reducida á términos bastante sencillos. Delante de uno de sus extremos se pone una lámpara, cuyos rayos luminosos son los que penetran á través de todo el aparato por una abertura sumamente estrecha. Los sacarímetros llevan, entre otras cosas, una pieza donde los rayos luminosos se polarizan por refracción; un tubo de quita y pon, cilíndrico, con las bases paralelas de cristal, en cuyo tubo se colocan las disoluciones sacarinas para que la luz polarizada las atraviese; un prisma birrefringente que duplica el rayo polarizado; y otro tubo al que se aplica la vista, y que esta en el extremo opuesto á aquel por el que penetra la luz.

Este último tubo lleva dos medios discos de cristal ajustados uno al lado del otro, de manera que formen como un solo disco. Sobre estos dos cristales semicirculares caen los dos haces luminosos en que se divide el rayo polarizado, después de haber atravesado el prisma birrefringente. Estos haces luminosos son coloreados, pero con diverso matiz, y como uno cae sobre uno de los cristales y el otro sobre el otro, resulta que el disco que forman ambos cristales aparece la mitad de un color y la mitad de otro. Estas dos coloraciones son siempre de las que llaman los físicos *complementarias*, es decir, que superpuestas, dan la luz blanca.

Para determinar con el sacarímetro el sentido y poder rotatorio de una substancia, esto es, lo que desvía el plano de polarización de la luz y hacia qué lado, en lugar de medir las desvia-

ciones producidas sobre un mismo rayo luminoso simple, se miden las desviaciones para las cuales los dos haces luminosos en que el prisma birefringente divide el rayo polarizado, presentan igual matiz. Pero no todos los colores se prestan igualmente para hacer una determinación precisa de esta clase, porque no todos sufren variaciones igualmente sensibles á la vista. El matiz más sensible es un tinte violáceo especial, que se ha denominado *tintá ó color sensible*, porque es el que presenta variaciones más apreciables á la vista, pues tan pronto como se hace girar lo más mínimo un limbo, tornillo ó alidada que llevan los sacarímetros, según sea su sistema, el color pasa casi repentinamente del azul al rojo ó del rojo al azul, según el sentido de la rotación.

Los sacarímetros más usados hoy día son los de Duboscq y de Laurent. Aunque estos aparatos son muy delicados y su teoría bastante complicada, su manejo es muy sencillo, y una vez aprendido, resulta un medio muy cómodo, fácil y muy rápido, para la determinación del azúcar, y esta es la razón por la que estos aparatos se usan bastante en las aduanas, factorías, refineries, etc., siendo, por lo tanto, muy conveniente su conocimiento á los fabricantes de alcohol.

El modo de operar con un sacarímetro es el siguiente:

Delante de la abertura posterior del sacarímetro se coloca una lámpara, de modo que la luz pase por el eje del instrumento y le atraviese.

Se llena de agua pura un tubo de quita y pon, semejante al que contiene la disolución azucarada, y se coloca en lugar de éste en la parte media del aparato, entre la parte objetiva y la parte ocular del mismo.

Se aplica la vista á la parte anterior del aparato donde se hallan los dos cristales semicirculares, y se verán en éstos, por lo general, dos colores ó matices diferentes, siendo un caso muy raro el que presenten exactamente la misma tinta los dos cristales.

Si, como sucede casi siempre, los dos cristales no presentan el mismo color, se hace girar el botón, alidada ó limbo de que ya se ha hablado, hasta que presenten los dos cristales exactamente el mismo matiz. Entonces se observa sobre una regla graduada (Duboscq), ó sobre un limbo circular (Laurent), si el 0 del aparato coincide exactamente con un trazo indicador que sirve para marcar con toda precisión el punto de partida; si la coincidencia no fuese perfecta, se hace girar por medio de su tornillo la parte anterior del instrumento, hasta que coincidan exactamente el 0 y el trazo indicador.

Se quita entonces del sacarímetro el tubo que contiene agua pura y se coloca en su lugar el tubo lleno de la disolución azucarada; mirando á los cristales semicirculares, se verá que la uniformidad de colores ya no existe. Para lograrla hay que volver á hacer girar el botón, alidada ó limbo central.

Cuando el matiz que presenten los dos cristales sea bien uniforme, no hay más que leer en la regla ó limbo graduado la división que coincide con el indicador; tal división marca con toda exactitud el ángulo de rotación, y, por lo tanto, la riqueza centesimal en azúcar de la disolución ó jugo sometido al ensayo.

A los sacarímetros suele acompañar instrucción detallada del modo de usarlos; de modo que, sea cualquiera el sistema á que pertenezca un aparato de esta clase adquirido por un fabricante, en dichas instrucciones encontrará todos los permenores necesarios para el manejo de esta clase de aparatos, una vez conocidos los principios fundamentales en que se apoyan, y que quedan expuestos, así como las operaciones principales en que estriba su uso. Acompañan además á dichos sacarímetros unas tablas que sirven para calcular, sin necesidad de operaciones aritméticas de ninguna clase, las cantidades de glucosa ó de azúcar prismático que un líquido contenga, según las indicaciones del sacarímetro.

CAPÍTULO VI

FERMENTACIONES

§ I.—De la fermentación en general

Se denominan *fermentaciones* ciertos cambios que experimentan algunas substancias llamadas *fermentescibles*, por la influencia de otras conocidas con el nombre de *fermentos*, y en determinadas condiciones de aire y de temperatura.

El azúcar de uva, por ejemplo, en disolución en el agua, y bajo la acción de la levadura de cerveza, en presencia del aire y á la temperatura de 20 á 25°, se descompone en alcohol y ácido carbónico, originándose además, según Pasteur, cortas cantidades de ácido succínico, glicerina, grasa y celulosa. En este caso el azúcar es la substancia *fermentescible*, la levadura de cerveza el *fermento*, y la transformación verificada se llama *fermentación alcohólica*, por ser el alcohol y el ácido carbónico los productos principales de dicha transformación.

La transformación de la *fécúla* en *glucosa* por la influencia de la *diastasa*, de lo cual se ha tratado por extenso en el capítulo V, es considerada por algunos como una especie de fermentación, en la que la diastasa hace el papel de fermento. La denominan *fermentación glucósica*.

Hay, pues, dos clases de fermentaciones, de las que son tipos respectivamente la fermentación alcohólica y la fermentación glucósica que se acaban de nombrar.

Las fermentaciones del tipo de la glucósica son producidas por las *enzymas* ó fermentos solubles, de los cuales se ha tratado ya en particular en su lugar oportuno al estudiar la sacarificación.

Las fermentaciones que corresponden al tipo de la fermentación alcohólica no son debidas á *enzymas*, sino á otra clase de fermentos completamente distintos y que se denominan *fermentos figurados*, porque son verdaderos seres vivos, con forma propia, peculiar para cada especie.

De modo que, así como hay diferentes fermentaciones diastásicas, según la diastasa ó *enzyma* que obra y la substancia sobre que la *enzyma* actúa, así también hay diferentes fermentaciones del tipo de la alcohólica, según el fermento figurado que las produce y según la substancia fermentescible que sufre la transformación.

Estas últimas fermentaciones se pueden dividir en cuatro grupos, según la naturaleza de la transformación que experimenta la substancia fermentescible:

1.º Fermentaciones por desdoblamiento; tipo, la *fermentación alcohólica*, en la que la glucosa se desdobra en alcohol y ácido carbónico. El fermento figurado correspondiente es el *Saccharomyces cerevisia*.

2.º Fermentaciones por hidratación; tipo, la *fermentación de la urea*, que, fijando agua, se transforma en carbonato amónico. El fermento agente es el *micrococcus ureæ*.

3.º Fermentaciones por reducción; tipo, la *fermentación butírica*, provocada por el *bacillus butylicus*.

4.º Fermentaciones por oxidación; tipo, la *fermentación acética*, producida por el *mycoderma aceti*.

Pero de todas estas fermentaciones la que al alcoholizador interesa más directamente conocer es la *fermentación alcohólica*, y de la cual es preciso, por lo tanto, tratar con algún detenimiento.

Si se toma un poco de un jugo sacarino filtrado, se le añade un poco de levadura de cerveza y se mantiene la masa á la temperatura de 20 á 25°, en presencia del aire, aun cuando la vasija

donde se haga la operación se cubra para impedir que caigan en la masa corpúsculos de los que se encuentran en la atmósfera, se observará que al cabo de poco tiempo el líquido empieza á agitarse y como á hervir, desprendiéndose una gran cantidad de ácido carbónico, formándose espuma en la superficie del líquido; éste adquiere un olor vinoso, y pierde el sabor fuertemente azucarado que tenía en un principio. Después de algún tiempo, el desprendimiento gaseoso cesa, la espuma desaparece y el líquido se aclara, diciéndose entonces que ha terminado la fermentación.

Filtrando el líquido obtenido, resulta que en la parte filtrada ya no se encuentra azúcar, sino alcohol, y que sobre el filtro queda un depósito grisáceo que, observado al microscopio, se ve estar formado de glóbulos idénticos á los de la levadura de cerveza, pero formando una masa mucho mayor que la que se puso.

Se ve, pues, que en el fenómeno de la fermentación alcohólica, reducido á su mayor sencillez, se efectúan los hechos siguientes:

1.º Transformación del *azúcar* en *alcohol*, que queda en el líquido, y *ácido carbónico*, que se desprende.

2.º Aumento ó multiplicación abundante del *fermento*, que es la levadura de cerveza.

Para explicar la razón de estos fenómenos, esto es, la causa de las fermentaciones, se han expuesto infinidad de hipótesis, en cuyo examen es inútil entrar en este libro, pero que pueden resumirse en dos teorías principales, á saber: la *teoría química* y la *teoría fisiológica*.

Según la teoría química expuesta y desarrollada por Liebig, la fermentación de los cuerpos llamados fermentescibles es excitada por otros cuerpos que se encuentran antes del contacto en estado de alteración y comunican su movimiento descomponente á las substancias fermentescibles. En esta teoría, la causa de las transformaciones que se verifican en los cuerpos que fermentan debe buscarse en la destrucción del *estado de reposo molecular* de las substancias fermentescibles por la acción del movimiento descomponente del fermento, á consecuencia de lo cual las moléculas de aquéllas, una vez fuera de sus posiciones de equilibrio, y en movimiento, obedecen á las atracciones que hacen que tomen las posiciones más estables, originándose, como es consiguiente, nuevos compuestos de fórmula sencilla y de mayor estabilidad.

En la teoría fisiológica, cuyos verdaderos fundadores son Cagniard-Latour y Bassel, se supone que la fermentación es debida

á la presencia y desarrollo de ciertos vegetales ó animales microscópicos en el seno de la materia fermentescible. Dichos seres microscópicos, que son los fermentos, tienen necesidad, para vivir y desarrollarse, de una alimentación que toman de las substancias fermentescibles en cuya masa se colocan, descomponiendo las moléculas complejas de ésta y originando productos de descomposición más sencillos.

Esta teoría es la que hoy está más admitida; pero sea de ello lo que quiera, al alcoholizador lo que le importa es conocer perfectamente las circunstancias prácticas en que se verifica la fermentación del modo más conveniente al objeto que se propone, los elementos que deben intervenir en dicha fermentación, y las condiciones más abonadas en que debe colocárseles, así como las circunstancias de toda clase que pueden intervenir en el fenómeno, perjudicando ó favoreciendo la fermentación y la naturaleza de los productos utilizables que de ella resulten.

§ II.—De los fermentos

Queda dicho en el párrafo anterior que los fermentos figurados son seres vivos; y efectivamente, son plantas microscópicas, pertenecientes unos al grupo de los hongos, otros al grupo de las algas.

La *levadura de cerveza*, por ejemplo, que es el fermento que produce la fermentación alcohólica, es un hongo de célula única, de forma casi esférica, y compuesto de una envoltura sólida celulósica, que contiene una substancia mucilaginosa y un poco granulosa, que se llama protoplasma. Hacia el medio de la célula se distingue una zona más clara, perfectamente caracterizada, y constituida por jugo celular completamente bañado por el protoplasma.

Siguiendo al microscopio el desarrollo de uno de estos gránulos, se ve que al cabo de algunas horas puede llegar á su máximo de desarrollo, que es una centésima de milímetro. Pero este desarrollo no puede verificarse más que en el seno de líquidos que contengan materias nitrogenadas alimenticias para el fermento; de modo que es evidente que dicho crecimiento es resultado de la nutrición de dichos góbulos.

Estos, además, se reproducen, como es fácil demostrar. Toman-do un grano de levadura, y poniéndola en una infusión filtrada de cebada germinada y azucarada, ó en cualquier otro líquido fermentescible que contenga albúmina, se verá que después de

la fermentación se recogen 6 ó 7 gramos de levadura, idéntica á la que se haya empleado, aun cuando se hayan tomado todas las precauciones necesarias para que los corpúsculos de toda clase que existen en el aire no actúen sobre el líquido. Lo mismo ocurre en contacto libre con la atmósfera; de modo que la influencia de los esporulos contenidos en ésta no hay para qué tenerla en cuenta, pudiendo afirmarse que el fermento crece y se reproduce á expensas de la nutrición, que realiza en el seno del medio albuminoso en donde se coloca.

En las soluciones que contienen los elementos necesarios para su desarrollo, se observa, al microscopio, que las células de levadura (que no tienen órganos de fecundación conocidos) se reproducen por brotes, es decir, que en dos extremidades de la célula se producen unas pequeñas dilataciones herniales. Poco á poco estas hernias van creciendo, y llegan á tener la mitad del volumen de la célula madre, permaneciendo, sin embargo, adheridas á ella, y no se separan hasta que han adquirido su desarrollo completo. A veces las células jóvenes, antes de separarse de la célula madre, producen también brotes, y de este modo se forman verdaderos racimos de células adheridas unas á otras.

La desecación rápida á una temperatura elevada mata la levadura, pero sometida á fríos extremados no muere y conserva su vitalidad. Tratada por agua á más de 50° también perece; pero si se deseca suavemente, puede soportar grandes temperaturas sin experimentar daño efectivo. La vida y multiplicación de la levadura se verifica con intensidad diferente, según la temperatura del medio nutritivo en que se la coloca. En un líquido azucarado, á una temperatura de 4 á 8°, vejeta lentamente, pero su desarrollo y multiplicación no se detienen; las células jóvenes que se van formando se separan unas de otras en seguida, y se depositan en el fondo de las vasijas. Si se pone la levadura en un líquido azucarado á una temperatura de 15 á 20°, la vejetación es más rápida y más intensa. Los brotes aparecen en seguida, las células jóvenes quedan adheridas entre sí, y el abundante desprendimiento de ácido carbónico que se nota en el líquido arrastra hacia la parte superior de éste, y en forma de espuma, la levadura que se va formando.

De aquí resultan dos clases de levaduras, llamadas *baja* y *alta* respectivamente, y de las que se tratará en particular más adelante al hablar de la técnica de la fermentación alcohólica.

Cuando en un medio apropiado la levadura por efecto de su desarrollo y reproducción llega á consumir todas las substancias

necesarias para su nutrición y multiplicación, esta multiplicación se detiene; pero la levadura formada no muere si se tiene la precaución de separar por evaporación, á una baja temperatura, la mayor parte del agua que contiene. Entonces el protoplasma se espesa gradualmente, pero sin alteración esencial, de tal suerte, que esta misma levadura, vuelta á colocar en un líquido azucarado y con temperatura conveniente, recobra toda su actividad y se desarrolla y se reproduce como en un principio.

Pero cuando los glóbulos de fermento, después que han llegado al máximo de su desarrollo, se encuentran privados de las materias que son necesarias como alimento para su nutrición y reproducción, y se les deja abandonados en este mismo líquido, llegan á hacerse impropios para producir de nuevo la fermentación. Lo mismo sucede con los glóbulos, que, después de haberse multiplicado y reproducido por gránulos internos, se rompen, quedando los fragmentos libres; y por último, también quedan inútiles los que se han reproducido mucho por yemas laterales.

Todos estos glóbulos pueden considerarse como muertos, pues no producen acción alguna sobre los líquidos azucarados. En poco tiempo se pudren y desprenden productos amoniacales. Examinados al microscopio los glóbulos muertos, se presentan rugosos, de forma muy irregular, perdiendo por completo la forma ovoide que distingue á los glóbulos sanos. Después que se les deseca á 50°, no absorben agua sino de un modo mecánico, y por capilaridad, y la naturaleza del líquido no ejerce sobre ellos la menor excitación.

De todos estos hechos resulta que cada glóbulo de fermento puede considerarse como un ser viviente elemental que crece, se reproduce y muere como los demás seres vivientes, y cuyas funciones son las que dan origen á la descomposición de las materias en cuyo seno vive, produciéndose así las fermentaciones.

Diferentes clases de fermentos figurados.—Estudiando, pues, las diferentes clases de fermentación, y examinando al microscopio los fermentos particulares que las producen, se advierte en estos fermentos diferencias notables, ya en su forma, ya en su modo de reproducción, ya en su manera de vivir. De esta manera los sabios dedicados á estos estudios han podido clasificar todos estos vegetales microscópicos y encontrar los grupos á que corresponden en la clasificación general de los vegetales criptogámicos. Se ha encontrado asimismo que existen varias levaduras análogas á la de la cerveza, y que todas ellas constituyen un género (*Saccharomyces*) correspondiente al grupo de los *hoo-*

gos ascomicetos. Entre las especies más importantes de levaduras deben mencionarse el *Saccharomyces cerevisiæ*, que es la levadura de cerveza de que se ha venido tratando como tipo de estos seres; el *Saccharomyces ellipsoideus*, que es la levadura del jugo de uva; el *Saccharomyces pastorianus*, que se encuentra en las levaduras espontáneas del vino, de la sidra y de la cerveza; el *Saccharomyces exiguus*, que es el fermento de la *fermentación consecutiva* de la cerveza; el *Saccharomyces conglomeratus*, que se encuentra en la uva podrida y al principio de la fermentación del vino; el *Saccharomyces de Reess*, que se encuentra á veces en el vino en fermentación; el *Saccharomyces caseosus*, que se encuentra en algunas cervezas; el *Saccharomyces apiculatus*, que se halla en la superficie de algunos frutos y en las paredes de los grandes toneles empleados en la fermentación del vino; el *Saccharomyces minor*, que se encuentra en la pasta de harina fermentada.

Otros fermentos, como el acético (*mycoderma aceti*), el butírico (*bacillus amylobacter* ó *bacillus butilicus*), el láctico (*bacterium acidi lactici*), no son hongos como las levaduras, sino bacterias ó esquizomicetos del género *Bacillus*.

Estos últimos fermentos producen también en las disoluciones azucaradas fermentaciones diversas, que cuando se originan al mismo tiempo que la fermentación alcohólica, perjudican ó dañan á ésta, y por tal razón se suelen denominar fermentaciones secundarias ó viciosas. Tales son la fermentación láctica, la fermentación butírica, la fermentación acética, la fermentación nítrica, la fermentación manítica ó viscosa y la fermentación péctica.

Hay otro grupo de fermentos figurados, que son los *Mucors*, capaces también de producir la fermentación alcohólica como los *Saccharomyces*. Estos *Mucors* son también hongos, pero pertenecen al grupo de los *oomicetos*. Los más importantes de ellos son el *Mucors racemosus*, que cesa de producir la fermentación alcohólica en cuanto el líquido tiene una riqueza en alcohol de 5,5 por 100; el *Mucors mucedo*, que cesa de obrar en presencia de 2,5 por 100 de alcohol, y el *Mucors stolonifer*, cuya acción se detiene en 1,5 por 100 de alcohol.

Otro fermento, el *Monilia Cândida Bonorden*, descubierto recientemente por Hansen, produce también la fermentación alcohólica, aunque con poder fermentescible muy débil.

Por último, en el Japón la obtención de líquidos alcohólicos fermentados se consigue generalmente por la acción de un fermento llamado *Eurotium Orizac Ahlbur g.*

Los organismos microscópicos designados con los nombres de *Saccharomyces mycoderma*, *Micoderma cerevisiae*, *Micoderma vini*, y vulgarmente, *flor de la cerveza*, *flor del vino*, tampoco son propiamente *Saccharomyces*.

§ III.—Estudio técnico de la levadura de cerveza

Como de todas las fermentaciones la que interesa principalmente en este Tratado es la fermentación alcohólica, y ésta se produce casi exclusivamente con la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), procede el estudiar ahora este fermento desde el punto de vista técnico, es decir, en todo lo que interese por sus aplicaciones para producir una buena fermentación.

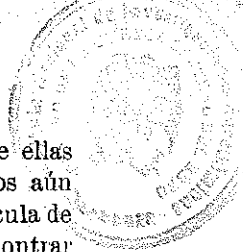
Estado natural de la levadura.—Para producirse la fermentación que sirve de base á la fabricación de bebidas alcohólicas, hay dos procedimientos: ó se añade á un líquido azucarado una levadura procedente de una operación anterior, como sucede en la fabricación de la cerveza; ó bien el mismo líquido azucarado lleva ya consigo fermentos naturales, y no es necesario por lo tanto añadir ninguno, sino únicamente poner el líquido en circunstancias apropiadas para la fermentación. Tal sucede en la fabricación del vino con el zumo de la uva.

Resulta, pues, que aun en los casos en que no se añade levadura ni fermento de ninguna clase, produciéndose sin embargo fermentación, no es que ésta se origine de una manera espontánea. No hay verdaderas fermentaciones espontáneas. Toda fermentación supone un germen de levadura; y un solo germen basta, á causa de la rapidísima proliferación de estos seres, para provocar una fermentación en circunstancias apropiadas. Un glóbulo de levadura es capaz de producir 16 millones de glóbulos en veinticuatro horas.

Pero es muy importante averiguar de dónde proceden los fermentos que naturalmente acompañan á ciertos jugos, como en el caso del zumo de la uva, por ejemplo.

Fremy creía que la materia albuminoide contenida en el grano de la uva se transformaba en levadura bajo la influencia del aire. Pero Pasteur ha demostrado que los granos de levadura proceden del exterior, y abundan especialmente en la película u hollejo de la uva.

Si se lavan con un poco de agua y un pincel los granos de uva y se examina al microscopio el agua del lavado, se observa la presencia de numerosos glóbulos organizados, formados de célu-



las sencillas ó agrupadas irregularmente, y de muchas de ellas que contienen esporos. El palillo ó escobajo de los racimos aún contiene mayor cantidad de glóbulos y células que la película de los granos. Entre todos estos glóbulos y células es fácil encontrar los de la levadura.

Se puede también demostrar su presencia de un modo indirecto. Tomando un poco de zumo de uva hervido y filtrado, y por lo tanto, inapto para la fermentación, añadiéndole una ó dos gotas del agua de lavar los hollejos ó el escobajo de los racimos, se provoca una fermentación bien determinada en el referido jugo.

Otros frutos dan resultados semejantes. De suerte que puede afirmarse que el fermento natural existente en los mostos que provienen de la uva y otros frutos azucarados, no existe en el jugo de dichos frutos, ni se forma durante la preparación de los mostos, sino que procede del exterior.

Como la levadura no se conserva de un año para otro, es interesante investigar de dónde procede cada año la levadura que se encuentre en el exterior de los frutos.

Pasteur ha demostrado que los referidos fermentos ó glóbulos de levadura no empiezan á aparecer sobre los granos de la uva hasta ya entrado el mes de Agosto. Aumentan hasta la época de la vendimia, y desde entonces comienzan á disminuir; de suerte que en uvas que se conserven durante el invierno, se nota que los referidos gérmenes van desapareciendo, y hacia el mes de Abril ya no existe ninguno sobre las películas de las uvas.

Las uvas obtenidas en invernaderos no contienen levadura, y su mosto no fermenta; pero si se dejan los racimos expuestos al aire libre durante algunos días, inmediatamente aparecen sobre ellos los gérmenes de la levadura, y el mosto que entonces se obtenga ya es susceptible de fermentar.

Los gérmenes de la levadura proceden, pues, del exterior. Se han encontrado en abundancia en la tierra al pie de las viñas, suponiéndose que allí se acumula, arrastrada por las lluvias que lavan los racimos. De todos modos los gérmenes se encuentran en el suelo hasta durante el invierno, y se supone que allí es donde pasan el período de la estación fría. Algunos de estos gérmenes, así conservados, llegan á la primavera siguiente, y con el calor y la humedad fructifican, y se reproducen con abundancia extraordinaria, coincidiendo en cierto modo la época de su mayor reproducción con la de la madurez de la uva. Entonces el aire en movimiento, las aguas, los insectos, etc., son los vehículos que

arrastran ó conducen los gérmenes formados, que se depositan con especialidad sobre flores y frutos de superficies azucaradas ó gomosas.

Varietades de levadura —Ocurre con la levadura lo que con casi todas las plantas, á saber: que hay variedades silvestres y variedades cultivadas. Se ha notado que las primeras son más fijas que las segundas. Y es muy difícil, aplicando los métodos conocidos de variabilidad de tipos, volver de una variedad obtenida por cultivo á la variedad ó variedades silvestres de donde aquélla pudiera provenir. Del mismo modo, es también muy difícil obtener de una variedad silvestre una variedad determinada, de las ya conocidas entre las cultivadas.

Lo único que puede hacerse es purificar las levaduras, sea cualquiera la variedad á que pertenezcan, para lo cual existen diferentes métodos y se aplican numerosos aparatos, en cuya descripción no procede ahora entrar, pero con los cuales se consigue separar los gérmenes de levadura de toda otra clase de substancias extrañas y gérmenes diferentes que los impurifiquen, y además aislar las levaduras correspondientes á distintas variedades, separándolas unas de otras.

Una levadura pura deberá siempre conservar la misma forma y las mismas propiedades, cuando se cultive en condiciones semejantes y favorables; deberá producir la descomposición del cuerpo nutritivo siempre de la misma manera, y dar los mismos productos de desdoblamiento. La temperatura más favorable para producir la fermentación, y la temperatura de destrucción, deben ser siempre las mismas para variedades puras.

Composición química de las levaduras —Interesa también conocer la composición química de las levaduras, porque de este modo se pueden obtener datos muy preciosos sobre su naturaleza, su modo de vivir y alimentos que le sirven para nutrirse.

Las levaduras carecen de clorofila, en lo cual se asemejan á los demás hongos, y sus fenómenos de respiración deben ser semejantes á los de los animales, es decir, que absorben oxígeno y desprenden agua y ácido carbónico. Su composición química tiene también cierta semejanza con la de los animales. Los hidratos de carbono (almidón, celulosa, etc.), que tanto abundan en los vegetales, se hallan en gran parte reemplazados en las levaduras por materias protéicas, que constituyen el elemento ó factor principal de su constitución.

El análisis elemental de la levadura ha dado la composición siguiente:

	Levadura alta	Levadura baja
Carbono	50,05	47,93
Hidrógeno	6,52	6,69
Nitrógeno	11,84	9,77
Oxígeno, azufre y otros elementos	31,59	35,61

El análisis inmediato de una levadura desecada, hecho por Duclaux, ha dado los resultados siguientes:

Celulosa y mucilago, que forman la membrana celular ..	37
Materias proteicas	36
{ Albúmina ordinaria	
{ Materias fosforadas análogas á la caseína del gluten	9
Peptonas precipitables por el acetato de plomo	2
Grasas	5
Cenizas	7
Materias extractivas	4
<i>Suma</i>	100

Otro análisis hecho por Belohoubeck sobre levadura ordinaria ó fresca y sobre levadura desecada, ha servido para apreciar más exactamente la composición de la levadura de dichos dos estados:

	Levadura fresca	Levadura seca
Agua	68,02	0,00
Materias nitrogenadas	13,10	40,70
Materias grasas	0,90	2,80
Celulosa	1,75	5,50
Materia amilácea	14,00	44,00
Ácidos orgánicos	0,46	1,50
Materias minerales	1,77	5,50
<i>Total</i>	100,00	100,00

La materia amilácea que figura en el cuadro anterior, no es propiamente almidón, sino formada por derivados manósicos y xilósicos.

La materia mineral que constituye las cenizas de la levadura, varía bastante de composición, según se trate de levaduras altas ó bajas, como puede apreciarse por el cuadro siguiente, que da la composición de dichas cenizas:

	Levadura alta	Levadura baja
Ácido forfórico	46,9	53,4
Potasa	36,3	31,5
Sosa	0,2	0,8
Magnesia	6,0	3,8
Cal	1,3	2,4
Sílice	1,8	0,0
Óxido de hierro	4,1	2,7
Ácido sulfúrico	indicios	5,0
Ácido clorhídrico		

En otro análisis de las cenizas de la levadura se ha obtenido la composición siguiente:

Ácido fosfórico	51,09
Sílice	1,60
Potasa	38,68
Sosa	1,82
Magnesia	4,16
Cal	1,99
Cloro y azufre	0,03
Óxido de hierro	0,06
Ácido sulfúrico	0,57
<i>Suma</i>	<u>100,00</u>

Alimentación de las levaduras.—Conocida la composición de la levadura, se puede calcular cuáles son los alimentos que necesita para nutrirse. La composición de la levadura muestra que el alimento completo que le corresponde se debe componer:

1.º De una materia hidrocarbonada; los azúcares, y especialmente la glucosa, constituyen los mejores alimentos de esta clase.

2.º De una materia nitrogenada, que debe ser constituida por derivados de proteínas vegetales, bajo la forma de peptona.

3.º De materias minerales, entre las que deben dominar los fosfatos y las sales de potasa, de magnesia y de cal.

Todos estos elementos se encuentran reunidos en diversas materias vegetales, ya en formas inmediatamente asimilables, ya de modo que puedan ser transformados por la levadura misma ó por otros elementos circunstantes, y quedar entonces en disposición de ser asimilados.

4.º Oxígeno libre indispensable para su desarrollo y fructificación. Este oxígeno libre se halla casi siempre en exceso. La

aereación del mosto durante la maceración y el enfriamiento, la exposición de las cubas al aire libre durante la fermentación, dan un líquido saturado de oxígeno en un principio, y conforme las cantidades de este cuerpo en estado libre vayan menguando, pueden reponerse mediante el aire ambiente, por lo menos en la superficie de los mostos en fermentación.

Cuando la levadura se expone, pues, libremente al contacto del aire, y en un mosto azucarado que le puede suministrar todos los demás elementos necesarios para su nutrición, la referida levadura brota y se reproduce con actividad. Simultáneamente, con la nutrición y desarrollo y reproducción de la levadura, se produce la fermentación, y, una vez comenzada ésta, puede seguir al abrigo del aire, pero la marcha de dicha fermentación es entonces distinta de la que se obtendría continuando el acceso del aire.

En efecto, cuando los mostos mezclados con levadura se ponen en cubas ó vasijas poco profundas, de manera que toda la masa quede fácilmente expuesta al acceso del aire, la multiplicación de las células de levadura es sumamente rápida, y una parte de levadura es capaz de transformar de 6 á 8 partes de azúcar.

Si, por el contrario, se impide el acceso del aire, la reproducción de la levadura es lenta y difícil, pero en cambio se halla animada de una energía fermentativa tal, que durante su vejección puede llegar á transformar una cantidad de azúcar cien veces mayor que su peso.

El primer método de fermentación es el que se suele usar en las destilerías, y el segundo el que se efectúa en la fabricación de la cerveza y del vino.

La levadura no se nutre igualmente con todas las especies de azúcar. La glucosa y la levulosa en el azúcar invertido, no se transforman en alcohol con la misma rapidez. En una mezcla de varias clases de azúcar, la rapidez de transformación de cada uno de ellos depende de la temperatura, de la densidad del mosto y de la proporción de alcohol formado. No existe, pues, lo que llamaba Dubrunfaut fermentación electiva, sino condiciones físicas y químicas de fermentación más ó menos rápida, especiales á cada tipo de azúcar, y correspondientes á la manera de efectuarse la nutrición de la levadura.

Levaduras comerciales. — Se distinguen varias clases comerciales de levaduras de cerveza, que se producen con gran abundancia en las fábricas de dicho líquido.

En primer lugar, la calidad de la levadura puede variar con la

especie, variedad y calidad de la cebada que ha servido para su preparación. La levadura blanca es la más estimada, si bien hay fabricantes que prefieren la de Holanda.

Los prácticos consideran dos géneros de levadura: la *alta* ó *superior*, que es la verdaderamente activa como fermento, y que se desarrolla en una mezcla de agua y materias albuminóideas cuando la temperatura está comprendida entre 18° y 25°, y la levadura baja ó *inferior*, que no se forma sino á temperaturas comprendidas entre 0° y 8°; ésta es inactiva ó poco menos.

La levadura se presenta en dos estados: ó semi-líquida, formada de la materia espumosa que se produce en la cerveza en fermentación, ó en pasta más ó menos compacta, resultado de la compresión de la anterior. También se encuentra algunas veces en el comercio la levadura más ó menos desecada. La mejor levadura es la fresca, ya semi-líquida, ya ligeramente prensada.

La *levadura semi-líquida* presenta un color amarillo grisáceo, y olor franco y fresco de cerveza, ligeramente ácido y alcohólico. Se percibe perfectamente el aroma del lúpulo cuando procede de cerveza buena. No debe ofrecer ninguna huella de olor de ácido láctico ó butírico, nada, en fin, que recuerde la leche agria y queso fermentado, las materias albuminosas en putrefacción ó las emanaciones amoniacaes.

La *levadura en pasta* presenta un matiz más claro que la anterior; es fácil de partir en pedazos con la mano, y debe presentar, en cuanto al olor, los mismos caracteres que la precedente.

La *levadura seca* debe ser aún de menos color que la levadura en pasta; se parte también fácilmente, pero no forma grumos. No debe aceptarse la que se presente dura y de aspecto córneo, ni con olor á ácido láctico ó á materia en putrefacción al diluirla en agua.

Otras levaduras comerciales Su preparación.—Las levaduras que se encuentran impregnadas de un principio cualquiera favorable á la fermentación, serán mejores, supuestas iguales todas las demás condiciones, que las que se encuentren desprovistas de dichos principios; por el contrario, las levaduras que vayan acompañadas de materias nocivas, como álcalis y materias grasas, deben estimarse mucho menos que las que se encuentren exentas de estas substancias.

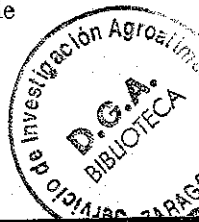
Esta es la razón por qué no todas las levaduras son igualmente aptas para ser empleadas como fermento, aunque teóricamente sus células presenten la misma composición y estructura. La levadura obtenida en la alcoholización de la remolacha, como las

levaduras de destilería en general, producen fermentaciones defectuosas, á no ser tomando muchas precauciones para evitar los efectos de la alcalinidad y de las materias grasas. En cambio la levadura de cerveza da siempre buenos efectos, debido solamente, según la opinión de Basset, á la presencia del principio aromático del lúpulo. Esta acción ha sido sustituida por dicho químico, tan competente en estas materias, por las de infusiones de café, té, menta, quinina, tanino, cáñamo, etc., mezcladas á levaduras de cereales sin lúpulo, obteniendo resultados análogos á los de la levadura de cerveza, especialmente con la infusión de tanino.

Se han dado diferentes procedimientos para obtener levaduras enérgicas muy apropiadas para la fermentación alcohólica. Los procedimientos principales son los de Basset, de Lacambre y de Westrumb, en el que están fundados otros dos métodos alemanes, y el de Springer, seguido en Maison-Alford, cerca de París.

Para el procedimiento de Basset se opera del modo siguiente: En un hectolitro de disolución de melaza ó de azúcar á 5° Baumé ligeramente acidulada, se pone primero una infusión de 500 gramos de tanino y 20 litros de un jugo de frutos; después se añade 5 por 100 del volumen anterior de gluten fresco, bien malaxado y dividido. Se pone á la temperatura de 25 ó 30°, entre cuyos límites se mantiene durante todo el transcurso de la operación. Se tiene cuidado de agitar la masa de cuando en cuando para completar la división del gluten, y generalmente á las dos horas ya se ha verificado la fermentación, gracias á la enérgica acción del fermento globular. Cuando el desprendimiento de ácido carbónico haya cesado, se agita de nuevo toda la masa, y se deja enfriar y reposar. Se decanta entonces el líquido claro para someterlo á la destilación, y se echa, sobre el depósito que quede, formado de levadura y gluten, nuevo líquido azucarado á 25° Baumé de densidad y 25° de temperatura. La segunda y la tercera fermentación se dirigen del mismo modo, y una vez terminadas, se procede á la recolección de la levadura. Para esto se aprovecha la circunstancia de ser el gluten mucho más denso que los glóbulos, y en su virtud éstos quedan en suspensión y y todo el gluten se deposita. Entonces se decanta el líquido alcohólico que lleva el fermento en suspensión; se deja de nuevo depositar éste; se hace nueva decantación, y después de esto se le separa del líquido y se emplea como la levadura de cerveza.

El procedimiento Lacambre consiste en tomar el gluten seco, en pasta, y exponerlo al aire en una cueva templada; al cabo de



ocho á diez días se malaxa bien con un litro de melaza por cada kilogramo de materia, y se expone á la temperatura de 25 á 30° durante tres semanas ó un mes.

Westrumb prepara una levadura muy enérgica añadiendo á 170 kilogramos de mosto de cerveza, 34 kilogramos de pasta de cebada y 16 kilos de pasta de trigo; después se añaden 5 kilogramos de lúpulo. Se reduce después el líquido, por evaporación, á unos 85 kilogramos; el enfriamiento se efectúa lo más rápidamente posible, y se añaden al líquido 16 kilos de levadura de cerveza. Así que la espuma se presenta, se agita la masa y se mezcla con unos 30 kilogramos de malta bien molido, ó una cantidad próximamente igual de harina de trigo, centeno ó cebada. La levadura así preparada hay que guardarla en sitio fresco. Se puede conservar de diez á quince días en verano y de cinco á seis semanas en invierno.

Dos medios de obtener fermento alcohólico, fundados en el procedimiento de Westrumb, se ponen en práctica en Alemania. Consiste uno de ellos en macerar el malta, ó bien una mezcla de malta y harina de centeno con agua á 70°. El producto se deja enfriar, y se le añade agua caliente, de manera que la densidad venga á ser de 6° Baumé, y la temperatura oscile entre 20 y 25°; después se añade la levadura, y al cabo de una fermentación de uno ó dos días, la masa entera está en disposición de poderse emplear como fermento.

El otro método alemán consiste en mezclar mosto de cereales y agua de destilería, y después la levadura, poniendo la masa en condiciones de fermentar. Esta fermentación originará un fermento tanto más activo cuanto más elevada sea su densidad.

En Maison-Alford, cerca de París, se preparan diariamente enormes cantidades de levadura poniendo á fermentar jugos preparados, sacatificando mezclas de maíz, cebada y centeno. Dichos jugos se mezclan con un poco de vinaza procedente de una operación anterior, y se colocan en cubas de forma elíptica, de muy poca profundidad, 30 á 40 centímetros, y se les añade un poco de levadura de harina de malta y centeno. La temperatura no debe bajar de 18° ni subir de 28. El cuidado en que la temperatura no pase de estos límites, el esmero en la preparación de los granos, las proporciones de las mezclas, la rapidez de las operaciones y la extremada limpieza de los aparatos, hacen que el fermento resultante sea de una energía y utilidad extraordinarias. Cuando la fermentación cesa, la levadura se puede recoger en la superficie del líquido que se encuentra en las cubas. Esta levadura es tam-

zada, en seguida lavada con agua fría, después comprimida y puesta en sacos ó papeles para ser expedida al comercio. De cada 100 kilogramos de granos obtienen 9 kilos de levadura prensada.

Esta levadura es blanca, de buen gusto y buen olor, de mucha energía, y su misma pureza hace que sea menos alterable que la ordinaria, pudiendo conservarse varios días, aun en los más fuertes calores del estío. Esta levadura contiene 72,5 por 100 de agua, 0,6 de materia grasa, y deja por incineración 7 por 100 de cenizas.

En Maison-Alford se fabrican diariamente unos 3.000 kilogramos de esta levadura, siendo este producto uno de los complementos de la fabricación del alcohol que allí se hace. En la fermentación de los jugos procedentes de la sacarificación de las harinas de cebada, maíz y centeno, se produce al mismo tiempo que la levadura el alcohol, que es el producto principal, y que después se separa por destilación.

Ensayo de la levadura.—En la fabricación del alcohol conviene que la levadura sea muy enérgica, por lo cual no se emplea más que la levadura alta, y en estado fresco.

Debe presentar buen olor, y nada del nauseabundo que indique la degeneración láctea ó butírica; asimismo ha de ser ácida, aun cuando este carácter no es por sí solo suficiente.

Para determinar la energía de la levadura, se ponen 10 gramos de ésta con un litro de jugo azucarado de 5° Baumé de densidad, en un vaso de vidrio y á 25° de temperatura. Si la levadura es de buena calidad, á los quince ó veinte minutos debe empezar la fermentación, manifestándose primero por una corona de espuma en la superficie del líquido, y después por un desprendimiento bien marcado de ácido carbónico. Cuanto más tiempo tarde en manifestarse la fermentación y más dure ésta después de empezada, más débil es la levadura.

La levadura activa se encuentra, al final de la fermentación, en la superficie del líquido, y la levadura inactiva, la levadura baja y las materias extrañas se depositan en el fondo de la vasija; de modo que, separando la levadura activa y el líquido que se hallan sobre dicho depósito, y recogiendo éste en un lienzo, dentro del cual se deseque por presión para después pesarlo, se podrá obtener el peso de la materia inerte contenida en los 10 gramos de levadura.

Zincholle ha ideado recientemente un aparato denominado *zymómetro*, por medio del cual se puede apreciar la energía, y

por consiguiente el valor, de una levadura, y también seguir la marcha de una fermentación. El *zymómetro* está fundado en la producción de ácido carbónico en un tiempo dado.

El examen al microscopio puede también servir para reconocer la calidad de una levadura. Sirve asimismo para hacer observaciones comparativas acerca de los cambios experimentados por una misma levadura. En estos casos se observa la magnitud de las células, la uniformidad de su tamaño, su forma, el espesor de las paredes, la naturaleza de su contenido y todos los demás detalles referentes á la estructura de las referidas células.

El levuro-dinamómetro Billet.—Aparato de gran utilidad en las fábricas de alcoholes y aguardientes y del que ya se ha hablado en la sacarimetría (página 218); se emplea también para el ensayo de las levaduras, pero no exactamente para apreciar su pureza, sino su valor comparativo como agente de la fermentación. Lo que importa á un destilador con respecto á las condiciones de una levadura, es que ésta presente las tres cualidades siguientes: iniciación rápida de la fermentación, marcha activa y acción completa. Para apreciar estas propiedades, lo cual sólo puede hacerse por comparación con una levadura de primera clase, se emplea con éxito el levuro-dinamómetro Billet.

La pérdida de peso del tallo de 0 á 10 sumergido en agua á 30°, es de 7^{gr.},82 ó sea 0,782 por centímetro. Sabiendo que 100 gramos de azúcar, al transformarse en alcohol, desprende 48^{gr.},89 de ácido carbónico, la mencionada pérdida de peso del tallo de 0 á 10 se obtendrá por la fermentación completa de 16 gramos de azúcar. Los ensayos comparativos de diferentes levaduras deben, pues, hacerse á la misma temperatura de 30°, sobre una solución azucarada de composición constante, y midiendo no solamente el tiempo necesario para una fermentación completa, sino también la rapidez de la iniciación y el tiempo que emplea el instrumento en elevarse grado por grado desde el 0 hasta el 10.

Para el ensayo comparativo de las levaduras, la solución azucarada tipo debe tener la composición siguiente:

Azúcar refinado seco	300 ^{gr.} ,00
Fosfato amónico	1 50
Cloruro potásico	1 25
Agua	500 00
Ácido sulfúrico	5 00

Se hierve la mezcla por algunos minutos, se deja enfriar, y se añade agua hasta completar un litro.

La manera de operar con el aparato es la siguiente:

Se sumerge el areómetro en una probeta que contenga agua á 30°, procurando que se mantenga á esta temperatura durante toda la operación. Después, por el embudo del areómetro se introduce primeramente 50 centímetros cúbicos (tomados con una pipeta graduada) de la solución azucarada precedente, y después cinco gramos de la levadura que se trata de ensayar, desleídos en un morterito de vidrio con 20 ó 25 centímetros cúbicos de agua. Después se lava con cuidado el mortero y el pilón, así como el embudo del areómetro, recibiendo el agua del lavado en el interior de éste y añadiendo después agua gota á gota, hasta que el 0 del vástago afore con el nivel del agua exterior en donde se halla sumergido el aparato.

Se marca la hora del principio de la fermentación y se toma de tiempo en tiempo la pérdida de peso correspondiente al ácido carbónico desprendido, pérdida de peso que se va marcando por la aparición de las divisiones del tallo que va ascendiendo; y, en fin, se toma el tiempo transcurrido hasta la terminación completa de la fermentación. Los resultados obtenidos se comparan con los procedentes del ensayo de una levadura de primera clase tomada como tipo y se calcula así el valor relativo de la levadura que se ensaya.

Conservación de la levadura — El mejor procedimiento para conservar la levadura por más tiempo es el frío. Las experiencias de Pictet han demostrado, en efecto, que por el enfriamiento las funciones vitales de la levadura quedan paralizadas, pero no destruidas, y reviven inmediatamente cuando la temperatura se eleva. Por esta razón, el medio más sencillo y más práctico de conservar la levadura es colocarla en una heladora ó caja refrigerante con hielo que se renueve de tiempo en tiempo.

Puede conservarse más tiempo prensándola bien y sustrayéndola á toda elevación de temperatura; así es como se guardan las levaduras en pasta, y especialmente la levadura de Holanda.

Basset ha conservado durante más de un año la levadura de cerveza bien prensada, habiéndola mezclado previamente lo mejor posible con la mitad de su peso de harina. Esta mezcla, desecada á la sombra, conserva todas las propiedades de una levadura muy activa; pero hay que emplear un tercio más que si fuese pura y reciente.

Otro procedimiento de conservación es mezclar la levadura con carbón en gránulos y desecar en seguida la mezcla. La proporción debe ser dos partes de levadura y una de carbón, y afir-

mase que por este medio se puede también conservar un año.

No debe seguirse el procedimiento de mezclar azúcar ni melazas con la levadura para conservar ésta, porque es muy expuesto á que el fermento se altere, y en todo caso sea después mucho más lenta la fermentación que provoque.

Preparación de la levadura con cloruros, ácidos y bacterias.— Habiéndose demostrado que los cloruros son contrarios al desarrollo de los fermentos nocivos, Efflont ha aplicado estas sales á la preparación de la levadura pura. Emplea para esto los cloruros á la dosis de 300 miligramos por cada kilo de levadura. En esta proporción los fermentos nocivos son destruídos, y la levadura pura de cerveza no. Su desarrollo queda simplemente detenido, y al mezclarla con un mosto esterilizado, recobra toda su actividad como fermento. Así, pues, la levadura se puede conservar largo tiempo con la referida dosis de cloruros sin inconveniente alguno y sin que se desarrollen gérmenes ó fermentos nocivos.

Pero las diferentes levaduras resisten en diferente grado los cloruros, siendo el *Saccharomyces cerevisiæ* el que resiste mejor. Los cloruros permiten, pues, separar las diferentes especies de levadura unas de otras, de manera que se obtenga una levadura pura.

En fin, las levaduras puras suministran productos superiores en calidad.

Tratando las levaduras por dosis progresivas de ácidos, puede llegar á conseguirse que toleren cantidades cada vez mayores de ácidos, especialmente de fluorhídrico; cantidades que en el estado normal y aplicadas directamente la matarían de un modo infalible. Puede también conseguirse aclimatar la levadura con otros muchos enemigos, en particular con bacterias, sin que la presencia de éstas perjudique á la levadura. En realidad, la levadura ordinaria es ya una levadura aclimatada que soporta una gran cantidad de fermento láctico.

Hay, pues, interés en apreciar si la levadura podría, por un cultivo racional, llegar á resistir cantidades todavía mayores de bacterias.

Esto es una cuestión importante para el empleo de las levaduras puras en la industria, porque las levaduras puras cultivadas en caldos de cultivo absolutamente privados de gérmenes extraños, pueden muy bien, transportadas á los mostos industriales, obrar muy mal; solamente con grandes precauciones de limpieza podrían estas levaduras resistir el cambio de medio.

Está demostrado que las bacterias segregan productos tóxicos

nocivos á la levadura, pero que ésta á su vez puede resistir estas acciones, tanto mejor cuanto más aclimatada esté.

Jacquemín ha logrado, cultivando levadura pura en líquidos que contenían diversas materias, ó los productos engendrados por ellas, obtener un fermento puro, cuya vida y propiedades no se alteraban por la presencia de microbios extraños. Además, la levadura así preparada tiene la propiedad de segregar *toxinvertinas* que se oponen á la evolución de los microbios, y aun los hacen desaparecer, si su cantidad no es muy grande, en el momento en que se introduce la levadura en el mosto.

Se puede también cultivar la levadura con varias bacterias simultáneamente; diez ó doce cultivos sucesivos bastan para obtener este resultado. Estas levaduras pueden ser de un empleo utilísimo en la industria cuando los mostos que se usen no puedan ser fácilmente purificados ó libres de gérmenes nocivos.

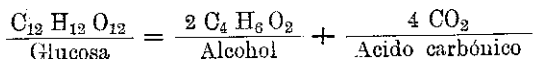
Estas levaduras se aplicaron al principio á la fermentación del zumo de uva exclusivamente, con objeto de obtener vinos de diferentes estilos. Pero en estos últimos años el citado Jacquemín ha introducido su empleo en destilería con excelentes resultados, pues producen una mejora notable en el buquet ó aroma del alcohol obtenido, y en general en la bondad del producto.

§ IV.—Marcha de la fermentación alcohólica

Procede ahora hacer el estudio de la fermentación alcohólica desde el punto de vista práctico que al industrial conviene.

Productos de la fermentación.—Queda manifestado en párrafos anteriores que en la fermentación alcohólica el azúcar fermentescible se descompone por la acción del fermento en alcohol y ácido carbónico.

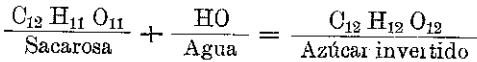
Este desdoblamiento, en su mayor grado de sencillez, lo representan los químicos por la ecuación siguiente:



Pero la transformación no es tan sencilla. Al mismo tiempo que se produce el alcohol y el ácido carbónico, se forma también constantemente glicerina y ácido succínico, desapareciendo una pequeña cantidad de materia que se apropia el fermento. De modo que considerando cien partes de glucosa ó azúcar incristalizable, los productos que resultan de la fermentación son los siguientes:

Ácido carbónico	46,67
Alcohol	48,46
Glicerina	3,23
Acido succínico	0,61
Materia cedida al fermento	1,03
<i>Suma</i>	100,00

Si en lugar de glucosa ó azúcar incristalizable la primera materia fuera azúcar cristalizable ó sacarosa, se ha visto que la fermentación no puede verificarse hasta tanto que la referida sacarosa se transforma en glucosa absorbiendo un equivalente de agua, según se ha explicado por extenso al tratar de la sacarificación. La ecuación química es la siguiente:



Por esta razón, cien partes de sacarosa se transforman en 105,65 de glucosa; por lo tanto, las referidas cien partes de sacarosa, después de la fermentación, darán los productos siguientes:

Alcohol	51,10
Ácido carbónico	48,95
Acido succínico	0,67
Glicerina	3,40
Materia absorbida por el fermento	1,53
<i>Suma</i>	105,65

Estas cifras cuando se trate de sacarosa, y las anteriormente dadas cuando se trate de glucosa, son las que sirven para calcular el rendimiento teórico en alcohol y en los demás productos normales de la fermentación.

Pero además de estos productos normales se originan siempre en la práctica pequeñas cantidades de otros cuerpos, como son: alcoholes amílico, butílico, propílico, etc., ácidos volátiles de la serie grasa, éteres compuestos, aldehidos, bases amoniacaes, etcétera. Estos cuerpos, aunque en pequeñísima cantidad, comunican olor, sabor y propiedades peculiares al producto total de la fermentación.

La razón de formarse estos cuerpos extraños está en que en la práctica nunca se opera con substancias absolutamente puras. Ni lo es el líquido azucarado ó mosto dispuesto para la fermentación, ni lo son las mismas levaduras. Así resulta que según la constitución de los mostos y la naturaleza de las levaduras, así

la proporción y calidad de los productos extraños puede llegar á variar en grado muy notable.

Por ejemplo: haciendo fermentar cien partes de azúcar de caña empleando la levadura elíptica de las heces del vino (*Saccharomyces ellipsoideus*), los productos de la fermentación fueron los siguientes:

Alcohol etílico.....	50,605
Alcohol propílico.....	0,002
Alcohol isobutílico.....	0,0015
Alcohol amílico.....	0,051
Éter enántico.....	0,002
Isobutileno-glicol.....	0,158
Glicerina.....	2,120
Acido acético.....	0,205
Acido succínico.....	0,452
Aldehido.....	Indicios

El ácido carbónico desprendido en forma de gas no se incluye en la relación anterior.

Se comprende, pues, la importancia que para el industrial ha de tener el elegir buenas levaduras, preparar bien los mostos y conducir la fermentación en las condiciones más apropiadas para que la cantidad de estos productos anormales sea la menor posible.

Marcha de la fermentación.—Una fermentación completa comprende tres fases bien distintas: iniciación de la fermentación, fermentación principal y fermentación complementaria.

La *iniciación de la fermentación* no se verifica inmediatamente después de la adición de la levadura á los mostos. Por lo general, se pasan algunas horas antes que un ligero desprendimiento de ácido carbónico, señalado por burbujas que aparecen en los bordes de las cubas, indica que la fermentación empieza. Á partir de este momento, la descomposición del azúcar se verifica con rapidez, y las burbujas, debidas al desprendimiento del ácido carbónico, se presentan en toda la superficie libre del mosto. Durante el período en que la fermentación se inicia, es cuando se efectúa el brote ó desarrollo y reproducción activa de la levadura.

Á las veinticuatro horas de iniciada la fermentación en un mosto de densidad normal (1,075), y con una temperatura inicial de 15 á 20°, el desprendimiento del ácido carbónico se hace tumultuoso, la temperatura del líquido aumenta y su densidad disminuye. Este período es el de la *fermentación principal*, y suele durar unas veinticuatro horas, constituyendo la fase más impor-

tante de la fermentación; la temperatura llega á elevarse hasta 30° y la mayor parte del azúcar desaparece.

Á las cincuenta horas próximamente, el desprendimiento de ácido carbónico empieza á disminuir, la agitación del mosto va cesando, y hacia las setenta horas todo movimiento parece cesar. Esta última fase constituye la *fermentación complementaria*, y durante ella, el azúcar que aún quedaba por descomponer sigue dando alcohol y ácido carbónico, mientras que la diastasa, aún activa, transforma la dextrina de los mostos en maltosa, que á su vez experimenta la fermentación alcohólica. Para ayudar á esta última transformación, conviene que la temperatura de los mostos en este período sea lo más elevada posible.

Á medida que la fermentación complementaria toca á su fin, la densidad del mosto disminuye, y cuanto mayor sea esta disminución de densidad, tanto más completa será la fermentación.

Si los mostos son espesos y se les coloca desde el principio á una temperatura bastante elevada, regulándola después convenientemente por medio de un refrigerante, se puede acelerar considerablemente todas las fases de la fermentación, de suerte que en cuarenta y ocho horas quede todo terminado.

La fermentación principal puede revestir diversas formas por las cuales ha de juzgarse la buena ó mala marcha de la operación.

En la práctica pueden presentarse cuatro casos, á saber:

1.º *Fermentación de sombrero*, que se manifiesta en los mostos muy espesos cuando las materias sólidas que llevan en suspensión son arrastradas hacia la superficie por el ácido carbónico que se desprende y quedan allí agrupadas y sostenidas formando una especie de cubierta ó sombrero. Es señal de que la fermentación es poco activa, puesto que el ácido carbónico no tiene fuerza suficiente para romper y disgregar esta capa sólida, manteniéndola dividida y en agitación constante en el seno de la masa líquida.

2.º *Fermentación ascendente y descendente*. Se produce en los mostos poco ricos en azúcar y en los que sin embargo abundan las materias insolubles; se la considera también como poco conveniente.

3.º *Fermentación espumosa*. El desprendimiento de ácido carbónico puede llegar á producir una cantidad excesiva de espuma, de tal suerte, que si no se deja en las cubas espacio libre suficiente, dicha espuma puede desbordarse arrastrando consigo una parte de líquido fermentescible. Este exceso de espuma se suele presentar generalmente en los mostos preparados con el

centeno, y, algunas veces, en los procedentes de patatas. Para evitarla, conviene dar al mosto una temperatura inicial algo más baja que la que se adopta cuando no hay que temer esta forma de fermentación. Tomando precauciones convenientes contra el desbordamiento, la fermentación espumosa no es en sí perjudicial; ai contrario, la levadura se multiplica con rapidez y la transformación del azúcar es también rápida y muy completa. Por esta razón, en algunos casos se procura provocar esta misma fermentación espumosa.

4.º *Fermentación circular.* Es la mejor forma de fermentación y demuestra que la operación marcha de una manera regular y suficientemente rápida. Se consigue dando una densidad conveniente á los mostos, según su naturaleza; empleando levadura bien pura y en cantidad suficiente; procurando que las cubas de fermentación se hayan limpiado previamente con el mayor cuidado; y en fin, regulando la temperatura por el enfriamiento de las cubas para evitar temperaturas finales muy elevadas, que suponen pérdidas de alcohol por evaporación y acetificación.

Es necesario tener presente en la fermentación de los mostos espesos, que la operación no marchará de un modo conveniente si no se ayuda por medio de una agitación constante de la masa, lo cual se logra por medio de agitadores mecánicos, ó insuflando aire comprimido convenientemente regulado.

En suma, toda la dificultad para el alcoholizador está en saber las condiciones más convenientes para practicar con el mejor acierto la alcoholización de las materias sacarinas. Al efecto, debe preocuparse, entre otras cosas, del estado de concentración del líquido, y de la calidad del agua empleada, de la naturaleza y preparación del fermento, de la temperatura, del acceso del aire, de la cubería para la fermentación, etc., etc.

Concentración del mosto.—Cuanto más denso es el mosto fermentescible, mayor producto da en alcohol, pero también es la fermentación más lenta; por el contrario, si se destinan á esta operación los mostos muy débiles ó diluídos, se obtiene un resultado más pronto y eficaz; pero en cambio es necesario tomar mayores precauciones para evitar que el líquido pase al período acético, y además se necesita mayor cantidad de combustible. Por consiguiente, y en tesis general, puede decirse que, como la industria tiene todo su interés en sacar el mayor producto, en el menor tiempo posible, de una cantidad dada de primera materia, es preferible alcoholizar mostos diluídos, sobre todo si se tiene presente que el gasto de combustible, que resultará na-

turalmente mayor en este segundo caso, quedará compensado, acaso con exceso, por la economía de tiempo y la mayor cantidad que se obtendrá de alcohol.

Como término medio podrá regularse la densidad de los mostos, siempre que sea posible, en 6 á 8°, á lo más, del areómetro de Baumé.

Agua.—Hay que tener en cuenta la cantidad y la calidad.

La calidad de las aguas tiene una gran influencia en la fermentación; debe preferirse siempre el agua de lluvia, después vienen las de río ó fuente, como menos cargadas de materias orgánicas, debiendo en todo caso ser rechazadas las aguas selenitosas, las fangosas, sulfuradas, hediondas, y teniendo siempre muy presente que las materias extrañas disueltas en el líquido de que se trata le comunican propiedades útiles ó perjudiciales, según la naturaleza de estas materias y la proporción en que se encuentren.

Las aguas cargadas de materias carbonosas, humus y otros productos análogos, producen, en presencia del aire, ácido láctico y aun butírico. Es muy difícil corregir este inconveniente, porque la neutralización con los álcalis es tan nociva á la fermentación como el empleo de las referidas aguas alteradas.

En cuanto á la cantidad del agua que debe emplearse, queda determinada con sólo observar lo que queda dicho al hablar de la concentración del mosto.

Fermento.—El fermento más empleado para producir la fermentación alcohólica es la levadura de cerveza, de cuya composición, propiedades y conservación ya se ha tratado por extenso.

En cuanto á la cantidad en que debe emplearse, basta saber que en teoría 1,75 á 2 de levadura, que se supone seca, bastan para transformar 100 de azúcar; pero en la práctica debe emplearse 3 por 100 próximamente, lo que equivale de 4 á 4,5 de levadura prensada por 100 de azúcar. Para producir un kilogramo de levadura prensada se necesitan 3,5 de levadura en papilla.

Las dosis de levadura necesarias para la fermentación deben variar también un poco con las estaciones: por cada 1.000 partes que se emplean en verano, deben emplearse 1.150 en otoño y primavera y 1.200 en invierno, debiendo siempre cuidar, como punto de partida para fijar la cantidad de fermento que haya de añadirse, no el volumen del jugo puesto á fermentar, sino su riqueza sacarina.

Temperatura.—La fermentación se verifica desde $+ 5^{\circ}$; á temperaturas inferiores á $+ 15^{\circ}$ es muy lenta; á temperaturas supe-

riores á $+30^{\circ}$ es muy violenta, y da lugar á grandes pérdidas de alcohol por la evaporación y porque se forma ácido acético. La regla práctica exige, pues, que el aire ambiente tenga la temperatura media de $+18^{\circ}$ á $+20^{\circ}$, y que los líquidos tengan la de $+20$ á $+25^{\circ}$

Cuando la temperatura es muy baja, la fermentación se detiene; el desarrollo de la levadura alta se hace con mucha menos rapidez, y la levadura baja se produce en mayor abundancia, sobre todo si existen en el mosto materias albuminosas. En estas condiciones se producen con mucha facilidad productos lácticos y butíricos que perjudican mucho á la fermentación. Por esta razón la temperatura no debe bajar de 18° .

Por otra parte, una temperatura superior á 25° favorece el desarrollo del fermento, y por lo tanto, la producción del alcohol; pero en cambio tiene dos inconvenientes que ocasionan pérdida del referido alcohol, que son: evaporación de una parte de éste por la acción del calor, y transformación de otra parte en ácido acético. Por este motivo la temperatura no debe pasar de los 25° .

Hay que tener en cuenta, sin embargo, para fijar la temperatura, la masa del líquido que se pone junto para fermentar. Si la masa es grande, la temperatura tiende á elevarse; y si es pequeña, á descender; por lo cual hay que atender á la capacidad de las cubas para establecer la temperatura inicial.

M. Dubrunfaut aconseja las cifras siguientes:

Para una cuba de 5 hectolitros.....	de $31^{\circ},25$ á 35°	C.
Para una cuba de 10 —	de 25° á $31^{\circ},25$	—
Para una cuba de 20 —	de $18^{\circ},75$ á 25°	—
Para una cuba de 30 ó más hectolitros.....	de 15° á $18^{\circ},75$	—

La mejor regla práctica, sin embargo, es cuidar de que, sea cualquiera la cantidad de jugo, densidad de éste, condiciones del local, etc., procurar que la temperatura se mantenga regular y constante entre los 20 y 25° todo el tiempo que dure la fermentación.

Aire.—El aire es indispensable al empezar la fermentación; pero iniciada ésta, puede ser hasta muy perjudicial; de aquí que sea muy conveniente tener tapadas las cubas de fermentación, dejando, sin embargo, que se escape el ácido carbónico que se va formando. De este modo se evitan pérdidas por la evaporación, enfriamientos del mosto que está fermentando y otras contrariedades. El acceso del aire no favorece principalmente más

que la acetificación; de modo que la oclusión de las cubas se oponga á la formación del ácido acético.

Excusado es decir que los talleres ó departamentos donde se verifica la fermentación deben tener una ventilación fácil y expedita, para que no se produzcan los accidentes graves que todos conocen. Cada hectolitro de alcohol comercial de 90° produce, al formarse, 35 metros cúbicos de gas ácido carbónico, muy impropio para la combustión y para la respiración; y como dicho gas es más pesado que el aire, tiende á ocupar la parte inferior de los locales donde se verifique la fermentación; de ahí el que sea preciso hacer la ventilación de modo que barra bien la parte baja de dichos locales.

Cubas para la fermentación.—Las cubas para la fermentación son de madera generalmente, más profundas que anchas, y no es conveniente darles cabida mayor de 50 á 60 hectolitros. La mejor madera es de roble compacto, pero pueden también emplearse con buen éxito las de abeto y castaño.

Cualquiera que sea el sistema de cubería empleado en la fermentación, hay que tener presente siempre la necesidad imperiosa de que el líquido en ella contenido pueda ser enfriado ó calentado á voluntad.

Práctica de la operación.—El *mosto*, ó sea el jugo azucarado dispuesto para la fermentación, se introduce en las cubas teniendo cuidado de dejar un vacío, quiere decir, una parte de la cuba sin llenar. Este espacio debe ser de un octavo á un sexto de la altura de la cuba, dejando el mayor espacio para cuando el líquido procede de jugos naturales cargados de materias albuminosas. Además de esta precaución, debe cuidarse de tener medios de vaciar prontamente una parte del líquido si hubiese temor de que se desbordara en el curso de la fermentación.

La elevación de la temperatura hasta los 25° debe de hacerse, bien por una corriente de vapor, bien mezclando al líquido frío una parte del mismo hirviendo. Hecha la mezcla con cuidado, se procede á *acidular* la masa, si es necesario.

La acidez con que deben quedar los mostos ha de ser muy poco pronunciada, de tal modo que no produzca en el papel azul de tornasol más que un ligero tinte vinoso.

La adición y mezcla de la levadura con el líquido azucarado fermentescible puede hacerse de tres modos: según el primero, se diluye la cantidad de levadura necesaria en una porción de mosto, y después se vierte en la cuba donde está el resto del líquido, y se revuelve toda la masa con un agitador para efectuar bien la

mezcla; el segundo procedimiento es colocar la levadura en la cuba de fermentación antes de introducir en ella el mosto; después se echa ésta, agitándola á medida que se vierte; la primera parte de este procedimiento es lo que se llama dar un pie de levadura; por último, se puede hacer llegar una masa de mosto ya en fermentación á otra porción de mosto recientemente preparado; este método recibe el nombre de fermentación continua.

La fermentación comienza casi instantáneamente si la temperatura del mosto queda bien segura entre los 20 y 25°, si el aire del local no es frío, si el líquido no tiene substancias nocivas al fermento y si éste es sano y de buena calidad. El trabajo de la fermentación va en aumento á medida que la operación avanza, llegando á su máximo al cabo de un tiempo que depende de la temperatura, concentración del mosto, bondad del fermento, etc. Empieza después el movimiento de la fermentación á disminuir; luego el desprendimiento del ácido carbónico cesa; el *sombrero* formado por la espuma desciende y el líquido se aclara. Transformado todo el azúcar en alcohol, conviene separar éste por destilación lo más pronto posible, para evitar que se vaya transformando á su vez en ácido acético, con lo cual se origina la pérdida consiguiente de alcohol.

Accidentes, y remedios que deben aplicarse.—Los principales accidentes de la fermentación alcohólica son: 1.º, el retraso en iniciarse; 2.º, la detención total antes de transformarse el azúcar; 3.º, las fermentaciones perezosa y tumultuosa; 4.º, la producción del ácido acético; 5.º, la de la materia viscosa; 6.º, las degeneraciones láctica y butírica; 7.º, la evaporación excesiva.

Cuando el primer inconveniente proviene de la levadura, se añade al mosto una infusión de tanino, de sulfato de sosa, de ácido tártrico, ó, mejor aún, de alumbre ordinario, que debe emplearse en la proporción de 1,5 por 100 de azúcar.

El segundo accidente proviene del enfriamiento del líquido ó del aire ambiente; de exceso de azúcar, y por consiguiente, de alcohol; de la presencia de un exceso de ácido acético; de una de las causas de degeneración, ó de la presencia de una materia tóxica para el fermento.

La fermentación perezosa depende ordinariamente de las mismas causas enumeradas en el caso anterior, y tanto el uno como el otro accidente se evitan destruyendo aquellas causas cuando son conocidas, y empleando en seguida la disolución de una substancia excitante apropiada.

La fermentación tumultuosa es debida á la presencia de un ex-

ceso de mucílago ó de materia albuminóidea, y para corregirla basta ordinariamente añadir un poco de aceite ó disolución de jabón blando; pero conviene sobre todo rebajar la temperatura del líquido en la fermentación, y añadirle alguna de las substancias que contiene el movimiento.

El cuarto accidente reconoce por causa el exceso de fermento y una gran elevación de temperatura del líquido ó del aire ambiente, la abertura demasiado grande de las cubas y el acceso del aire muy caliente, ó la prolongación de la fermentación en contacto del aire.

El quinto accidente reconoce por causa principal el empleo de fermentos usados ó alterados, la presencia de materias albuminóideas alteradas, el mal estado de las cubas, que pueden contener materias orgánicas en vía de descomposición. El alumbre es un buen agente contra la degeneración viscosa; el tanino y el ácido sulfúrico son también bastante buenos, pero el mejor de todos los medios consiste en emplear el sistema preventivo, esto es, la observación de todas las reglas que se han dado para una buena fermentación.

El sexto accidente, ó sea las degeneraciones láctica y butírica, son debidas á las mismas causas; además, son favorecidas en gran manera por la presencia de las materias grasas y de los álcalis.

Estas tres circunstancias exigen los mismos medios de acción. El alumbre es el remedio más seguro, y como medios preventivos, el empleo de levadura de buena calidad, la acidulación ligera de los jugos y también el empleo del alumbre.

La evaporación, que es el último accidente señalado, procede de una gran temperatura, y determina siempre una pérdida notable del alcohol por volatilización, mientras que otra parte desaparece por oxidación al estado de ácido acético. Importa mucho, por lo tanto, cerrar las cubas siempre que se pueda y observar estrictamente las reglas generales.

§ V.—Substancias que favorecen ó perjudican la fermentación por obrar sobre el fermento

Los cuerpos extraños al fermento se dividen, atendiendo á la acción que puedan ejercer sobre él, en tres grupos: 1.º, cuerpos favorables á su acción, ó sean excitantes; 2.º, nocivos; 3.º, indiferentes. Es muy interesante para el fabricante de alcoholes conocer las substancias que corresponden á cada uno de estos gru-

pos, y el grado de su acción sobre el fermento, á fin de poder dominar por completo en todo caso la marcha de la fermentación, ó de poder explicarse algunos accidentes imprevistos que pudieran sobrevenir por la presencia de cuerpos extraños ó la formación de sustancias nuevas en el seno de la masa en fermentación; y en cualquiera de estas circunstancias, poder aplicar, conociendo la causa, el remedio oportuno.

Cuerpos favorables al fermento. — Los cuerpos más importantes ó que más interesa conocer, incluidos en este grupo, son:

Los ácidos minerales (ácidos sulfúrico, fosfórico, clorhídrico y nítrico) á la dosis de 1 á 1,5 por 100 del azúcar disuelto en el líquido; á dosis mayor atacan al fermento.

Los ácidos vegetales, cítrico, málico, acético, tártrico, son útiles, sobre todo este último, siempre que su proporción no exceda de 6 por 100 de azúcar, pues pasando de esta cantidad paralizan ó dificultan la acción.

Las bases alcalinas son útiles y excitantes, bajo la forma de sales, esto es, unidas á ciertos ácidos.

El ácido tánico ó tanino produce excelentes resultados en la fermentación, y es muy recomendable en este concepto; la infusión de 1 á 2 kilogramos de tanino por 30 hectolitros de jugo fermentable produce excelentes resultados.

Cuando se emplea el tanino, se forma muy poco *sombbrero*, aunque la levadura obre y se desarrolle como de ordinario; y tal efecto procede de la precipitación de las materias gelatinosas del líquido por medio del tanino, con lo cual se impide también la degeneración viscosa. La adición del tanino es, pues, sumamente ventajosa, y debe entrar, por lo tanto, en la práctica ordinaria de la alcoholización.

El sulfato de sosa á la dosis de 1 á 2 de dicha sal por 100 de azúcar, y aun á mayor dosis; el de magnesia y el de hierro á la dosis de 1 á 1,5 por 100; el fosfato de sosa en la misma proporción; el crémer tártrico á la dosis de 1,5 á 2 por 100, son convenientes á la acción del fermento.

Los alumbres potásico y amónico son dos agentes muy buenos para la fermentación rápida y regular, así como también producen excelentes efectos la infusión de café desde 0,50 hasta 10 por 100 del azúcar y la infusión de tabaco.

La infusión del tabaco en polvo es el excitante más enérgico que se conoce para el fermento; la rapidez y regularidad de la fermentación que bajo su influencia se consigue, son muy notables á toda clase de dosis.

El opio y las sales de morfina no detienen la fermentación, ni aun empleando cantidades muy considerables; su verdadera acción es como excitantes, y efecto análogo se obtiene con la orina medio podrida.

Cuerpos nocivos al fermento.—Se consideran en este grupo, no solamente las materias que ejercen sobre los glóbulos del fermento una acción necesariamente mortal, sino también las que se opongan por cualquier concepto á la fermentación regular del azúcar. Estas substancias son:

Los ácidos minerales á dosis superiores á 2,5 y 3 de ácido por 100 de azúcar, y los ácidos vegetales á altas dosis.

Los álcalis detienen la fermentación á dosis bastante débil, del 1,5 al 3 por 100, pero favorecen la disociación por vía láctica. La cal viva y la barita matan el fermento.

El nitrato de plata y el cianuro potásico matan instantáneamente el fermento, aun á la dosis de $\frac{1}{200}$ el cianuro.

El yodo, en proporción muy débil, retarda mucho la fermentación; aumentando la cantidad, destruye el fermento. El bromo produce la misma acción, pero con más energía.

La pimienta es nociva á la dosis de 2,5 de substancia por 100 de azúcar. La creosota en disolución saturada mata el fermento; á dosis muy reducida no ejerce acción ninguna. Impiden también la fermentación el sublimado corrosivo ó cloruro mercúrico, los calomelanos, los hipocloritos, el cloroformo, la bencina, el alcohol, los éteres, la esencia de trementina, todos los productos pirogenados de la misma fórmula, todos los aceites esenciales, la caseína alterada y las materias grasas.

Los sulfuros alcalinos y el ácido sulfhídrico se oponen á la fermentación alcohólica, pero no impiden los fenómenos de la fermentación pútrida. El azufre en polvo ó sublimado retarda la desagregación del azúcar, impidiendo de este modo el desarrollo de la fermentación; el mismo efecto producen el ácido sulfuroso, el ácido carbónico, los sulfitos solubles y el cloruro de zinc.

Cuerpos indiferentes.—Los principales cuerpos de este grupo son: los ácidos minerales, á dosis que varían, según las circunstancias, de 1,5 á 2,5 de ácido por 100 de azúcar; los ácidos vegetales, siempre que no llegue su dosis á 6 por 100; el cloruro de sodio hasta la dosis de 35 á 40 por 100; el borato sódico hasta la dosis de 2 por 100; el cloruro de bario hasta 50 por 100 del fermento; el nitrato de potasa, que retarda algo el principio de la fermentación, pero que después es también indiferente; el sulfato de cal, que es indiferente cuando no está en saturación en el

agua, pero que retarda algo el principio de la fermentación; el ácido pirogálico, aun á la dosis de 50 por 100 del fermento.

Son también indiferentes los calomelanos á dosis muy pequeñas, el yoduro potásico, la orina fresca, la pimienta en la proporción de un 2 por 100, el yoduro de zinc, el sulfato de cobre cuando no pasa de 0,25 á 0,40 por 100 de azúcar, el cloro á la dosis de 0,010 á 0,015 en volumen.

La cerusa ó carbonato de plomo, el carbonato de magnesia, el bicarbonato de sosa, el sulfato de zinc, el sulfato de potasa, el alcanfor y alguna otra substancia, detienen el principio de la fermentación, ó hacen que ésta marche con alguna lentitud, pero sin alterarla ni impediria.

CAPÍTULO VII

ALCOHOLIZACIÓN DE LAS PRIMERAS MATERIAS

§ I.—Reglas generales de alcoholización

Los mostos, ó sean los líquidos azucarados dispuestos para fermentar, pueden proceder, según se ha visto en los capítulos anteriores, ó de materias azucaradas, ó de materias amiláceas, en las cuales, mediante la sacarificación, se ha transformado la fécula en glucosa.

En uno y en otro caso, y sea cualquiera la primera materia que se haya elegido para la fabricación del alcohol, hay reglas generales á que debe atender el industrial, además de los detalles particulares que en cada caso deben conocerse.

Es, en primer lugar, práctica que importa mucho observar, dada una substancia como primera materia para la fabricación del alcohol, el transformar en glucosa todos los principios que contenga la substancia dada susceptibles de experimentar esa modificación. No debe, pues, haber reparo en prolongar la sacarificación más tiempo del ordinario en cuanto haya el temor de que no se ha verificado completamente la transformación de la fécula.

Cuando se vaya á operar con mostos naturales, ó sean jugos de plantas azucaradas, se debe procurar el agotamiento más completo de la materia, lo mismo que se opere por *maceración*, que por *presión*, para la extracción de la materia sacarina.



Se debe procurar que los mostos sean lo más ricos posible en azúcar, pero sin pasar de 8 ó 10° Baumé; y si la sacarificación se ha efectuado con el ácido sulfúrico, se debe neutralizar el mosto con creta hasta que el papel de tornasol quede con una ligera tinta vinosa. Después conviene dejar reposar el líquido cuanto tiempo sea posible, á fin de eliminar por decantación la mayor parte del sulfato de cal, procediéndose en seguida á una filtración rápida del mosto antes de ponerle la levadura.

Las cubas de fermentación han de conservarse bien aseadas, debiendo limpiarlas después de cada operación, y lavarlas con agua acidulada con 4 ó 5 por 100 de ácido sulfúrico, y después con agua ordinaria.

Para determinar la fermentación debe añadirse al líquido un 2 ó 3 por 100 de levadura fresca, prensada, ó la cantidad correspondiente de levadura sin prensar. El *ciento* tomado como unidad ó punto de referencia, es peso de azúcar y no masa total del líquido. De cada operación debe procurarse guardar levadura superior para la operación siguiente, si se trata de mostos naturales.

Antes de añadir la levadura debe asegurarse que la temperatura del local es igual ó un poco superior á 18°, y no pase de los 25°. Se consigue fácilmente este resultado por medio de un serpentín que atraviesa el líquido, y por el cual circula vapor de agua, que de otro modo sería completamente perdido, sin aplicación alguna.

Para añadir la levadura al mosto, se diluye aquélla en un poco de dicho mosto; se agita esta reducida masa, y se añade después á la masa general; pasada una hora, se cubre la cuba, ya con cartones, madera, etc., ya con una tela gruesa, ó con una cubierta un poco cónica, destinada á condensar los vapores alcohólicos que pudieran elevarse durante la fermentación, dejando, sin embargo, escapar en cambio el ácido carbónico.

Conviene que el local sea ventilado y con bastantes cubas en fermentación, para que cada día haya por lo menos una para destilar.

La fermentación se considera terminada cuando el mosto no marque más que 0° ó 1°, según su procedencia, al pesa-jarabes, y el desprendimiento de ácido carbónico haya cesado por completo.

Siendo esencial en la fabricación del alcohol el aprovechamiento de los residuos, es práctica que debe seguir todo agricultor que emprenda esta industria, el no alcoholizar cada día más

que las cantidades de materias estrictamente necesarias para producir la porción de residuos que diariamente le consume la alimentación de su ganado, ó la que con el mismo objeto le comprén seguramente. Pero como las necesidades y circunstancias de la fabricación no consienten muchas veces ajustarse á esta buena regla, en este caso el industrial debe saber conservar las pulpas y residuos que de la alcoholización de grandes masas le vayan quedando, para aprovecharlas después á medida que las necesidades del consumo lo determinen.

El mejor método para la conservación de las pulpas consiste en someterlas á una especie de panificación. Al efecto, se mezclan con 300 á 400 gramos de sal por cada 100 kilogramos de pulpa, y después de amasada la mezcla convenientemente, se moldea en moldes á propósito, y se somete á la cocción en un horno que puede estar calentado con el calor de los humos de los hogares de la fábrica.

Este método permite, con ayuda de diferentes mezclas de salvado, residuos oleaginosos, harina de granos baratos, etc., formar un pienso apropiado al estado en que se encuentre el ganado, y el pan de pulpa se conserva sin alteración ninguna durante largo tiempo. Esta misma pulpa puede reducirse á harina si la cocción se ha llevado hasta un grado suficiente de sequedad, y ser objeto de comercio.

Generalmente se conserva la pulpa de las raíces de la siguiente manera: Se dispone la materia por capas alternativas con paja y heno picados, añadiendo á cada capa unos puñados de sal; se toman, por lo demás, todas las precauciones convenientes para impedir el acceso del aire, lo que puede conseguirse colocando la materia en silos, quedando en aptitud de poderse emplear como pienso á medida que sea necesario.

§ II —Alcoholización de las materias azucaradas.

Conocidas las reglas generales que deben observarse en la alcoholización de toda clase de materias, procede estudiar los detalles correspondientes á cada una de éstas, siguiendo el mismo orden que se llevó al estudiar las primeras materias.

El primer grupo comprende las materias que contienen el azúcar ya formado, ó sea las materias azucaradas propiamente dichas. Estas substancias no necesitan, por lo tanto, sacarificación previa. La marcha general para la alcoholización de estas substancias comprende:

- 1.º Lavado y limpia de la primera materia.
- 2.º División de ésta, reduciéndola á pulpa ó rajas.
- 3.º Extracción de los jugos, que puede hacerse por presión ó por maceración.

Véase ahora cómo se practican estas operaciones en cada una de las primeras materias en particular.

Cañas dulces.—Los tallos de la *caña de azúcar*, del *sorgo*, del *maíz* y del *panizo* se tratan de un modo semejante para obtener de ellos los mostos correspondientes, y de éstos, por fermentación, líquidos alcohólicos.

Divididas las cañas en trozos ó estrujadas en molinos de cilindros horizontales, se someten á la maceración primero, para fermentar después el jugo. Otras veces la maceración y la fermentación se hacen al mismo tiempo, lo que es mal sistema.

El bagazo de la caña de azúcar sirve para fabricar el ron, que debe su sabor particular á los mismos principios de la caña, alterados por la acción del calórico. Este sabor lo imitan los falsificadores en Europa añadiendo á los aguardientes comunes infusiones de pieles curtidas y de ciruelas, disoluciones de melazas de caña, etc. Pero cuando se extrae el principio sacarino por maceración, y se hace fermentar éste, se obtiene un excelente alcohol, sin olor ninguno ni sabor particular.

En cuanto al aguardiente obtenido de los tallos del sorgo, tiene un ligero sabor herbáceo, que desaparece por la destilación.

Raíces azucaradas.—Las raíces sacarinas, tales como la remolacha, zanahoria, rábano dulce, etc., se limpian ante todo á mano, y después se someten á un lavado mecánico en cualquiera de los aparatos que al efecto se han construído, y en cuya descripción no hay necesidad de entrar por ser muy conocidos y de fácil manejo.

Al salir del aparato lavador, las raíces caen sobre un plano inclinado, donde escurren naturalmente, y pasan al aparato divisor, que puede ser un *corta-raíces* cuando se quiera extraer el jugo por maceración, ó un *rallo* cuando haya que extraerlo por presión; tanto en un caso como en otro, el aparato es muy sencillo, y no ofrece nada de particular la práctica de la división de las raíces sacarinas en rajas ó pulpa.

En este estado la raíz sacarina, se procede á la extracción del jugo, para lo cual, como ya queda dicho, puede seguirse el procedimiento de la maceración ó el de la presión. Para este último se emplea una prensa cualquiera, siendo preferible una prensa hidráulica, procurando que la presión sea gradual y enérgica, y

acompañada de un lavado de la pulpa, seguido de una presión complementaria.

Muy preferible á este método de extracción del jugo sacarino es el de la maceración, que conviene conocer con todos sus detalles.

El principio general de una buena maceración es el siguiente: 1.º, *la materia sacarina, á medida que va perdiendo su azúcar, debe dirigirse al encuentro de un líquido disolvente cada vez menos saturado, ó bien este líquido, á medida que va estando más cargado de azúcar, debe marchar delante de materia cada vez más rica en azúcar*; 2.º, *la maceración se hará tanto más deprisa cuanto más dividida esté la materia sacarina y las células sean más accesibles al líquido disolvente, debiendo presentar dicho líquido gran diferencia de densidad respecto del líquido interior de la celdilla*; 3.º, *con el objeto de que la operación sea más regular, no debe ponerse en contacto de la materia sacarina sino una cantidad de agua igual á la que contiene esta materia*.

Para la maceración es preferible que esté la materia sacarina en forma de pequeñas rajadas, porque además de la economía que es consiguiente en la mano de obra, hay también la ventaja de poder aplicar el procedimiento de desecación á estas rajadas, y de este modo se conservan mucho tiempo, para poderlas extraer el jugo cuando les toque el turno, lo cual es muy importante en una explotación agrícola.

El aparato representado en la adjunta figura 31, sirve para practicar la maceración; está compuesto de las cubas A B C D, y de los monta-jugos E, F; pero cuando las rajadas estén secas, se necesitan seis de estas cubas. En todos los casos las cubas son de falso fondo, y están provistas de una puerta de descarga al nivel de este falso fondo, cuya puerta cierra herméticamente; es muy conveniente que en el fondo de estas cubas se coloque un tubo con agujeros, para poder, por medio del vapor, calentar la masa á $+ 90^{\circ}$ ó $+ 100^{\circ}$ siempre que se vayan á tratar nuevas rajadas, porque de este modo se fija la albúmina por coagulación. Una llave K dirige el líquido de cada cuba por el tubo G, G' hacia uno ú otro lado de los monta-jugos E, F; las llaves L, L' sirven para abrir ó cerrar la comunicación hacia uno ú otro de estos vasos. El tubo vertical de los monta-jugos lleva el líquido á otro tubo superior O O', que tiene dos llaves N, N', y de aquí, á voluntad, á cualquiera de las cubas ó á las vasijas de fermentación.

Véase ahora la manera de funcionar el aparato. Colocado el corta-raíces en una plataforma un poco más elevada que las cu-

bas, las rajas caen directamente en A; se las distribuye por igual, y cuando la cuba está llena hasta los $\frac{4}{5}$ á $\frac{5}{6}$ de su altura, se las dirige á B; mientras que se rellena ésta, las rajas han estado cubiertas en A con un diafragma ó falso fondo superior movable, destinado á contenerlas, y se ha introducido agua bastante para cubrir las. Si esta agua está fría, se eleva la temperatura, como queda dicho, hasta la ebullición; si se ha empleado hirviendo, se procura sostener la temperatura. Cuando el vaso A está lleno, mientras que las rajas caen en C, se abre la llave K de la cuba B, así como la llave L del monta-jugos E y la de salida del aire P.

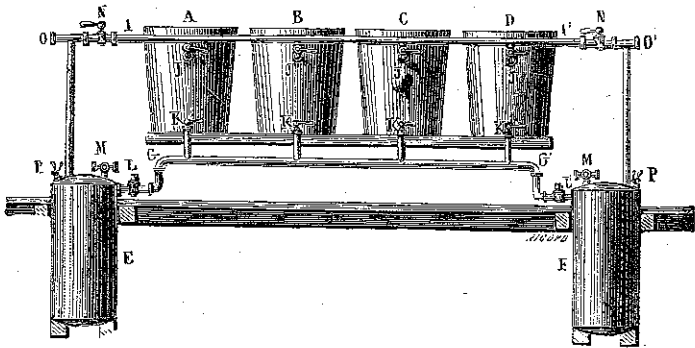


Figura 31.

El líquido de A, que ya está azucarado, entra en el monta-jugos E, de donde el tubo vertical le hace llegar por el tubo O y la llave J sobre las rajas de B. Durante este tiempo, la cuba A, cuya llave inferior ha sido cerrada, recibe nueva agua, que no es preciso calentar, porque las rajas que contiene lo han sido ya bastante para coagular su albúmina en la primera operación. La temperatura es, por el contrario, mantenida en B, donde se encuentran las rajas nuevas.

Cuando la cuba C está llena de rajas, mientras que se da principio á llenar la D, el líquido débil de A se dirige al monta-jugos E y es reemplazado en A por agua. El líquido de B se hace pasar en seguida al monta-jugos F, y de aquí sobre las rajas nuevas en C, donde se mantiene la temperatura. El líquido más débil de A se lleva á B.

Antes que se termine de llenar la cuba D, se lleva el líquido de A á E, y las rajas de esta cuba, privadas casi por completo de azúcar, se sacan por la puerta de descarga. Cerrada esta puerta

herméticamente, la cuba A se encuentra dispuesta á recibir otra vez nueva cantidad de rajás, cuando la cuba D esté llena. Así las cosas, se hace pasar á D, por medio del monta-jugos F, el líquido de C, y á C el de la cuba B, recibiendo esta última el líquido débil de la cuba A.

Por último, cuando la cuba A está casi llena, se envía á la fermentación el producto de D, haciendo pasar á A el líquido de C, á ésta el de B, y á B el agua del último tratamiento.

De este modo continúa la operación indefinidamente, enviando á las cubas de fermentación el líquido saturado y disolviendo el azúcar de las rajás que han sido maceradas con los líquidos cada vez más pobres en azúcar.

Esta operación da muy buenos resultados, debiendo añadir, respecto de las pulpas que quedan como residuos, que contienen el máximo de los elementos reparadores ó plásticos, puesto que contienen toda la albúmina que ha sido coagulada por el calor, lo que no sucede cuando se emplea el método de la presión ó el de la maceración en frío. Debe hacerse todavía una observación, y es que estas pulpas se mejoran sensiblemente cuando el agua de maceración contiene algunas milésimas de tanino en disolución.

Cuando en la fábrica no se emplee el vapor, los monta-jugos E, F se sustituyen por bombas impelentes ordinarias de aire.

Una vez obtenido el jugo sacarino, se procede á la fermentación. Para ello debe tenerse presente que el ácido sulfúrico, en proporción inferior á 0,015 del azúcar contenido en el jugo ó mosto, se opone á las malas fermentaciones, siempre que el fermento esté sano y las vasijas estén limpias; este ácido, además, tiene la propiedad de formar sulfatos alcalinos en el jugo, y sabido es que estos compuestos favorecen la fermentación, de forma que dicho ácido, en la cantidad indicada, lejos de perjudicar, es un elemento favorable para la alcoholización. Cuando en el jugo se encuentran cantidades relativamente considerables de substancias pectosas que predisponen siempre á una fermentación viscosa, como sucede con la remolacha, es conveniente añadirle un poco de tanino.

Como término medio, puede decirse que los jugos que marcan 8° Baumé de densidad necesitan para fermentar completamente de sesenta á setenta horas; pero esto no obstante, el alcoholizador no debe dar por terminada la operación hasta tanto que se presenten los signos característicos que ya quedan manifestados, y que indican que ha terminado esta operación.

Para concluir lo referente á las raíces sacarinas, debe tenerse presente que siempre que éstas contengan cierta cantidad de fécula, y no se quiera perder ésta en la alcoholización, aconsejan algunos, y entre ellos el Sr. Basset, que es persona de gran competencia en la materia, el siguiente procedimiento: La pulpa obtenida por los medios conocidos, se somete á la cocción con una mezcla de 2 á 3 por 100 de malta; esta adición tiene por objeto sacarificar la fécula, y la cocción priva á los jugos de las materias albuminóideas en exceso. Se practica en seguida la presión ó la maceración para extraer el jugo, que se somete á la fermentación después de añadirle una infusión de 500 á 600 gramos de tanino por cada 100 kilogramos de masa.

También puede seguirse este otro procedimiento: Se hace cocer la raíz, ó se calienta hasta la coagulación de la albúmina; se somete al rallo para convertirla en pulpa, y no se añade el malta sino en el aparato macerador, que exige en este caso el empleo del agua caliente.

Tubérculos de patata.—Siendo esta primera materia una de las que seguramente han de ofrecer más ventajas para la fabricación del alcohol en España, según se vió (páginas 122 y siguientes) al hacer el estudio de su composición y condiciones, ha de ser muy conveniente dar en todos sus detalles las operaciones necesarias para su alcoholización, tal como debe practicarse para obtener el mejor resultado posible, con arreglo á las recientes experiencias de los Sres. Ville y Joulie. Esta misma descripción podrá también servir de guía al fabricante que opere sobre otra primera materia análoga á la patata, en cualquier duda que en la marcha de sus operaciones tenga.

El material completo de una fábrica de alcohol de patacas debe comprender:

- 1.º Un lavador mecánico.
- 2.º Un aparato de separar las piedras.
- 3.º Un corta-raíces.
- 4.º Varios maceradores, en capacidad y número proporcionales á la importancia de la fábrica.
- 5.º Cubas de fermentación, en número y capacidad proporcional á los jugos producidos.
- 6.º Tres bombas movidas mecánicamente, correspondientes á tres depósitos: uno con agua para el lavador; otro para los jugos débiles, y el tercero para alimentar el aparato destilatorio.
- 7.º Un aparato destilatorio de marcha continua.
- 8.º Un depósito para alcohol, cerrado y de capacidad sufi-

ciente para contener por lo menos todo el alcohol producido en una jornada.

La fuerza motriz necesaria es de 2 á 5 caballos de vapor, y puede ser suministrada, ya por una locomóvil, que puede dedicarse el resto del año á otros trabajos, ó ya, en la fabricación en pequeño, por fuerza animal.

La superficie necesaria para instalar todo este material no pasa de 10 á 12 metros cuadrados por cada 1.000 kilogramos de tubérculos, trabajados durante veinticuatro horas. Pero además se necesita un local destinado á servir de depósito para los tubérculos y las pulpas, y un almacén para el alcohol, donde se llenan y conservan las barricas destinadas á este líquido.

La cantidad de agua necesaria para el lavado es muy variable, según la naturaleza de las tierras que han producido los tubérculos, el estado del tiempo durante la recolección y la cantidad de tierra que llevan consigo. Puede calcularse, sin embargo, un minimum de 4 á 5 hectolitros de agua por cada 1.000 kilogramos de tubérculos; cantidad que puede llegar á ser doble y triple en los años lluviosos y con tierras muy fuertes.

Cuando el agua escasee, se puede reducir la cantidad empleada, dejando reposar el agua fangosa procedente del lavador en grandes depósitos, donde se posa la mayor parte de la tierra, y el agua clara que sobrenada puede utilizarse de nuevo para primer lavado de otras porciones de tubérculos.

En cuanto á la marcha de las operaciones para la alcoholización de esta materia, es como sigue:

Se limpian primero los tubérculos por medio de un lavado mecánico, que separa toda la tierra que llevan adherida. Este lavado se prosigue en el aparato destinado á separar las piedras, que son perjudiciales para las hojas del corta-raíces. La parte esencial de dicho aparato consiste en un eje horizontal que lleva unas ramas ó brazos, con los cuales se agitan fuertemente en el agua los tubérculos para desprender las piedras, que, una vez separadas, caen al fondo del agua en razón á su mayor densidad, y los tubérculos, más ligeros y semiflotantes, son lanzados fuera.

Un corta-raíces, generalmente de fuerza centrifuga, es decir, de láminas fijas, contra las cuales son lanzados los tubérculos por la rápida rotación de dos paletas, corta los tubérculos en rajadas de un centímetro de longitud por 2 milímetros de grueso.

Se carga en seguida con estas rajadas uno de los maceradores, regando la masa con una disolución de ácido sulfúrico diluído á razón de 40 á 50 veces su volumen, y empleado en la proporción

de 4 á 6 milésimas de ácido sulfúrico concentrado por unidad de peso de los tubérculos.

La adición del ácido sirve para que la fermentación del jugo conserve en toda su integridad el carácter alcohólico, y para impedir la alteración espontánea de los trocitos del tubérculo al contacto del aire, pues sin esta precaución tomarían un color pardo.

El mejor modo de efectuar la carga de los maceradores es por carga directa, empleando una disposición semejante á la que queda descrita al hablar de la sacarificación de las patatas (página 188 y siguientes). A este fin se dispone el corta-raíces sobre una carretilla que pueda correr sobre una especie de vía colocada en unos montantes de madera sobre los cuatro maceradores; de este modo las rajitas van cayendo sobre el macerador, que se encuentra debajo del corta-raíces; y después de cargado uno de los maceradores, se pasa al siguiente, y así sucesivamente. De esta manera los trozos de pataca están muy poco tiempo en contacto del aire, con lo cual se evita toda alteración.

Una vez cargado un macerador y mantenidos los trozos de pataca entre un falso fondo y una cubierta de palastro perforada, formando una especie de filtro, se llena el referido macerador con jugo débil procedente de otro macerador ya agotado; después se hace llegar al mismo macerador cargado la vinaza hirviente que sale constantemente de la llave de rebosamiento del aparato destilatorio empleado en la fabricación; de esta manera es como se consigue operar la extracción de toda la materia sacarina contenida en los trozos de la pataca, lo cual exige, sin embargo, atendida la riqueza de este tubérculo, una maceración bastante larga, es á saber: de ocho á doce horas próximamente, según las dimensiones de los maceradores.

Lo que ocurre en esta maceración, operando tal como queda dicho, es que la vinaza penetra por endosmosis en las células de la pataca, expulsando al jugo azucarado de la misma; y como la vinaza no es más que el mismo jugo extraído anteriormente, fermentado ya y desprovisto de su alcohol por destilación, resulta que dicha vinaza restituye á la pulpa, excepto el azúcar, todos los principios nitrogenados y minerales que van en el jugo que sale del tubérculo; y así se comprende que la pulpa que queda como residuo, es de un gran valor alimenticio para el ganado.

Una vez terminada la maceración, la pulpa se extrae de los maceradores por una compuerta situada en la parte inferior de cada uno de éstos. Conviene, siempre que sea posible, mezclar en

seguida la pulpa aún caliente con forrajes ó pajas, que absorben la humedad de la pulpa, evitan las pérdidas que con el escurrido se verifican, y favorecen la fermentación de esta mezcla, muy apreciable para el ganado.

Los jugos preparados en los maceradores marchan desde éstos por medio de tubos á cubas de fermentación, que deben alimentarse constantemente.

El primer jugo procedente de cada macerador es frío y muy rico en azúcar; después va saliendo más caliente á medida que su densidad disminuye. Se debe, pues, por esto procurar un jugo que presente un término medio constante de riqueza sacarina y de temperatura, condiciones esenciales para la marcha regular de la fermentación, y para ello es necesario tener simultáneamente trabajando varios maceradores, de modo que á medida que uno se vacía, otro se esté cargando, otro con la pulpa en maceración, y así sucesivamente.

Cuando el trabajo se interrumpe por la noche, la regularidad de las operaciones se altera; pero, sin embargo, con ciertas precauciones la fermentación no sufre ningún perjuicio, y el rendimiento en el alcohol es el mismo que con un trabajo continuo.

Una vez que la primera cuba cargada de jugo se haya puesto en fermentación al empezar el trabajo por medio de la levadura de cerveza, la dicha fermentación alcohólica se perpetúa indefinidamente en las nuevas porciones de jugo, sin necesidad de adiciones repetidas de levadura, siempre que la temperatura se mantenga regularmente entre los 25 y 28° centígrados; que sean observadas con cuidado todas las condiciones requeridas respecto á la densidad y acidez del jugo, y que el taller se mantenga con limpieza, á fin de evitar todo germen de fermento perjudicial.

Para conseguir esta marcha continua en la fermentación, pueden seguirse varios métodos, pero los más usados son dos: la mezcla de jugos y la comunicación por rebosamiento.

El método de las mezclas consiste en repartir el contenido de una cuba, cuando está llena, con otra vacía; de este modo se tienen dos medias cubas, entre las cuales se reparte el jugo procedente de los maceradores hasta que se llenan por completo. Se deja la cuba más antigua para que fermente, y el jugo de la otra se reparte por mitad con otra vacía, y así sucesivamente.

El segundo procedimiento es más racional, tratándose de los jugos de la patata, tan ricos en materias sacarinas.

Para operar según este método, se deben tener siempre llenas dos ó más cubas de fermentación, sobre las cuales se echa el jugo

nuevo, de modo que solamente lo que rebosa de estas cubas es lo que pasa á llenar la cuba vacía siguiente. Una vez llena la cuba nueva, la que primeramente se llenó de las otras se incomunica para que empiece en ella la fermentación, y la nuevamente llena se pone á recibir parte del jugo que llega de los maceradores, para concurrir á llenar otra cuba vacía, continuando de este modo hasta la terminación de los trabajos.

El fermento es, pues, constantemente transmitido por la parte superior, que es donde se observa el trabajo fermentescible más activo, porque la levadura asciende siempre á la superficie.

La relación entre el jugo en fermentación y el jugo procedente de los maceradores se mantiene constante, así como la temperatura; condición muy favorable para la regularidad de la fermentación.

En el método de las mezclas dicha relación ó proporcionalidad entre los jugos varía continuamente según la masa contenida en la cuba, lo que ocasiona cambios de temperatura y de densidad, muy perjudiciales á la marcha de la operación.

La fermentación del jugo de la pataca presenta una particularidad notable, y es producir mucha más levadura que la que se utiliza en la alcoholización de dicha substancia; el sobrante, pues, puede recogerse, porque es un producto de importancia.

Esta levadura, muy blanca y que se deposita en el fondo de las cubas cuando la fermentación ha terminado, puede ser empleada ventajosamente en la panadería y pastelería, porque tiene mucho menos sabor que la de cerveza. Su riqueza en nitrógeno y en fosfatos hace que deba considerarse también como un excelente alimento, especialmente para los cerdos.

Una vez terminada por completo la fermentación, lo cual se conoce por cesar el desprendimiento de ácido carbónico, y también por medio del *densímetro*, los jugos, que ya son alcohólicos, son trasegados por medio de una bomba á un recipiente elevado, que sirve después para alimentar los aparatos de destilación que se han de emplear para separar el alcohol formado con los jugos en el acto de la fermentación de las demás substancias contenidas en dichos jugos. Con esto termina propiamente la alcoholización de la pataca, quedando ya solamente para la obtención del alcohol correspondiente, la destilación y rectificación, de cuyas operaciones se tratará por extenso en el lugar oportuno.

Frutos de pepita.—El método de alcoholización de estos frutos, en los que se incluyen las peras, manzanas, nísperos, etc., es el siguiente: se someten ante todo á la acción del vapor, durante

veinte á veinticinco minutos, con objeto de hacerles experimentar una especie de cocción parcial, por cuyo medio se coagula la albúmina que aquéllos contienen. En seguida se machacan por medio de molinos ó por cualquier otro aparato á propósito, quedando la masa en actitud para ser tratada por la presión, ó mejor todavía, por maceración rápida.

Este jugo es el que se hace fermentar, debiendo tener muy presente que cuando se trata de las peras ó manzanas es muy conveniente que la fermentación se haga á la temperatura de $+18^{\circ}$ á $+20^{\circ}$, pues cuando la temperatura es más baja resultan alcoholes de mala calidad. También es muy conveniente que la fermentación se verifique añadiendo al jugo un poco de fermento bueno, pues es éste muy preferible al empleo del marco ó bagazo de las peras y manzanas con igual objeto, que tiene cierta tendencia á producir la fermentación láctica.

Se considera que la fermentación ha terminado cuando la densidad del mosto ha descendido á 0° , ó á $0^{\circ},5$, y no se nota desprendimiento de ácido carbónico.

Para la trituración ó machacado de los frutos de pepita se emplea un aparato que puede moler en una hora de 280 á 300 kilogramos de manzanas. Un hombre solo puede manejarlo.

Frutos de hueso —Para la alcoholización de estos frutos, entre los cuales se cuentan, según se dijo al tratar de las primeras materias, las ciruelas, cerezas, guindas y nísperos, hay que distinguir dos casos, á saber: que los frutos estén sin desecar ó desecados. En el primer caso, se cogen los frutos cuando han llegado al período de su madurez; se machacan con los pies, ó mejor con máquinas, por ejemplo, con cilindros ó con pisadoras; se añade agua templada á la cuba si se quiere hacer fermentar la masa, aunque es preferible la extracción del jugo por maceración, teniendo siempre muy presente la necesidad de que los mostos, al fermentar, no tengan una densidad inferior á 5° Baumé; por último, se cierra la cuba donde se verifica la fermentación, procurando que la temperatura sea constantemente la de $+20^{\circ}$. Terminada la fermentación, se extrae el líquido fermentado y se deja en una cuba abierta durante diez ó doce días, para que de este modo puedan obtenerse productos muy homogéneos y más perfectos.

En el caso que la fermentación se haya verificado en presencia de los marcos ó cascas del fruto, deben someterse éstos á la presión y ser lavados después, reuniendo estos líquidos con el primero, y guardando los más pobres en materia sacarina para la operación siguiente.

Cuando se emplean los frutos secos, es preciso someter la materia á una maceración con el agua á $+50^{\circ}$ ó $+60^{\circ}$; dos días después se les machaca, como antes hemos dicho, y se les trata de igual manera.

Cuando se trata de obtener el *kirsch*, se mezcla con el líquido á fermentar un kilogramo de huesos de cereza, machacados, por cada hectolitro de aquel líquido.

Es muy conveniente añadir un poco de fermento nuevo á los mostos de los frutos que hayan de fermentar, aunque ellos contienen ya cierta cantidad de aquella substancia.

Higos —El procedimiento que se emplea para la alcoholización de estos frutos es el mismo que queda descrito para los frutos de hueso. En cuanto al rendimiento y condiciones del producto alcohólico obtenido, ya se trató por extenso al estudiar las primeras materias. Respecto á la destilación y rectificación del líquido alcohólico, se describirán por extenso en los capítulos dedicados á esta cuestión.

Bayas. —En este grupo se incluyen las uvas, grosellas, moras, frambuesas, etc. Las primeras son las más importantes, y de las que debe tratarse, por lo tanto, con especial mención.

Ya quedó indicado, al hacer el estudio de las primeras materias, la composición de las diferentes partes de la uva; ahora es ocasión de manifestar que la uva contiene cierta cantidad de fermento, cuya acción sobre el azúcar que la misma encierra es auxiliada ó favorecida por la presencia del ácido tártrico, de los tartratos y del tanino; de forma que no es preciso añadir levadura de cerveza ni ningún otro fermento sino en casos muy especiales. La fermentación del mosto se efectúa perfectamente de $+12^{\circ}$ á $+16^{\circ}$.

Cuando se trate de destilar los mostos á medida que van fermentando, hay que tomar algunas precauciones especiales, con objeto de que esta reacción se verifique con prontitud. La densidad del mosto á fermentar no debe nunca ser superior á $+10^{\circ}$ Baumé; resultado que siempre será posible obtener añadiéndole, cuando preciso sea, cierta cantidad de agua templada. Con efecto; si la densidad fuera superior á la indicada, sucedería que la primera fermentación no transformaría la totalidad del azúcar, teniendo que aguardar á que verificase esta acción completa la fermentación secundaria, llamada también insensible. Por lo demás, esto no debe extrañar si se recuerda que la presencia de un exceso de alcohol es perjudicial á la pronta marcha de la fermentación.

Todas estas reglas se refieren, por supuesto, al caso de fabricar vinos con destino inmediato y exclusivo á la destilación, porque para los vinos potables hay que seguir otros procedimientos que no son del caso exponer, porque esto pertenece á un Tratado especial.

Los vinos que deben someterse á la destilación pueden dividirse en tres clases: en la primera se consideran todos aquellos que dan aguardientes superiores por su aroma especial y muy agradable; pero debe tenerse presente que estos aguardientes han de resultar necesariamente caros, por el precio subido de la primera materia. Por eso se emplean tan sólo para mesa.

La segunda clase comprende todos aquellos vinos muy ricos en alcohol, pero que no tienen ni aroma fino, ni sabor tan agradable como los anteriores. Estos vinos se suelen destinar generalmente á la fabricación de aguardientes, ó mejor dicho, de espíritus de mucha graduación, aplicables ventajosamente para la fabricación de licores, ó para mezclarlos con los aguardientes de la primera clase, muy ricos en aroma, y también con los que proceden de los granos, féculas, remolacha, melaza, etc.

Por último, figuran entre los vinos de tercera clase aquellos que han sufrido alteraciones espontáneas ó accidentales que les hacen impropios ó poco á propósito para bebida.

Cada una de estas tres clases de vinos exigen cuidados especiales al destilarlos, y aun aparatos diferentes, conforme se verá oportunamente al tratar de la destilación.

Conocidos son, por lo demás, los procedimientos que se siguen para fermentar el mosto obtenido de las uvas, y todos los detalles y precauciones para cargar las vasijas donde se efectúe la fermentación, para conseguir la marcha regular de ésta, etc.; pero cuando se trata de vinos que desde luego piensan destinarse al alambique por las malas condiciones del fruto con que se elaboran, puede modificarse el procedimiento general de alcoholización de las uvas, siguiendo una marcha, propuesta por los señores Petit y Robert, de resultados ventajosos, y cuyos detalles son los siguientes:

Las uvas, después de pisadas, se introducen en tres cubas de maceración, unidas entre sí, de la parte inferior á la superior, por medio de tubos de comunicación que permiten el paso del líquido de cada una de ellas á la siguiente. Cada cuba de éstas está provista de dos fondos llenos de agujeros; el inferior lleva en su centro una varilla, que sirve para levantarle por medio de cuerdas y una cabria, juntamente con toda la carga de la casca

agotada por tres maceraciones seguidas; el fondo superior impide que esta casca salga á la superficie durante la operación.

Se principia por dejar salir de la cuba núm. 1 el mosto, y se reemplaza el líquido que ha salido por agua; en seguida se deja correr el mosto de la cuba núm. 2, y al cabo de tres horas se lleva á ella el líquido de la cuba núm. 1, dejando simplemente correr el agua sobre la cuba; se hace correr el mosto de la cuba número 3, haciendo correr de nuevo agua sobre la cuba núm. 1; el líquido débil de ésta pasa al núm. 2, y el líquido más rico de esta última pasa á la cuba núm. 3; una vez llena esta última, se dejan pasar dos horas, y se deja correr su mosto; concluido esto, se saca por medio de una bomba el líquido muy débil de la cuba número 1, se le lleva al núm. 2, y por lo mismo se obliga al líquido del núm. 2 á entrar en el núm. 3; una vez conseguido esto, se hace funcionar la cabria, y se levanta el falso fondo inferior de la cuba núm. 1 con la carga correspondiente de casca, que se lleva á una prensa especial, de pequeñas dimensiones, debiéndose reservar el líquido que escurre para emplearlo en los tratamientos siguientes; se vuelve á llenar la cuba núm. 1 con una nueva cantidad de uva pisada, y después de sacar el mosto, se hace llegar á ella el líquido del núm. 3. De este modo la rotación se establece entonces y continúa sistemáticamente.

Este método de maceración parece dar en la práctica, según informes muy competentes, un excedente de producción en alcohol de $\frac{1}{8}$ próximamente con relación á lo que se obtiene por el procedimiento general, con una notable superioridad en la calidad de los productos.

Orujos.—Después de haber tratado de la alcoholización de las uvas, es ocasión de tratar de la de los *orujos*, pues sabido es que éstos deben considerarse también como primera materia para la fabricación de alcohol, conforme se vió detalladamente al tocar este punto en el capítulo IV.

En general, una vez terminada la fermentación, después de prensar la casca, se coloca ésta en silos ú hoyos profundos, á veces recubiertos de arcilla; á medida que se va echando en ellos la casca, se apisona, y después, cuando el hoyo está casi lleno, se recubre la superficie con un lecho ó capa de paja, ó de otra materia á propósito, y sobre ella se pone otra capa de tierra, para aguardar de este modo la época que se considere oportuna para proceder á la destilación de estos residuos.

La casca que queda en la caldera de destilación es un buen pienso para el ganado, sobre todo para el lanar, pues conserva

una gran parte de las substancias nitrogenadas, grasas y salinas que procedían del fruto.

El procedimiento que acaba de indicarse para la fabricación del alcohol de casca, es, sin embargo, defectuoso desde el punto de vista industrial. He aquí, con efecto, sus principales inconvenientes: 1.º, en los hoyos ó silos se pierde una gran cantidad relativa de alcohol por su transformación en ácido acético; 2.º, al destilar la casca se obtiene un alcohol de muy mal sabor y olor, pues ya se sabe que la película del grano de uva contiene un aceite esencial, fétido, que destilará juntamente con el alcohol; 3.º, esta misma casca se descompone por el calor y da productos empireumáticos muy desagradables; 4.º, puede también formar una capa adherente en las paredes interiores de la caldera, y contribuir de este modo á la calcinación ó quemadura del cobre y aun á la explosión de la misma caldera.

En este concepto es preferible el siguiente procedimiento, que recomienda Basset:

La casca debe conservarse, bien prensada ó apisonada, en cubas ó grandes pipas, y cuando éstas están llenas se les añade agua y se cierran casi herméticamente. Dos meses después se extrae el líquido, teniendo cuidado de añadir en seguida una cantidad de agua suficiente para lavar bien la casca y quitarle toda la parte alcohólica que pueda todavía contener. Este vino, pobre en alcohol, formado por las aguas de los lavados, es el que debe destilarse, en la seguridad de que se obtendrá de este modo un aguardiente tan agradable ó poco menos como el procedente del vino.

También puede practicarse este otro procedimiento: Se guardan las cascás hasta el momento de proceder al tratamiento de las mismas, llenando los toneles, y se las priva del contacto del aire, añadiendo agua hasta que llegue al agujero del fondo superior, que se cierra bien. Cuando hay que proceder á la destilación, se llenan de agua hasta la mitad dos cubas de fermentación, y se deslie en la primera toda la casca que es posible; se saca esta casca y se lleva á la segunda cuba, donde se deja durante una semana; se diluye una nueva cantidad de casca de la primera cuba, que se traslada después á la segunda; el líquido de la primera queda bastante cargado de alcohol para destinarlo á la destilación, y da un aguardiente de buen gusto; en cuanto á la vinaza de la segunda cuba, sirve para tratar una nueva cantidad de casca, y se destila en seguida.

Pero de todos los procedimientos de lavado, el mejor, cuando

se opera en grande escala, es el que ha propuesto y empleado un enólogo francés, Giret, y cuyo pormenor es el siguiente:

Se disponen en batería seis cubas construídas de piedra, ó con otro material á propósito, figura 32, en tres de las cuales se verifica el lavado á la vez y sucesivamente, mientras la cuarta se carga con orujo fresco, y á las otras dos se les saca el orujo lavado y libre de alcohol. Estas seis cubas deben ser de igual cabida, capaces cada una para 100 á 200 hectolitros de orujo, y estar cubiertas con tablas de madera. Como la misma figura indica,

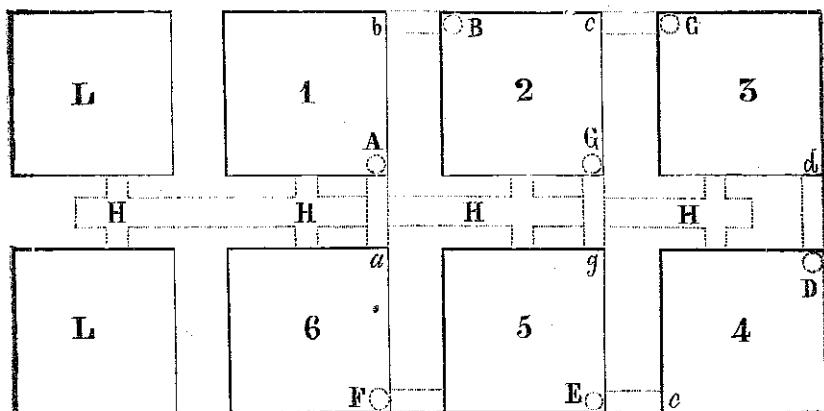


Figura 32.

estas seis cubas, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se encuentran inscritas en un gran paralelogramo, contiguas, por consiguiente, unas con otras, y pudiendo comunicar fácilmente á través de los muros que las separan; su profundidad es de 2 á 2,5 metros, y sus bordes superiores ocupan un mismo plano horizontal. Esta disposición, sin embargo, no es absolutamente necesaria, pudiendo adoptarse otra análoga, según la índole de los locales lo determine, con la condición siempre de que las seis cubas puedan comunicar fácilmente una con otra y sin interrupción.

Para facilitar la circulación de modo que las aguas destinadas al lavado desemboquen en el fondo de las cubas llenas de orujo, y á fin de que estas aguas no puedan atravesarlas sino de abajo á arriba, se emplean los tubos A B C D E F G, que pueden ser de barro, fundición ó palastro emplomado, cuyos tubos van colocados en los rincones ó ángulos entrantes formados por los muros de separación de las seis cubas.

Estos tubos, de 6 á 8 centímetros de diámetro y de una altura igual á la de los muros indicados, están provistos cada uno de tres aberturas ó bocas: una, en su parte superior, por la cual se echa el agua destinada al lavado de los orujos; otra, en la parte inferior, por la que el agua corre al fondo de las cubas; y, por último, una tercera á 30 centímetros de distancia, á contar del borde superior del tubo; esta última está formada por una tubuladura que parte del tubo, al cual va soldada, y tiene una longitud igual al espesor del muro que separa las cubas. Por esta tubuladura precisamente puede pasar el agua de lavado y circular de una á otra cuba, sin necesidad de emplear mano de obra para ello, puesto que se verifica en virtud de la diferencia de nivel de los líquidos.

En la parte inferior de las cubas existe una llave de desagüe para vaciarlas completamente cuando sea necesario.

El tubo H H, que se indica de puntos en la figura, corre á todo lo largo del muro que separa en dos partes el gran paralelogramo en cuyo interior están situadas las seis cubas destinadas al lavado del orujo, y otras dos L L, contiguas á las anteriores, que deben servir de depósito á las aguas de lavado saturadas y dispuestas para ser destiladas. Este gran tubo está situado en el interior del expresado muro, á 30 centímetros de distancia de la parte superior ó coronamiento del mismo, por medio de ocho tubuladuras soldadas al expresado gran tubo; este último se encuentra en comunicación con las seis cubas de lavado y las dos que sirven de depósito.

Para que el agua de lavado pueda introducirse con la mayor facilidad debajo del orujo, cada cuba lleva un falso fondo de madera con agujeros, situado á algunos centímetros de su piso inferior. El orujo se coloca sobre este falso fondo, debajo del cual, por las aberturas inferiores de los tubos A B C D E F G, correrán las aguas destinadas al lavado, atravesando la masa lenta y uniformemente de abajo á arriba. El falso fondo de madera, por lo demás, podrá ser reemplazado sin inconveniente alguno por haces de leña ú otra substancia á propósito que se coloque sobre el fondo inferior de las cubas.

Para que el orujo flote, van clavados en dos de los muros opuestos de cada cuba de lavado unos clavos con anillas, á los cuales se sujetan unas varillas ó cadenas de hierro, á las que podrán engancharse unas viguetas armadas con garfios de hierro. Estas viguetas sostendrán las claraboyas de madera, que se apoyarán sobre el orujo, con el objeto de que no sobrenade éste en el agua de lavado.

He aquí ahora cómo funciona el aparato:

Supóngase al efecto que el orujo, al salir de la prensa, ha sido colocado, con las precauciones indicadas, en la cuba núm. 1; que además ha experimentado durante cuarenta y ocho horas la segunda fermentación, ó sea la complementaria, merced á la cual el azúcar que pudiera contener el orujo se transforma en alcohol. Evidentemente éste será el momento más propicio para verificar el lavado del orujo; se cierran para ello todas las bocas por donde pudiera escaparse el líquido que debe echarse en la cuba núm. 1, á excepción de la abertura superior del tubo A.

Las aguas destinadas al lavado deben naturalmente situarse en un depósito de alimentación colocado á cierta altura del nivel de las cubas; de este modo, y por medio de un tubo con llave, las aguas podrán conducirse á la boca superior del tubo A, sin más que abrir la llave, y desde este tubo se repartirán por su abertura inferior, por debajo del falso fondo de la cuba, y después subirán lentamente, atravesando el orujo que contiene esta cuba.

Llegará un momento en que las aguas, después de haber recorrido todo el orujo, cubrirán su superficie, en cuyo caso se cierra la llave del depósito de alimentación, y se dejará macerar durante cuarenta y ocho horas, al cabo de las cuales se abre de nuevo la llave y se deja colar el agua del indicado depósito en el tubo A. Estas nuevas aguas desalojarán de abajo á arriba las que están en maceración con el orujo de la expresada cuba; pero como estas aguas saturadas, á medida que se eleven sobre el orujo, encontrarán una salida por la tubuladura que desemboca en el gran tubo H H, podrán marchar por este tubo á una de las dos cubas L L que sirven de depósito á las aguas de lavado dispuestas á ser destiladas.

Para no llevar más adelante las indicaciones relativas á la manera cómo funcionan las cubas destinadas al lavado de los orujos, porque la enumeración de todas las múltiples operaciones que exige el nuevo sistema ocasionaría una gran confusión, es preferible, después de expuestos los detalles aclarativos precedentes, dar el siguiente cuadro, que fija el orden metódico con que debe verificarse cada operación, y forma además el conjunto, donde, de un solo golpe de vista, se pueden apreciar todos los pormenores del procedimiento en cuestión.

Cuadro indicativo de las operaciones que deben practicarse para el lavado del orujo, según el método Giret

Cuba núm. 1

Se llena con orujo fresco hasta los 30 centímetros del coronamiento de los muros. Colocación de las claraboyas sobre el orujo.

Se deja fermentar el orujo durante dos días antes de introducir la primera agua.

1.ª *agua* —Esta agua se introduce en la cuba por el tubo A.

Maceración durante uno ó dos días.

2.ª *agua*. —Que desaloja la 1.ª hacia las cubas L por el tubo H H.

Maceración hasta que el orujo de la cuba núm. 2 haya tenido tiempo de reposar dos días después de su lleno completo.

3.ª *agua*. —Que desaloja la 2.ª hacia el núm. 2, en donde servirá de 1.ª agua.

Maceración durante uno ó dos días.

4.ª *agua*. —Que desaloja la 3.ª hacia el núm. 2, en donde servirá de 2.ª agua, la cual desalojará la 1.ª del núm. 2 hacia las cubas L.

Maceración hasta que el orujo de la cuba núm. 3 haya tenido tiempo de reposar dos días después de su lleno completo.

5.ª *agua*. —Que desaloja la 4.ª agua hacia el núm. 2, donde servirá de 3.ª agua, la cual desalojará la 2.ª del núm. 2, hacia el núm. 3, donde servirá de 1.ª agua.

Maceración durante uno ó dos días.

La 5.ª agua de la cuba núm. 1 será evacuada por la llave inferior y vertida por el tubo B en la cuba núm. 2, donde servirá de 4.ª agua.

Esta 4.ª agua de la cuba núm. 2 desalojará su 3.ª agua hacia el núm. 3, donde será la 2.ª agua, desalojando la 1.ª hacia las cubas L.

Lavado ya suficientemente el orujo de la cuba núm. 1, se quita, y esta cuba se prepara para recibir orujo fresco.

Cuba núm. 2

4.ª *agua* —Según ya queda dicho, la cuba núm. 2 ha recibido su 4.ª agua.

Se deja macerar hasta que el orujo de la cuba núm. 4 haya tenido tiempo de reposar dos días después de su lleno completo.

5.ª *agua* —Que desaloja la 4.ª hacia el núm. 3, donde servirá de 3.ª agua, desalojando la 2.ª agua hacia el núm. 4, donde será 1.ª agua.

Maceración durante un día solamente.

La 5.ª agua del núm. 2 será evacuada por la llave inferior y vertida por el tubo C en la cuba núm. 3, donde servirá como 4.ª agua.

Esta 4.ª agua de la cuba núm. 3 desalojará su 3.ª agua hacia el núm. 4, donde será la 2.ª agua, desalojando la 1.ª agua hacia las cubas L.

Lavado suficientemente el orujo de la cuba núm. 2, se sacará y quedará la cuba dispuesta para cargarla con orujo fresco.

Cuba núm. 3

4.^a *agua* —Maceración de esta 4.^a agua hasta que el orujo de la cuba número 5 haya tenido dos días de contacto con aquella, después de un lleno completo

5.^a *agua* —Que desaloja la 4.^a agua hacia el núm. 4, donde servirá como 3.^a agua, desalojando la 2.^a hacia el núm. 5, donde será 1.^a agua

Maceración durante un día ó dos solamente.

La 5.^a agua de la cuba núm. 3 será en tal caso evacuada por la llave inferior y vertida por el tubo D en la cuba núm. 4, donde servirá como 4.^a agua.

Esta 4.^a agua del núm. 4 desalojará á su vez su 3.^a hacia el núm. 5, donde servirá de 2.^a agua, desalojando la 1.^a hacia las cubas L.

Lavado suficientemente el orujo de la cuba núm. 3, se extraerá, y esta cuba quedará dispuesta á nueva carga de orujo fresco.

Cuba núm. 4

4.^a *agua* —Maceración de esta 4.^a agua hasta que el orujo de la cuba número 6 haya estado en contacto durante dos días, después de llena, con aquella agua.

5.^a *agua*. —Que desaloja la 4.^a agua hacia el núm. 5, donde servirá de 3.^a, desalojando la 2.^a agua hacia el núm. 6, donde será 1.^a agua.

Maceración durante un día ó dos.

La 5.^a agua de la cuba núm. 4 será en tal caso evacuada por la llave inferior y vertida por el tubo E en la cuba núm. 5, donde será 4.^a agua.

Esta 1.^a agua del núm. 5 desalojará á su vez su 3.^a agua hacia el número 6, donde será 2.^a agua, desalojando la 1.^a hacia las cubas L.

Lavado suficientemente el orujo de la cuba núm. 4, se extrae, y esta cuba queda dispuesta á recibir el orujo fresco.

Cuba núm. 5

4.^a *agua* —Maceración de esta 4.^a agua hasta que el orujo de lavado número I haya tenido dos días de contacto con aquella agua.

5.^a *agua*. —Que desaloja la 4.^a agua hacia el núm. 6, donde servirá de 3.^a agua, desalojando la 2.^a hacia el núm. 1, donde será 1.^a agua.

Maceración durante un día ó dos.

La 5.^a agua de la cuba núm. 5 será en tal caso evacuada por la llave inferior, y vertida por el tubo F en la cuba núm. 6, donde será 4.^a agua.

Esta 4.^a agua del núm. 6 desalojará á su vez la 3.^a agua hacia el núm. 1, donde será 2.^a agua, desalojando la 1.^a hacia las cubas L.

Se extrae el orujo de la cuba núm. 5, completamente lavado ya, quedando esta cuba en disposición de ser cargada con orujo fresco.

Cuba núm. 6



4.^a agua.—Maceración de esta 4.^a agua hasta que el orujo de la cuba número 2 haya tenido dos días de contacto después de llena.

5.^a agua.—Que desaloja la 4.^a agua hacia el núm. 1, donde servirá de 3.^a agua, desalojando la 2.^a hacia el núm. 2, donde será 1.^a agua.

Maceración durante un día solamente

La 5.^a agua de la cuba núm. 6 será en tal caso evacuada por la llave inferior, y vertida por el tubo A en la cuba núm. 1, donde será 4.^a agua.

Esta 4.^a agua del núm. 1 desalojará a su vez la 3.^a agua hacia el número 2, donde será 2.^a agua, desalojando la 1.^a hacia las cubas L.

El orujo de la cuba núm. 6, suficientemente lavado, se extrae, y queda ésta en disposición de ser cargada de nuevo con orujo fresco.

Las indicaciones que suministra este cuadro pueden resumirse de este modo:

El lavado se verifica en tres cubas á la vez.

Las operaciones se ejecutan solamente en la primera cuba, y se repiten automáticamente en las otras dos.

Las tres cubas en las que se verifica sucesivamente el lavado, están comprendidas en una serie de seis cubas, formando un círculo sin fin.

Cuando el lavado queda concluido en la primera de las tres cubas (números 5, 6, 1, por ejemplo), continúa el mismo en los números 6, 1, 2; después en los 1, 2, 3,—2, 3, 4,—3, 4, 5,—4, 5, 6, y así sucesivamente hasta terminar el lavado de todo el orujo, sin interrumpir jamás la serie de los números que forman el círculo sin fin.

El mismo cuadro demuestra también que las operaciones se repiten exactamente y de un modo idéntico en cada cuba.

1.^a El orujo, antes de ser sometido al lavado, sufre en cada cuba una fermentación que dura dos días.

2.^a El orujo se somete á cinco lavados sucesivos, quedando en maceración durante uno ó dos días en el intervalo de cada uno de aquéllos.

3.^a Todas las aguas que salen de las cubas de lavado se dirigen, ó directamente al depósito de la destilería, ó á los depósitos L L, estando saturadas de alcohol en un mismo grado; todas, sin excepción, han servido desde luego en el segundo lavado del orujo en una cuba, y, en último término, han macerado durante uno ó dos días en otra cuba, con un orujo fresco que acaba de sufrir la segunda fermentación complementaria.

Tal es el procedimiento del Sr. Giret, que queda descrito minu-

ciosamente, por considerarlo muy conveniente y ventajoso, y digno, por lo tanto, de ser conocido y practicado por los labradores cuando tengan que destilar grandes cantidades de orujo.

Los residuos pueden emplearse como abono, combustible, etc., y la granilla en particular para obtener un aceite de buen empleo y que resulte á muy poco coste. Por lo demás, los detalles de la obtención de este aceite, cuyo aprovechamiento va generalizándose, no son de este lugar (1).

Las grosellas, moras, frambuesas y demás frutos incluidos en el mismo grupo que las uvas, se sujetan á los mismos procedimientos que éstas para obtener el alcohol.

Frutos de tierra azucarados.—Cuando no se quieran aprovechar las pulpas ó residuos para pienso del ganado, puede seguirse el siguiente procedimiento de alcoholización, aconsejado por el señor Lacambre: Se dividen estos frutos en trozos pequeños por medio de un hacha ó por otro medio cualquiera; se les somete á la cocción por el vapor con un poco de agua y 1 ó 2 litros de ácido sulfúrico por cada 1 000 kilogramos; esta cocción, que se practica por el método que se indicó al hablar de la sacarificación de la patata, se lleva hasta que la pulpa, reducida á papilla, se separa de la corteza del fruto; en este estado, se vierte la masa sobre un colador de mimbres ó de tela metálica que deja pasar toda la papilla clara, y retiene la corteza y pepitas, que, lo mismo que la vinaza, son buenas para pienso de los cerdos, según el Sr. Lacambre, aunque no todos las recomiendan para tal empleo. La pulpa convertida en papilla clara, se pone á fermentar con un poco de levadura, y concluida esta operación, se lleva á los aparatos destilatorios, según el mismo autor; pero es preferible, á fin de que los mostos no pasen de la densidad debida, que la fermentación no se verifique sino en presencia de mayor cantidad de agua de la que aconseja el Sr. Lacambre para formar la papilla clara con la pulpa.

Quando se traten de aprovechar los residuos de la alcoholización de aquellos frutos, no hay más remedio que renunciar al empleo del ácido sulfúrico, aunque este ácido transforme en azúcar, por medio de la ebullición, los principios gomosos, mucilaginosos ó feculentos que contienen aquellos frutos, dando de este modo mayor rendimiento de alcohol; pero en cambio quedarán en apatitud los residuos de servir como excelente pienso para el ganado,

(1) Véase la Monografía titulada *Fabricación y refinación de los aceites vegetales*, de D. Francisco Balaguer

lo cual es de gran importancia en una explotación agrícola.

He aquí el procedimiento que en este caso hay que seguir. Se aplica la acción del calor á los frutos divididos, como antes queda dicho; se someten á la maceración después de haberse coagulado la albumina, y el líquido procedente de esta maceración se destina á fermentar, para destilarlo en seguida.

Sin embargo, para la alcoholización del melón y sus congéneres son muy de tenerse en cuenta las recientes experiencias de M. Levat que se detallaron (pág. 135), y según las cuales el jugo de dichos frutos no es directamente fermentescible, siendo preciso adicionar ácido sulfúrico diluido para que pueda fermentar en las condiciones ordinarias.

Melazas.—Las melazas (que suelen marcar de 40 á 42° Baumé) se diluyen con agua caliente á 60°, y se añade en seguida agua fría hasta que la temperatura de la masa sea de 20 á 25° y la densidad quede comprendida entre 6 y 8° á lo más. La dilución y mezcla se efectúa en una cuba de preparación de mostos (figura 22), provista de agitadores. Hecho esto, se procede á la neutralización de los álcalis que contienen las melazas, añadiendo al efecto ácido sulfúrico, ó ácido fosfórico, ó bien fosfato ácido diluido hasta marcar 8 á 10° del densímetro. Se agita con cuidado el líquido durante esta última operación, que se da por terminada en el momento mismo en que el papel azul de tornasol toma un color violado. Esta ligera acidez, por otra parte, se opone siempre y eficazmente á la fermentación láctica; pero, no obstante esto, es muy conveniente que, con igual objeto, se añada al líquido 2 ó 3 milésimas de tanino.

En este estado, se lleva el líquido á la fermentación por medio de 2,5 kilogramos de levadura por cada 100 kilogramos de melaza empleada; se diluye la levadura en una corta cantidad de mosto, suficiente para que la tenga en suspensión y forme una especie de lechada muy clara; se mezcla esta levadura diluida con la masa, se agita bien esta mezcla y se tapa la cuba. La fermentación queda terminada cuando el desprendimiento de ácido carbónico concluye y el líquido no pierde ya de su densidad, lo cual sucede al cabo de dos á cinco días, según la densidad del mosto y la temperatura á que fermenta.

Alguna vez ocurre que los mostos de melaza en fermentación se desbordan ó derraman fuera de la cuba donde aquélla se verifica, á consecuencia de un desprendimiento tumultuoso y demasiado violento del ácido carbónico, especialmente cuando no se ha tomado la precaución, siempre necesaria, de dejar un espacio

vacío conveniente en las cubas de fermentación; pues bien, cuando aquello sucede, se obliga á la espuma á que baje, proyectando sobre ella, y por aspersión, un poco de aceite ó algunos litros de disolución de jabón.

Las aguas de lavado de los filtros, formas, etc., de las fábricas de azúcar y refinerías pueden destinarse á la alcoholización. Todas estas aguas, cuya densidad es muy variable, pueden llevarse, por medio de una manipulación metódica, á la densidad de 4 á 5° Baumé; en este estado se las considera como melazas diluidas, y se someten al mismo tratamiento que se ha descrito para las indicadas melazas. Al efecto, se adiciona á aquellas aguas una corta cantidad de ácido sulfúrico, suficiente para neutralizar las bases con un ligero exceso; se añade una centésima de infusión de tanino, y se lleva la mezcla á la fermentación por medio de un litro de levadura líquida por cada hectolitro del mosto á fermentar.

Miel.—Se disuelve la miel en una parte de agua suficiente para rebajar su densidad hasta el punto que se desee; se lleva el líquido resultante á la ebullición durante cinco ó seis minutos, después de haberle añadido 1,5 á 2 litros de lechada de cal á 15 ó 20° de densidad por cada 100 kilogramos. Las impurezas que suben á la superficie del líquido en ebullición se separan por medio de una espumadera; se deja reposar la especie de jarabe que se ha formado, y por último se decanta. En este estado, se diluye con agua en la proporción necesaria para llevar aquel jarabe á 6 ú 8° Baumé, y también se añade en seguida bastante ácido sulfúrico (diluído en 8 á 10 veces su peso de agua), para hacer tomar al papel azul de tornasol el color violado. La fermentación se verifica añadiendo la cantidad necesaria de levadura, y llevando la temperatura de 20 á 25°, terminando la operación al cabo de dos ó tres días si la densidad no excede de 6 á 8°; pero puede hasta durar ocho días si la densidad del mosto á fermentar fuera de 8 á 10° y la temperatura no fuera constante.

Añadiendo al jarabe anterior 2,5 de buena levadura por 100 kilogramos de miel y una cantidad igual de harina de malta, y llevando la temperatura á 26 ó 27°, es como se obtiene una pronta y buena fermentación.

§ III—Alcoholización de las materias sacarificables

La alcoholización de las materias sacarificables, ó sea de todas las primeras materias que no fermentan sino después de haber experimentado la sacarificación, y que quedan enumeradas en las páginas 139 y siguientes, comprende:

- 1.º Limpieza y primera preparación de la substancia.
- 2.º División de ésta por rallado, trituración ó cocción, etc., según convenga.
- 3.º Sacarificación.
- 4.º Fermentación de los mostos obtenidos por la sacarificación.
- 5.º Destilación del producto alcohólico resultante.

Raíces feculentas.—Al tratar de la sacarificación de estas materias (páginas 188 y siguientes), se detallaron las operaciones necesarias hasta conseguir la sacarificación de estas substancias; resta sólo tratar aquí de la fermentación de los mostos obtenidos, conforme entonces se dijo, y que no son más que disoluciones más ó menos concentradas de glucosa, acompañada de cortas cantidades de otras substancias procedentes de la primera materia sacarificada.

La fermentación de estos mostos no ofrece nada de particular. Se procura que estén ligeramente ácidos, y que su densidad sea de 6 á 8º Baumé; para lograr la fermentación se ponen de 2,50 á 3 gramos de levadura de cerveza por 100 de glucosa contenida en el mosto; se añade, además, una corta cantidad de infusión de tannino, y por último, se procura conservar la temperatura entre 20 y 26º C. Sin embargo, cuando la composición del mosto haga temer una fermentación viscosa u otra cualquiera que no sea la alcohólica, se baja la temperatura á la que hemos señalado más conveniente; y la operación se termina exactamente lo mismo que hemos dicho para los mostos procedentes de las materias azucaradas.

El modo más conveniente de efectuar la fermentación cuando se trabaja en grande escala, y que es aplicable lo mismo á los jugos procedentes de materias azucaradas que á los mostos obtenidos por sacarificación, es disponer el material de modo que se consiga la fermentación continua

Para comprender bien esta manera de operar, supóngase un depósito R (figura 33) que recibe el jugo ó mosto azucarado. En este depósito, que puede tener cualquier forma, se añade al mosto

ó jugo las materias excitantes que se crean convenientes (páginas 260 y 261), y ya calentando, ya enfriando, según los casos, se lleva dicho depósito á la temperatura de 25°, para lo cual sirve un serpentín por donde circula el vapor ó el agua fría, conforme sea necesaria uno ú otra.

Un tubo con su correspondiente llave que arranque del fondo del depósito R, pone á éste en comunicación con el fondo del otro depósito inferior A. Este depósito lleva también un tubo-sifón con llave, que arranca de su parte superior, y va á parar á la inferior de otro depósito B, y así sucesivamente. Los depósitos A y

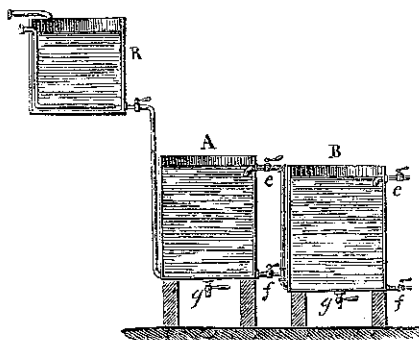


Figura 33.

B, B y C, etc., están unidos por su parte inferior por medio de los tubos *f*, que están destinados al vaciado en el caso en que es urgente proceder á la limpia, y los tubos *g* sirven para esta limpia.

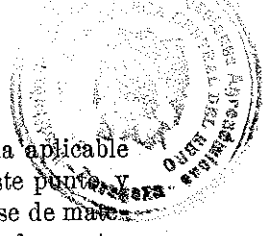
Si hay, por ejemplo, que tratar por día 30 hectolitros de mosto de remolacha, admitiendo que en circunstancias normales la fermentación de esta masa puede verificarse en cuarenta y ocho horas, es evidente que 2 cubas A y B, de 30 hectolitros cada una, bastarán para la operación, puesto que, en resumen, el jugo habrá estado sometido durante cuarenta y ocho horas á la acción del fermento. Si se añade otra cuba C, como la condición importante del trabajo es el hacer actuar el fermento durante cuarenta y ocho horas, es claro que se puede disminuir el volumen en un tercio, y no dar á las cubas más que 20 hectolitros de cabida. Añadiendo otra cuba D, podrán reducirse todas á 15 hectolitros de cabida, etc.; de suerte, que la capacidad de las cubas de fermentación estará en razón inversa de su número, permaneciendo el mismo siempre el volumen del depósito R.

De todo lo que acaba de decirse se deduce que con el procedimiento de la fermentación continua es posible tratar una gran cantidad de masa líquida con cubas relativamente muy pequeñas. Esta posibilidad ciertamente que se puede realizar en el sistema ordinario de la fermentación discontinua, puesto que para tratar por día 200 hectolitros, por ejemplo, del mismo líquido, se pueden emplear dos cubas de 100 hectolitros, ó cuatro de 50, etc.; pero en esta circunstancia hay necesidad de limpiar un número de cubas tanto mayor cuanto menor sea el volumen de las mismas, lo cual equivale á un aumento en la mano de obra, aparte de que son precisas cierto número de cubas de reserva por los accidentes que pudieran sobrevenir, y contra los cuales es siempre urgente el haber tomado precauciones.

Por este motivo, para el tratamiento de los 200 hectolitros de jugo con cubas de 25 hectolitros solamente, si la fermentación dura setenta y dos horas, término medio, serán necesarias 24 cubas en trabajo y 8 vaciándose, ó sea un total de 32 cubas para trabajar en buenas condiciones de regularidad, mientras que con la fermentación continua sólo se necesitarán 25 cubas para trabajar en las mismas condiciones, y además se economizará la limpieza diaria de 8 cubas. Aparte de estas ventajas, se consigue las de llenar las cubas todos los días, añadir al líquido que contienen los existentes de la fermentación, etc., puesto que, una vez puesta en marcha la serie de las cubas, esta operación en el sistema continuo, por grande que sea la cantidad del líquido á fermentar, queda reducida á una simple cuestión de cuidado, que no exige sino un obrero para dirigir la alimentación, excepto en el caso excepcional de la alteración de una cuba, la cual necesita una limpia y exige que el obrero esté auxiliado de un ayudante, pero solamente para esta operación.

He aquí un estado o cuadro que demuestra todo el partido que puede sacarse de esta idea para llegar al empleo de pequeñas vasijas poco costosas, ó por lo menos fáciles de montar, y de una limpia cómoda y sencilla.

CANTIDAD de líquido a tratar por día		NÚMERO Y CAPACIDAD ACTIVA EN HECTOLITROS DE LAS CUBAS Á EMPLEAR											
		Número..... Capacidad...	3 10	4 7,50	5 6	6 5	7 4,29	8 3,75	9 3,34	10 3	11 2,73	12 2,50	
10 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 10	4 7,50	5 6	6 5	7 4,29	8 3,75	9 3,34	10 3	11 2,73	12 2,50	
25 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 25	4 18,75	5 15	6 12,50	7 10,72	8 9,38	9 8,34	10 7,50	11 6,82	12 6,25	
50 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 50	4 37,50	5 30	6 25	7 21,43	8 18,75	9 16,67	10 15	11 13,64	12 12,50	
100 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 100	4 75	5 60	6 50	7 42,86	8 37,50	9 33,34	10 30	11 27,28	12 25	
200 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 200	4 150	5 120	6 100	7 85,72	8 75	9 66,67	10 60	11 54,55	12 50	
300 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 300	4 225	5 180	6 150	7 128,58	8 112,50	9 100	10 90	11 81,82	12 75	
400 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 400	4 300	5 240	6 200	7 171,43	8 150	9 133,34	10 120	11 109,09	12 100	
500 hectolitros.	{	Número..... Capacidad...	3 500	4 375	5 300	6 250	7 214,28	8 187,50	9 166,67	10 150	11 135,45	12 125	



Expuesto el procedimiento de fermentación continua aplicable á toda clase de jugos y mostos, conviene indicar en este punto, y también con referencia á la alcoholización de toda clase de materias, que deben evitarse, siempre que sea posible, las fermentaciones pastosas, es decir, la fermentación de masas que ofrezcan una concentración muy grande, esto es, que presenten una consistencia de jarabe, ó mayor aún.

Estas clases de fermentaciones son siempre incompletas ó imperfectas, desde el punto de vista de la pureza del producto que se trata de obtener; no todo el azúcar se descompone, y el alcohol que se produce se oxida á consecuencia de la temperatura demasiado elevada de la masa; es imposible, ó poco menos, evitar las fermentaciones láctica y viscosa, que constituyen acaso el más grave de todos los accidentes que pueden sobrevenir en el tratamiento de las materias feculentas; por último, las fermentaciones pastosas exigen una destilación de materias espesas, cuyos inconvenientes son muy grandes, entre ellos la necesidad de emplear aparatos especiales, con agitadores que complican el mecanismo y hacen más caro el coste del aparato y la mano de obra, aparte de que los productos son menores y de peor calidad que los obtenidos cuando se trata de líquidos vinosos.

Cereales.—Todos los procedimientos puestos en práctica para la alcoholización de los cereales pueden dividirse en dos grupos, según que la sacarificación se opere con la *diastasa* ó con los *ácidos minerales*.

El primer grupo comprende á su vez varios métodos, según que se hagan fermentar los mostos solamente (procedimiento inglés y procedimiento Basset), ó bien las materias pastosas ó semifluidas, formadas de mezclas de materias sólidas y líquidas (procedimientos alemanes, holandeses y belgas, con ó sin producción de levadura).

El *procedimiento inglés*, empleado en Inglaterra para la fabricación del *gin* y del *whisky*, es muy sencillo. Se trituran los granos, y se mezclan con agua y la proporción necesaria de cebada germinada, á una temperatura conveniente, del mismo modo que si se fuese á fabricar cerveza. El líquido se *separa del orujo* y se pone á fermentar solo, y los residuos se destinan á la alimentación del ganado.

La manera de proceder es la siguiente:

Por cada 100 kilogramos de malta introducidos en la cuba de sacarificación se ponen unos 150 litros de agua á la temperatura de 70°, y se revuelve bien la mezcla por medio de un agitador

mecánico á ser posible. Después se añaden 90 litros de agua á 90°, y se vuelve á agitar fuertemente; se deja luego reposar la masa durante dos horas, pasadas las cuales se trasega el mosto azucarado producido, y que hace próximamente unos 125 litros, de una densidad de 9 á 10° Baumé. La parte pastosa que queda en la primera cuba se trata por otros 110 litros de agua á la misma temperatura; se agita durante media hora, se deja en reposo dos, y se trasega el líquido azucarado que queda sobrenadando. Los líquidos obtenidos de la primera y segunda operación se reúnen y enfrían por medio de refrigerantes apropiados, hasta que descienden á una temperatura conveniente para recibir la levadura y empezar la fermentación. En cuanto al residuo que queda en la cuba de sacarificación después del segundo tratamiento por el agua, se somete á otro nuevo tratamiento, y por último, á la acción del agua hirviendo, destinando los líquidos que resulten á los tratamientos primeros de nuevas porciones de malta.

El mosto de los dos primeros tratamientos reunidos tiene generalmente una densidad de 7°,5 Baumé; cuando su temperatura ha descendido á 20° ó 22°, se le pone en fermentación, mezclándole medio litro de buena levadura por hectolitro de líquido. Las cubas para la fermentación deben estar cubiertas y provistas de serpentines para calentar ó enfriar los mostos, según convenga. La fermentación se termina en cuatro ó cinco días. Al sexto se destila.

Las ventajas del procedimiento inglés son las siguientes:

- 1.^a Se agota completamente la materia *sacarificable*, de modo que ésta se aprovecha toda, sin pérdida alguna.
- 2.^a Quedan en los orujos casi todos los aceites esenciales fétilos, y se obtienen, por lo tanto, productos abundantes y de excelente calidad.
- 3.^a Pueden utilizarse toda clase de aparatos.
- 4.^a Quedan residuos alimenticios sanos y de fácil conservación, muy útiles para el ganado.

Al lado de estas ventajas tiene este procedimiento el inconveniente de exigir más mano de obra y material que los demás, y dejar perdidas, sin aprovechamiento, las melazas.

Basset ha modificado ligeramente el método inglés, aconsejando: 1.º, que en vez de operar sobre los granos groseramente triturados, se reduzcan á harina; 2.º, que esta harina sea la que se ponga á sacarificar con un 15 por 100 de cebada germinada y 600 litros de agua en dos tratamientos; y 3.º, que se agoten bien los residuos con un lavado por lo menos, cuyas aguas resultan-

tes pueden servir para primer tratamiento de nueva porción.

Los procedimientos alemanes, holandeses y belgas no son tan perfectos como el inglés; en ellos la sacarificación es incompleta, los productos resultan mezclados con los aceites esenciales de los granos y los rendimientos son menores. La fermentación se hace mal y tiene todos los inconvenientes que ofrecen al fermentar las materias pastosas, según ya queda dicho.

El *procedimiento alemán* aprovechando la producción de levadura se practica en Bohemia y en Sajonia; la levadura de estas procedencias es tan estimada en el comercio como la levadura de Holanda.

Para operar se tritura una mezcla de partes iguales de trigo, cebada y centeno germinados, y se pone esta mezcla en el saca-rificador. Esta operación se efectúa con 300 litros de agua á 75 ú 80° por cada 100 kilogramos de granos. Se procura hacer bien la mezcla por medio de agitadores mecánicos, y se deja en reposo la masa durante tres horas, en cuyo intervalo se remueve por cortos instantes cinco ó seis veces. Se separa entonces la materia en dos porciones; una cuarta parte se deposita en una cuba de poco fondo, y se destina á materia para empezar la fermentación; las otras tres cuartas partes se enfrían hasta los 45° en verano y 50° en invierno; después de lo cual se pasan á otras cubas cuyo diámetro es doble que la altura, y se concluye el enfriamiento hasta 22 ó 25°, añadiendo agua suficiente ó una vinaza bien clara.

El fermento se prepara con la porción de masa separada primeramente. Esta porción, cuarta parte del total del mosto, se deja en reposo unas veinte horas, durante las cuales su temperatura desciende á 38 ó 40°, y se diluye después en un 35 por 100 de su volumen de vinaza fría, y otra tanta agua procedente de la levadura anterior. De este modo la temperatura desciende á los 25°, en cuyo caso las cubas se recubren, y al cabo de quince horas se forma una capa superior ó sombrero muy denso de fermento, estando, por lo tanto, en disposición de poderse emplear.

Muchas veces se sustituyen las aguas del lavado de la levadura por una simple adición de vinaza y de levadura, ó por agua y materia fermentada, preparada en la forma ya dicha.

Para poner en las cubas de fermentación la levadura ya preparada, se introduce ésta en aquéllas, se agita bien y se cubren las cubas. Al cabo de treinta y seis horas próximamente, cuando el sombrero comienza á disminuir, se efectúa la mezcla con cuidado; se forma un nuevo sombrero de buena levadura, poco gra-

so y menos denso que el primero. Se le recoge cuidadosamente y se lleva al depósito especial de la levadura.

La masa que queda se destila, conservándose generalmente las dos quintas partes de la vinaza clara para diluir los mostos. En cuanto al tratamiento de la levadura recogida, es muy sencillo. Se empieza por diluirla en una corta cantidad de agua fría, y se tamiza para separar todas las materias extrañas. La porción que ha pasado el tamiz se somete á una presión muy lenta y gradual, en sacos de tela fuerte y tupida, obteniéndose así la levadura prensada ó en pasta; producto que después suele colocarse en cajas de hoja de estaño ó de hoja de lata, y al abrigo del aire atmosférico.

Cuando no se trata de producir levadura, proceden en Alemania de otro modo: se hace una mezcla de granos crudos y de cebada germinada, molida finamente. De dicha cebada germinada se pone el 20 ó 25 por 100 de la masa total; de centeno se pone de 65 á 75 por 100, y el resto de avena.

Para efectuar la sacarificación se hace llegar á una cuba una cantidad de agua á 75°, suficiente para formar una masa pastosa con la materia sacarificable; se mezcla bien ésta con el agua; después se pone agua hirviendo, y se vuelve á agitar. La proporción de agua empleada varía de 300 á 500 litros por cada 100 kilos de la harina de la mezcla empleada; hay, sin embargo, fabricantes que emplean menos agua en la sacarificación, y después añaden 300 ó 350 litros de agua fría, mientras que hay otros que añaden mucho menos, y dejan enfriar en depósitos apropiados de mucha superficie y poco fondo.

La sacarificación, con el enfriamiento inclusive, suele durar de dos á tres horas.

La mayor parte de los fabricantes que siguen este procedimiento emplean una temperatura de 60 á 65°, la cual seguramente es insuficiente para una buena transformación. Enfrían después la materia hasta los 25 ó 28°, y entonces es puesta en fermentación por medio de 4 litros de levadura líquida ó 1,5 de levadura sólida por cada 100 kilogramos de granos. La fermentación dura unas treinta y ocho horas.

El producto varía entre 45 y 58 litros de aguardiente ó flemas de 49° centesimales.

Por los detalles que anteceden se ve que los procedimientos llamados alemanes son bastante defectuosos, haciendo la rutina que prevalezcan en ellos prácticas tan caprichosas como injustificadas é inconvenientes.

Las proporciones en que se pongan las distintas clases de granos es una cuestión muy secundaria, siempre que se añada malta en cantidad suficiente. Lo que importa es que el agua esté en la proporción debida para conseguir una buena sacarificación, aun en una masa pastosa ó semifluida. La temperatura de la operación debe estar entre 70 y 80°, y su duración debe prolongarse hasta que la transformación de la fécula sea completa, lo cual exi-

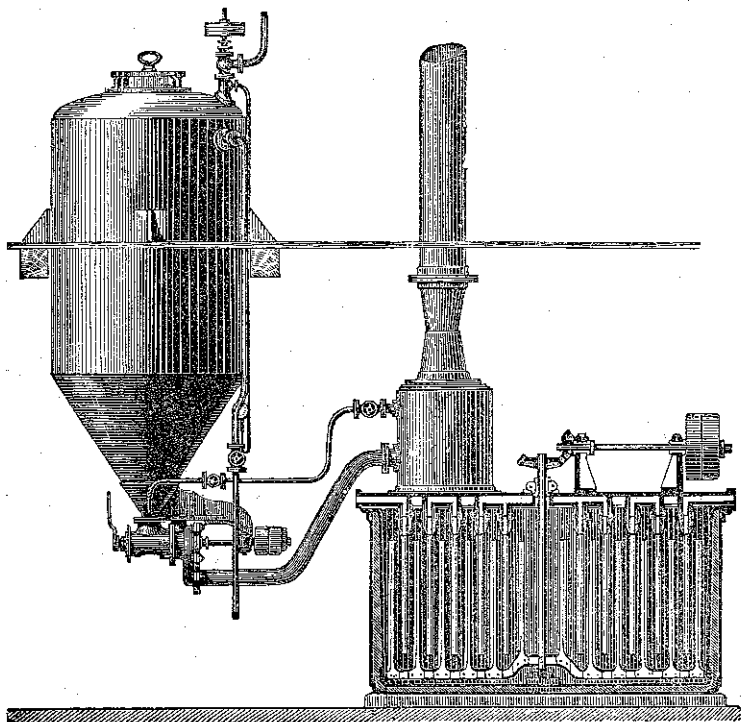


Figura 34.

ge por lo menos tres horas de operación á la temperatura constante de 75°, que es á la que se obtiene el máximo de acción de la diastasa.

El *nuevo procedimiento alemán*, tal como se practica con los aparatos construídos por la casa Breymann y Hübener, de Hamburgo, es ya mucho más perfecto.

En vez de triturar los granos, lo que se hace con gran éxito es someterlos á la acción del vapor á una presión enorme, en un aparato llamado máquina Henze (figura 34). Los resultados que

con esta máquina se obtienen son tan excelentes, que en poco tiempo ha tenido una aceptación universal, no bajando de 6.000 máquinas de esta clase las que se han montado en los nueve años que hace fué inventada.

Como se ve, es una caldera cilíndrica, donde se introduce la materia feculenta y se inyecta el vapor á fuerte presión, y que comunica con un aparato exhaustor, donde la masa pierde por evaporación gran parte del agua que contiene, pasando después á un aparato de fuerza centrífuga, donde se enfría y se revuelve con nueva cantidad de malta por medio de agitadores especiales que el dicho aparato lleva. De esta suerte la masa queda ya en disposición de fermentar. El aparato de fuerza centrífuga donde la masa se enfría, comunica por medio de una bomba con la cuba de fermentación, adonde se pasa la mezcla cuando ha adquirido ya una temperatura conveniente, y para que la fermentación se inicie se añaden heces de vino ú otra substancia semejante. El tiempo que tarde en efectuarse la fermentación varía mucho, según la cantidad de masa puesta á fermentar y la temperatura. De todos modos, cuando el desprendimiento de ácido carbónico haya cesado, la operación se da por concluída, sucediendo entonces que toda la glucosa se ha convertido en alcohol, y se procede á la destilación.

Al tratar en particular de la sacarificación de estas materias, se han descrito los tipos de maceradores modernos más perfectos.

Los *procedimientos holandeses* varían también según se procure ó no la producción de levadura.

En el primer caso, la mezcla de granos que suele emplearse es de cebada germinada y centeno crudo, en la proporción de 40 á 60 por 100 de la primera y el resto del segundo; algunas veces, aunque muy raras, suele añadirse trigo y avena. Reducidos los granos á harina groseramente pulverizada, se diluyen en 75 litros de agua ó de vinaza fría por cada 100 kilogramos de materia; se agita bien la masa y se añaden 2 hectolitros más de agua hirviendo, agitando constantemente mientras esta adición se verifica. Se deja entonces que la sacarificación se realice, para lo cual se da un espacio de dos horas y media, durante cuyo tiempo algunos fabricantes agitan la mezcla dos ó tres veces. Una vez terminada la sacarificación, se hace descender la temperatura de la masa hasta los 25°, poco más ó menos, para lo cual se añade agua fría; se mezcla con cuidado media milésima de levadura, y se deja la masa en reposo para que las materias densas se vayan

depositando. Dos horas y media después se decanta el líquido que recubre el depósito, y que forma próximamente el 60 por 100 de la masa total, y se recibe dicho líquido en los depósitos destinados á la fermentación. Dichos depósitos son de mucha superficie y poco fondo, y en ellos se deja la materia que fermenta hasta que el sombrero sea bastante denso y consistente para poderlo separar. La materia que forma dicho sombrero es la que constituye la renombrada levadura de Holanda, y la cual se lava en frío, se tamiza y se prensa, lo mismo que se efectúa con la levadura alemana.

Las materias sólidas que quedan en la cuba se fermentan aparte; al cabo de treinta ó cuarenta horas, cuando ya se ha extraído la levadura del depósito donde se fermenta el líquido, este líquido se mezcla con las otras materias sólidas; se agita la mezcla con cuidado, y la fermentación de la masa general recobra nueva actividad durante doce ó quince horas, pasadas las cuales puede pasarse á la destilación.

El rendimiento ordinario obtenido por este método es de 52 litros de alcohol de 50° centesimales y 6 kilogramos de levadura prensada por cada 100 kilogramos de harina empleada.

Quando se opera en el procedimiento holandés, sin tratar de producir levadura, se efectua la sacarificación de la misma manera que por el procedimiento que acaba de describirse; después se añade agua fría hasta que la masa se enfríe á 25°, y de modo que venga á formarse un hectolitro de líquido por cada 9 kilogramos de harina. Esta masa se pone á fermentar poniéndole una cantidad variable de levadura, pero que suele elevarse hasta el 2 por 100; se mezcla bien toda la masa y se cubre la cuba. La fermentación concluye á las treinta y seis horas, pero al llegar á las treinta, muchos fabricantes agitan la masa para excitar de nuevo la fermentación. Cuando ésta ha terminado, se destila el líquido, obteniéndose generalmente 52 litros de alcohol por cada 100 kilogramos de granos.

Los *procedimientos belgas* son varios, y todos ellos están influidos por las disposiciones vigentes en Bélgica acerca de los impuestos sobre esta industria. Los hay, como en los demás países que van estudiados, con producción de levadura y sin producción de esta substancia.

Entre los procedimientos del primer grupo, el más importante es el aconsejado por Lacambre. Se hace durar la sacarificación de tres y media á cuatro horas; la mezcla de granos debe contener de 30 á 40 por 100 de malta, y la proporción de agua debe

ser de 3 á 3,5 kilogramos por cada 100 kilos. La materia se vacía en un refrigerante, y cuando su temperatura haya descendido á los 40°, se pasa á una cuba, donde se mezcla con bastante agua y vinaza para conseguir la densidad de 5° ó 5°,5 Baumé y la temperatura de 22 á 25° centígrados. Se pone levadura ordinaria, y cuando la fermentación empieza á manifestarse, se decanta la parte más clara del mosto en un depósito chato, ó sea de mucha superficie y poco fondo. El resto del procedimiento es lo mismo que en los métodos holandeses.

Dos son los métodos más importantes, entre los seguidos en Bélgica, para la alcoholización de cereales sin producción de levadura, á saber: el método general en uso desde 1852, y el de Lacambre.

En el primero, la mezcla harinosa se compone de 25 á 30 partes de malta bien germinada, 70 á 75 de centeno bien molido, y algunas veces se añade 10 de avena; el agua se pone en la proporción y forma siguiente: en una cuba de 10 hectolitros, por ejemplo, se vierten primero 30 litros de agua fría, después 270 de agua hirviendo y 120 ó 130 kilogramos de harina, y se mezcla bien toda la masa, hasta que ésta quede bien homogénea; entonces se añaden otros 50 litros de agua hirviendo, agitando al mismo tiempo; se cubre la cuba, y al cabo de media hora se vuelve á agitar durante dos ó tres minutos, y se tapa; pasada otra media hora, nueva agitación, y por último, se enfría la masa, añadiendo agua fría ó vinazas, hasta que la temperatura desciende á los 28° en verano, 30 ó 32° en primavera y 32 á 34° en invierno. Conseguido esto, se pone la masa en fermentación, añadiendo por hectolitro 200 gramos de levadura prensada. La fermentación llega á su máximum á las doce horas próximamente; cuando es muy activa, los fabricantes la moderan destapando las cubas; pero sería preferible enfriar un poco la masa por medio de un serpentín con agua fría. Si la fermentación, por el contrario, va muy despacio, se agita la masa, mezclando con ella el sombrero; y por último, se recubre la cuba hasta que la fermentación esté muy avanzada, lo cual se conoce en que cesa el desprendimiento de ácido carbónico, en cuyo caso se procede á la destilación. Se suele obtener por este procedimiento de 54 á 56 litros de flemas de 50°.

En el procedimiento de Lacambre los granos crudos y muy bien molidos se mezclan con 20 ó 30 por 100 de malta, y se colocan en un aparato distribuidor colocado sobre la cuba de sacarificación. Esta cuba es de doble fondo, y provista de un agitador, y

dispuesta de manera que contenga de 230 á 260 litros de líquido por cada 100 kilogramos de materia sacarificable. Una vez que en la cuba se ha puesto agua en cantidad conveniente y á la temperatura de 76 á 78°, se hace funcionar el aparato distribuidor y el agitador; á los diez ó quince minutos la mezcla queda hecha, y se añade un poco de agua hirviendo (10 ó 20 por 100 del volumen total), y se hace pasar un chorro de vapor por entre los dos fondos de la cuba, á fin de que la temperatura ascienda á 66 ó 68°. Así que se ha llegado á este grado, se cierra la llave del vapor, se detiene el juego del molinete y se deja reposar la masa durante media hora.

En este tiempo las materias feculentas se transforman en glucosa ó dextrina, y los fragmentos más gruesos, que contienen aún mucha fécula por transformar, se depositan en el fondo del aparato. Después de la media hora de reposo se vuelve á agitar de nuevo para poner en suspensión en el líquido las materias pesadas, á fin de que se vayan sacarificando, operación que se repite dos ó tres veces hasta lograr la sacarificación completa, lo cual exige cuatro horas de tiempo y 3 litros de agua por cada kilogramo de harina empleada. Los destiladores belgas emplean, sin embargo, 250 ó 260 litros de agua por cada 100 kilogramos de materia farinácea, á fin de poder efectuar la sacarificación en dos ó dos horas y media, apremiados por las exigencias fiscales de aquel país.

Los referidos destiladores, á las dos horas de haber diluido perfectamente en el agua la materia farinácea, hacen funcionar el agitador y circular agua fría por el falso fondo, y entre las dobles paredes de la cuba de sacarificación, á fin de hacer bajar la temperatura hasta los 40 ó 42°; conseguido este enfriamiento, abren la llave de descarga y hacen pasar la masa á la cuba de fermentación. Llenan esta cuba con agua y vinaza clarificada por el reposo y enfriada al aire libre. La proporción más ventajosa en que debe ponerse esta vinaza es la de un tercio del volumen total del líquido. Éste después fermenta por medio de 150 á 200 gramos de levadura por hectolitro de masa, que equivalen á 14 ó 15 kilogramos de materias harináceas. En todo lo demás se siguen las mismas precauciones que en los demás procedimientos descritos.

Todos estos procedimientos en que se efectúan fermentaciones de mostos pastosos son muy imperfectos y presentan muchas desventajas; por los procedimientos belgas más acabados, y trabajando con el mayor esmero, se obtienen 54 ó 56 litros de 30°

de fuerza alcohólica, mientras que fermentando mostos líquidos por los procedimientos ordinarios, se obtienen 69 litros de flemas á 50°; lo cual indica la superioridad de estos procedimientos sobre los de fermentación pastosa.

Además de todos los procedimientos descritos de sacarificación de los cereales con la diastasa, hay otro denominado *método de Ilges-Kill*, en el cual se efectúa la sacarificación con la diastasa y á alta presión. Este procedimiento está destinado á operar especialmente con el maíz, como primera materia, añadiéndole de 10 á 12 por 100 de cebada germinada, que lleva la diastasa que ha de convertir en azúcar la fécula del grano.

Este no se tritura previamente ni se reduce á harina como se hace en otros procedimientos, sino que se somete desde luego al cocido. La preparación del grano se efectúa en un aparato representado en la figura 35, y cuya disposición se indica bien claramente en el dibujo. La caldera A es el *cocedero*, donde el grano se cuece y se revuelve mecánicamente durante seis horas. De la caldera pasa el grano al pelador C, donde los granos de maíz se someten á un rozamiento de un grado muy preciso y suficiente para que pierda las cubiertas y el germen en donde se hallan contenidos los aceites esenciales que dan sabor y olor especiales á los aguardientes de industria, haciéndoles desmerecer. Ésta es, por lo tanto, una de las operaciones más importantes del sistema Ilges, y á la que deben indudablemente su pureza los aguardientes obtenidos.

Dispuesto ya de esta manera el grano, se procede á la sacarificación, para lo cual se le mezcla con el malta en una cuba especial, á una temperatura un poco más baja que la que sufrió en el cocedero. Realizada la transformación de la fécula en azúcar, queda ésta disuelta en el agua, formando un mosto que fermenta fácilmente.

Se pueden también alcoholizar los cereales efectuando su *sacarificación con el ácido sulfúrico*, en vez de utilizar la diastasa contenida en la cebada germinada. Sin embargo, este método de alcoholización empleando los ácidos, lleva en su contra, como ya queda dicho, el no poder utilizar los residuos para la alimentación del ganado. Lo mejor en este caso es vender los referidos residuos como abonos, que es lo que se hace en el Norte de Francia. En todo caso, la alcoholización de los cereales, efectuando la sacarificación por los ácidos, conviene en los casos en que se trate de utilizar granos averiados ó residuos de feculerías.

La alcoholización de los cereales sacarificando con ácido sul-

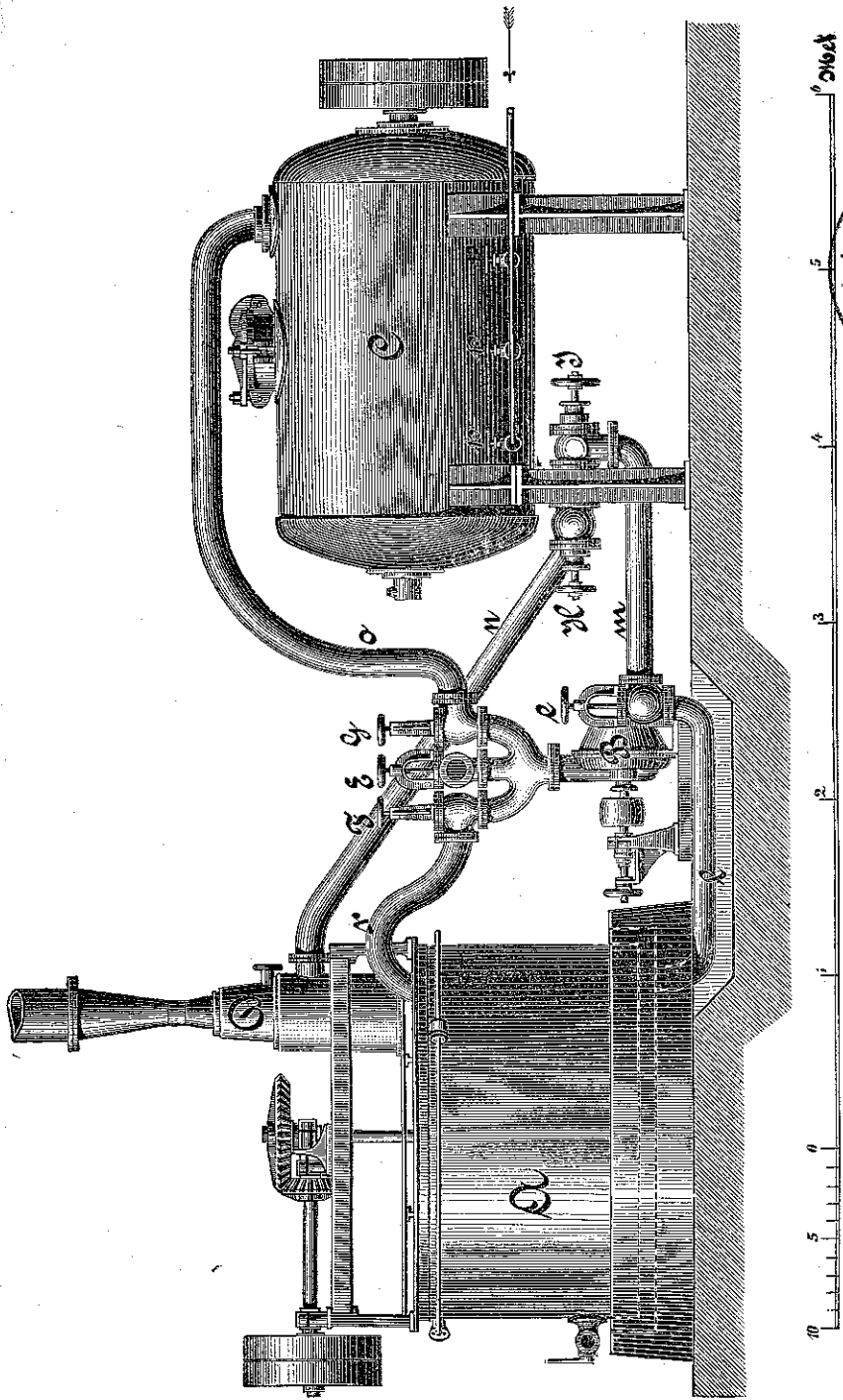


Figura 85.

Servicio de Investigación Agrícola
D.G.A.
 BIBLIOTECA
 - ZARAGOZA

fúrico, comprende dos procedimientos: uno, que es el antiguo, en el que se opera á la presión ordinaria, y otro, moderno, que se opera á fuertes presiones.

El *método antiguo* es bastante sencillo, pero hay que ajustarse, al practicarlo, á varias condiciones para obtener buen resultado. Estas condiciones son:

1.^a Es necesario emplear cubas de fermentación construídas é instaladas de tal modo que duren mucho y que descansen perfectamente sobre el fondo, el cual ha de apoyarse por completo en el suelo. Sin estas precauciones hay exposición á que se rompan las cubas, produciendo quemaduras graves á las personas que se hallan próximas en el momento en que el jarabe hiviendo salta en todas direcciones.

2.^a Es necesario que el tubo de plomo que conduce el vapor de calefacción á la cuba de sacarificación esté dispuesto en espiral en el fondo de dicha cuba, de modo que no quede más que una distancia de 20 á 25 centímetros entre cada espira y unos 15 entre la última espira y la pared de la cuba; dicho tubo de plomo debe llevar tres filas de agujeros, la suma de cuyas aberturas represente próximamente la tercera parte de la sección del tubo. Una de las tres filas de agujeros debe ir por la parte superior del tubo y las otras una por cada lado. Si se descuidan estas precauciones, resulta que la ebullición no se efectúa con igualdad en toda la cuba, y una parte de los granos cae al fondo sin sacarificarse. En algunas destilerías han querido remediar este inconveniente poniendo en la cuba un agitador movido por una máquina, pero es más sencilla y eficaz la disposición del tubo de plomo en la forma que queda descrita.

3.^a Antes de cargar la cuba con los granos triturados, es preciso poner en ella el agua y el ácido, ó por lo menos las dos terceras partes del total que haya de emplearse de éste. Se calienta esta mezcla de agua y ácido hasta la ebullición, la cual se mantiene por medio de una corriente de vapor todo el tiempo que se emplee en la carga de la cuba. Esta ebullición mantiene en suspensión el grano é impide que se deposite en el fondo de la cuba, de donde sería difícil desprenderle para que sufriera la sacarificación. La cantidad total de ácido que debe ponerse es 10 kilos de ácido clorhídrico ó 5 de ácido sulfúrico por cada 100 kilos de grano.

4.^a En la carga de la cuba empléase próximamente una hora, después de la cual se añade el ácido que falta y se mantiene la ebullición durante otra hora para transformar completamente la

fécula de los granos en dextrina; después se modera un poco el vapor, sin interrumpir sin embargo la ebullición hasta que la sacarificación termina, lo cual sucede, según la naturaleza de los granos sobre que se opera, al cabo de ocho á catorce horas. La terminación de la sacarificación se reconoce haciendo uso de la reacción de la tintura de yodo sobre la fécula, según se indicó en el capítulo V, pág. 184. Otro procedimiento consiste en tomar de la cuba de sacarificación una corta porción de jarabe; se filtra por papel sin cola; se recoge el líquido filtrado en una probeta, ó en su defecto en un frasquito de vidrio, y se mezcla con tres veces su volumen de alcohol fuerte. Siempre que al efectuar esta mezcla se forme un precipitado blanco, como algodonoso, la sacarificación es incompleta; dicho precipitado es la dextrina aún no transformada en azúcar y que es insoluble en el alcohol. Cuando después de la mezcla el líquido queda transparente y homogéneo, la operación puede darse por concluída.

5.^a Terminada la sacarificación, se detiene la entrada del vapor en la cuba, y ésta se vacía por porciones en otra cuba donde se efectúa la saturación.

6.^a Esta operación consiste en neutralizar el ácido libre que el líquido contiene, empleándose para ello el carbonato de cal (ó sean las substancias denominadas vulgarmente creta, tierra blanca, tierra caliza, mármol en polvo, etc.). Dicho carbonato de cal se pulveriza y criba, y después se añade á los líquidos sacarificados, pero procurando no neutralizar por completo la acidez, sino dejando unas cuantas milésimas de ácido libre, de modo que los mostos deben quedar siempre en disposición de que enrojezcan muy débilmente el papel de tornasol. Si la creta empleada es bien pura, se emplea generalmente en la proporción de 3,5 kilogramos para cada 100 de granos.

En el caso en que se mezclen con melazas los frutos obtenidos de la sacarificación de cereales, no es necesario practicar la saturación, porque el ácido excedente sirve para obrar sobre las referidas melazas.

7.^a Terminadas la sacarificación y la saturación, se filtran los mostos con cuidado para separar el sulfato de cal formado, y después se enfrían mezclándolos con agua fría hasta que la temperatura descienda á unos 20 ó 25° centígrados y la densidad á 4,5 ó 5° Baumé. En estas condiciones los mostos fermentan con gran facilidad, porque contienen mucha levadura. Practicase, pues, en este caso la fermentación continua (páginas 289 y siguientes) sin más gastos de levadura de cerveza que la que se pone en la

primera cuba. Deben añadirse previamente dos milésimas de tanino para que los resultados de la fermentación sean más satisfactorios.

El método antiguo de alcoholización de cereales que acaba de describirse es muy sencillo, pero los gastos de ácido y combustible, sumados á la circunstancia de no poder utilizar los residuos en la alimentación del ganado, han sido motivos para que este procedimiento fuese mirado con prevención por los prácticos.

Pero los perfeccionamientos que en estos últimos años ha experimentado este método, han hecho variar bastante las condiciones económicas del procedimiento, siendo, por lo tanto, de la mayor importancia para la industria alcoholera el conocer dichas modificaciones.

El método moderno de alcoholización de cereales efectuando la sacarificación por los ácidos, según las importantes reformas de los Sres. Colani y Kruger, consiste en operar bajo presión en un cilindro de cobre y en determinar exactamente el número de calorías necesarias para la sacarificación de cada substancia, trabajando con vapor á una presión dada y durante un tiempo determinado. Emplease como sacarificador un gran cilindro de cobre, de metro cúbico y medio de capacidad, y como ácido para efectuar la sacarificación, el ácido clorhídrico.

Las adjuntas figuras (36 y 37) representan, de frente y de perfil, el aparato ideado por los Sres. Colani y Kruger para la sacarificación de cereales á gran presión. Las porciones son:

A. Cilindro de cobre rojo, sólidamente construido, con doble fondo perforado.

b. Compuerta para cargar los granos.

c. Compuerta para introducir el doble fondo.

d. Probeta para seguir la marcha de la operación, tomando muestras de los mostos en las diferentes fases del trabajo.

e. Manómetro para indicar la presión interior del aparato.

f. Reloj para observar la duración de la operación.

G. Cuba de madera, provista de una chimenea, destinada á recibir el contenido del sacarificador, una vez terminada la sacarificación.

1. Llave de llegada del agua acidulada.

2. Llave de llegada del vapor para la calefacción.

3. Llave para purgar el aire contenido en el cilindro.

4. Llave de vaciar, que comunica con la cuba superior.

La manera de proceder con este aparato es la siguiente: Se vierten en el cilindro de cobre 600 litros de agua, mezclados con

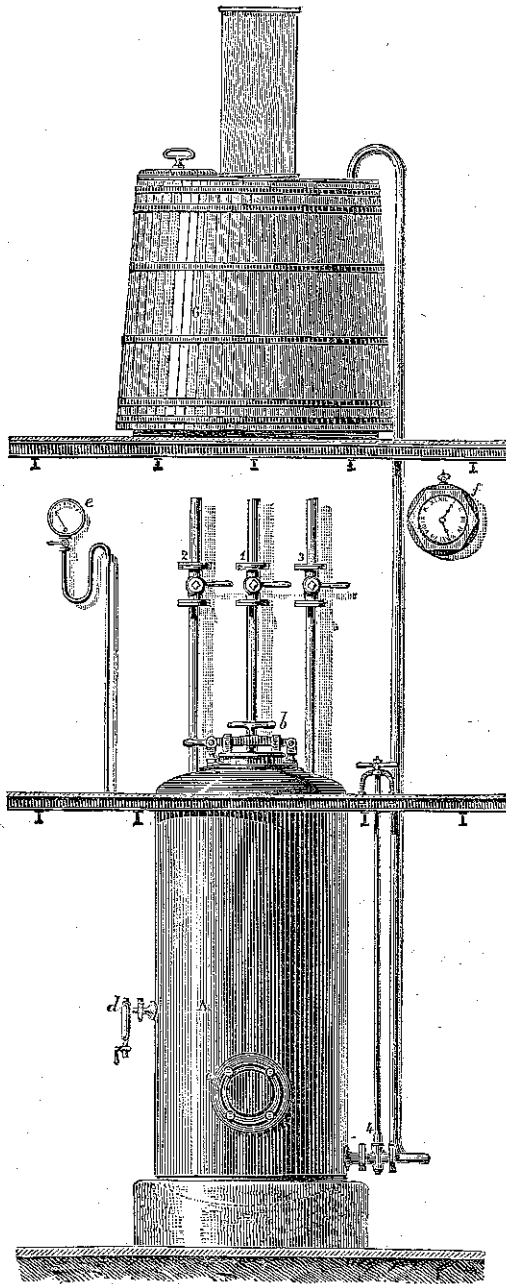


Figura 36.

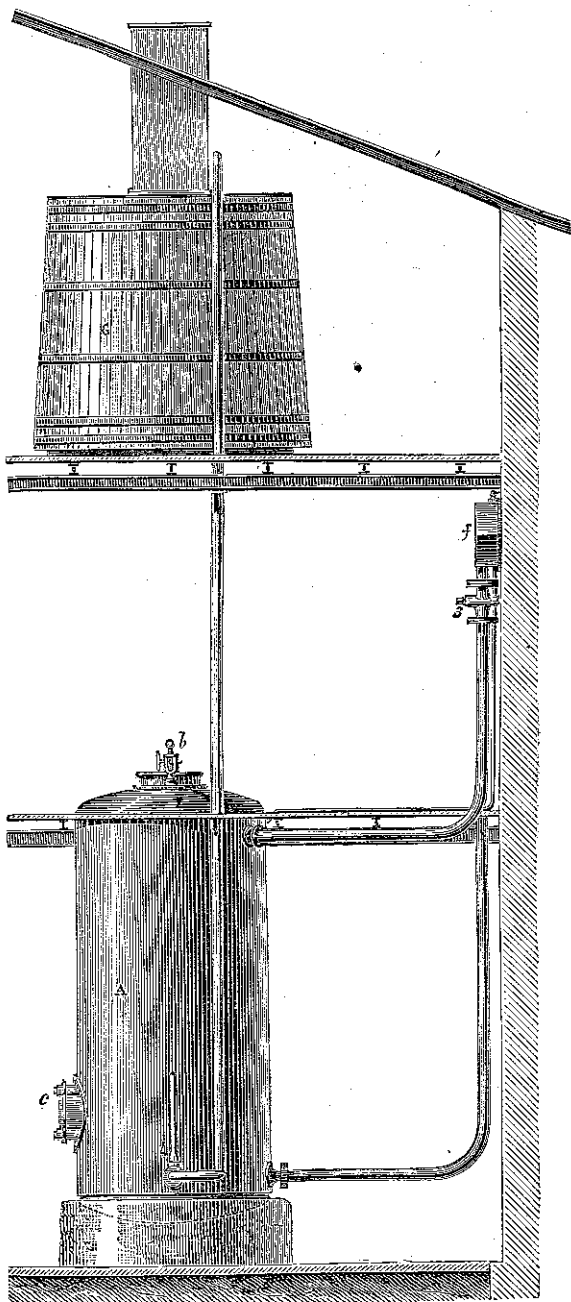


Figura 37.

16 kilos de ácido sulfúrico, y al mismo tiempo se abre la llave 2 para la entrada del vapor. Así que están en el sacarificador los dos tercios del líquido, se echan por la compuerta *b* unos 360 kilos de grano triturado; se cierra la compuerta *b*, se deja salir el aire por la llave 3 hasta que no pase más que vapor, se cierra entonces la llave, y el manómetro acusa en seguida que la presión en el interior del aparato empieza á aumentar; cuando ha llegado á 3 atmósferas, que es la presión normal para el maíz, se detiene la introducción del vapor destinado á la calefacción. Ocurre á veces que la presión disminuye, descendiendo el manómetro á 2,5 atmósferas; en este caso se abre de nuevo la llave de entrada del vapor durante unos segundos, con lo cual se restablece en seguida la presión normal.

Después de cincuenta minutos de calefacción, contados á partir del momento en que se cierra la compuerta *b*, se abre la llave de descarga 4, y entonces, en virtud de la misma presión interior existente en el cilindro A, toda la masa líquida se eleva por el tubo lateral que vierte en la cuba *g*, la cual está protegida por una cubierta sólidamente claveteada, sin más salida que la chimenea de madera indicada en el grabado, y que sirve para dar libre salida al vapor. La longitud del tubo lateral por donde el líquido asciende es de unos 6 metros; altura que puede elevarse sin inconveniente alguno, pues cada atmósfera de presión superior á la ordinaria existente en el cilindro A es capaz de elevar el líquido á unos 9 metros. En el sacarificador no queda absolutamente nada de mosto, de modo que el falso fondo agujereado de que el referido sacarificador A está provisto, tiene por objeto principal retener el grano durante la operación á cierta distancia del tubo por donde entra el vapor, á fin de que la distribución de éste se haga con uniformidad.

La descarga dura cuatro minutos, la carga once, que con los cincuenta minutos de cocción hacen un total de sesenta y cinco minutos para la duración total de la operación; de modo que pueden hacerse unas 22 sacarificaciones en veinticuatro horas. El obrero encargado de la operación tiene tiempo y espacio para conducir dos aparatos, incluso la carga y descarga. En una fabricación en grande escala se puede montar una batería de sacarificadores en la forma y disposición indicada, que marcharán perfectamente con muy poca mano de obra y con gran economía de tiempo. También pueden darse sin inconveniente mayores dimensiones que las consignadas al cilindro sacarificador.

Hay que tener además presente que cada clase de granos que se

trate de sacarificar necesita una presión determinada para que la operación marche en las condiciones más favorables; si hay exceso de presión por dar más calor del conveniente, la glucosa se transforma en parte en ácido caramélico, y hay la pérdida en alcohol consiguiente; si la presión es inferior á la que debe emplearse, la operación se prolonga y desaparecen las ventajas del sistema, que son economizar tiempo, ácido y combustible.

Los Sres. Colani y Kruger han operado de este modo sobre muy diversas substancias, tales como el maíz, cebada, centeno, trigos averiados, heno, paja, madera, etc., obteniendo resultados muy interesantes. El heno, por ejemplo, les ha dado 12,50 por 100 de alcohol. Sin embargo, este procedimiento tiene su especial aplicación para los cereales, los cuales por este medio pueden dar resultados bastante económicos, convirtiendo en procedimiento bastante práctico un método de alcoholización que antes se consideraba ruinoso.

En efecto, según el testimonio de los inventores, se consigue con este modo de operar disminuir los gastos de fabricación de cada 1.000 kilogramos de maíz en 38,50 pesetas, en la forma siguiente:

1.º Economía en el ácido empleado, 55 kilogramos, que á 16 pesetas los 100 kilos, hacen.....	8,80 pesetas.
2.º Economía en el combustible, 990 kilogramos de hulla, que á 30 pesetas los 1.000 kilos, hacen.....	29,70 —
Ó sea, para 1.000 kilogramos de grano.....	38,50 pesetas.

Esto, sin embargo, no constituye sino una de las ventajas del procedimiento, puesto que éste además aumenta el rendimiento en alcohol, llegando á dar con algunas clases de maíz hasta 35 litros de espíritu *tres seis* fino de 90°.

Terminada la sacarificación, se procede á la saturación con la caliza en polvo, en la misma forma que por el procedimiento ordinario; luego á la filtración para separar el sulfato de cal formado; después al enfriamiento en refrigerantes especiales de palastro y de cobre, donde se hace descender la temperatura á los 25° centígrados; y, por último, por medio de bombas se pasa á las cubas de fermentación, donde ésta se practica de una manera continua, añadiendo sólo levadura á la primera cuba.

Una vez obtenidos los jugos fermentados, se procede inmediatamente á su destilación y rectificación, según se verá.

Otro de los procedimientos modernos para la alcoholización de los cereales, efectuando la sacarificación por los ácidos y bajo presión, es el *procedimiento Billet*, ideado por un fabricante de

alcohol de este nombre, establecido en Merly, cerca de Valenciennes (Francia).

Triturados los granos y convertidos en harina gruesa, se introducen en calderas metálicas autoclavas, con 5 kilogramos de ácido clorhídrico y 150 litros de agua para 100 kilos de grano. Se calienta en seguida la masa, y se eleva la presión á 4 atmósferas durante veinticinco minutos. Todo el almidón se transforma perfectamente de este modo en dextrina. Prodúcese en seguida la glucosa, dejando que la sacarificación se termine por completo en cubas de madera, cuyas dimensiones varían según la escala en que se trabaje.

Se neutraliza entonces parcialmente el exceso de ácido clorhídrico resultante, empleando para esta neutralización cal viva ó carbonato de cal en polvo, operando de manera que, añadiendo después agua á la masa líquida hasta que tenga una densidad de 1,040 (lo cual puede apreciarse con un densímetro ó con el areómetro Baumé, que marcará 6°), el mosto no tenga entonces más de 75 centigramos de ácido clorhídrico libre por litro.

Según las experiencias de M. Billet, esta proporción del ácido es muy importante, no sólo porque es la más favorable á la fermentación especial que ha de experimentar el mosto para que el alcohol se produzca, sino que facilita en extremo la separación, por medio de filtros-prensas, de las materias grasas, nitrogenadas, celulósicas, etc., que el mosto contuviere en suspensión.

Esta separación se efectúa muy mal si se opera con líquidos muy ácidos; y si se neutralizan por completo, se obtiene un mosto claro ciertamente, pero privado también por completo, después de la filtración, de toda clase de materias nitrogenadas; de modo que no quedan ni aun las necesarias para la fermentación del líquido. Es menester, por lo tanto, vigilar con cuidado la neutralización y detenerla en el momento preciso en que el mosto contenga á razón de 0,75 gramos de ácido clorhídrico por litro, cosa que el obrero encargado de este servicio puede hacer por sí mismo fácilmente.

Cuando el mosto está ya neutralizado de este modo, se le introduce bajo presión en los filtro-prensas, por medio de los cuales se consigue en seguida la separación de las materias insolubles y del líquido claro que contiene la glucosa y las materias nitrogenadas necesarias para iniciar la fermentación.

En esta operación resultan en los filtro-prensas unos panes muy húmedos, que contienen alguna cantidad de principios azucarados utilizables. Lo que se hace para aprovechar estos princi-

pios es desleir y remover en agua dichos panes, y se les prensa y filtra de nuevo, y el líquido claro que resulta de esta segunda presión se une al procedente de la primera.

Se puede someter los panes á dos ó tres tratamientos análogos, con lo cual no sólo se les privará de todas las materias útiles que contuvieren al principio, sino de la más pequeña señal de acidez ó de sales de cal solubles que podría alterar su pureza y hacerlos menos saludables para el ganado, á cuya alimentación se destinan con gran éxito.

Estos panes abundan en nitrógeno y en materias grasas. Bien trabajados, son sanos, tienen un gusto muy agradable, y por eso se emplean perfectamente para la alimentación del ganado.

Puede extraerse también por una presión muy enérgica un aceite secante parecido al de linaza, que en el comercio se expende al mismo precio que el obtenido del modo que acaba de indicarse.

El mosto ya clarificado procedente de los filtro-prensas, diluido con agua hasta conseguir la densidad de 1,040 (6° Baumé), se coloca en cubas de madera á una temperatura de 20 á 25°, y mezclado con un poco de levadura de buena calidad. La fermentación se inicia en seguida, y marcha regularmente sin efervescencia tumultuosa; condiciones muy útiles para obtener el máximo de rendimiento. La levadura asciende á la parte superior del líquido y forma un sombrero compacto, que se separa cuando llega á tener bastante espesor; así se va recogiendo en diferentes veces la levadura que se vaya originando en cada cuba. Se reúnen después estas levaduras, se las lava y se las prensa para ponerlas en disposición de mandarlas al comercio.

De este modo se obtienen por lo regular de 7 á 8 kilogramos de levadura húmeda prensada por cada 100 kilogramos de maíz que se empleen. Esta levadura es extremadamente activa y muy buena para la panificación. Además, en el fondo de las cubas queda, cuando la fermentación ha terminado, alguna porción de levadura de calidad inferior, que se emplea para la fermentación de las melazas.

En cuanto á la destilación del líquido fermentado, se hace con toda la regularidad que pueda apetecerse. Los líquidos claros, límpidos, privados de todos los cuerpos sólidos susceptibles de adherirse á las paredes de los alambiques, ceden su alcohol con facilidad, y éste tiene un gusto excelente, obteniendo más pronta colocación en el mercado y á mejor precio que los alcoholes obtenidos de remolachas, melazas y aun de semillas, si se obtienen por los procedimientos ordinarios.

Las vinazas que quedan en los alambiques, completamente desprovistas de alcohol, pueden dejarse perder, mandándolas á las alcantarillas, pozos perdidos ó ríos próximos. No contienen materias nitrogenadas y grasas cuya descomposición pútrida produce esas emanaciones pestilenciales que se observan con frecuencia en la vecindad de las destilerías, y que hace á éstas tan perjudiciales para la salud, si no se tienen en cuenta al establecer las destilerías ciertas condiciones higiénicas, de las cuales se tratará por extenso en lugar oportuno, pues es una cuestión que, aunque accesoria, desde el punto de vista técnico, no puede dejar de ser atendida con sumo cuidado por el industrial.

En resumen: las ventajas del procedimiento seguido por M. F. Billet para la obtención del alcohol de semillas son las siguientes:

1.^a Conseguir una fermentación mejor y más completa por los métodos ordinarios cuando se opera con mostos turbios y espesos. Obiténesse, por consiguiente, mayor rendimiento, además de la mayor facilidad en operar.

2.^a Trabajando con los mostos filtrados, extrayendo la levadura, se obtiene un rendimiento de 33 litros de alcohol de 90° centesimales por 100 kilogramos de maíz, mientras que por el procedimiento ordinario, siguiendo la sacarificación ácida, y sin la separación de la levadura, no se obtienen más que de 31 á 32 litros, todo lo más.

3.^a Obiténesse por cada 100 kilogramos de maíz un minimum de 7 kilogramos de levadura de excelente calidad. Esta producción es siempre regular y constantemente obtenida con menos gastos que cuando se tratan las semillas por el malta.

4.^a Obiténesse también una buena cantidad de panes ó tortas á propósito para la alimentación del ganado. Estas tortas representan aproximadamente el 15 por 100 del peso de la semilla seca empleada, y pueden producir un aceite de excelente calidad.

5.^a La superioridad del gusto de los alcoholes producidos por este procedimiento permite venderlos á precios más elevados que los corrientes para estas clases de artículos, y aun á pesar del aumento del precio tienen fácil colocación en el mercado.

6.^a Por último, los beneficios pecuniarios obtenidos con la aplicación del sistema de M. Billet, y que resultan de las ventajas que acaban de manifestarse, pueden calcularse en la forma siguiente:

Admitiendo como base el precio medio del maíz á 18 pesetas los 100 kilos, y el del alcohol á 85 pesetas el hectolitro (precio in-

ferior al que alcanzan ordinariamente los alcoholes alemanes en la plaza de Bilbao, que es de 87 á 90 pesetas), el máximo de rendimiento obtenido por los procedimientos ordinarios por la fermentación de los mostos turbios es:

	<u>Pesetas</u>
Por 32 litros de alcohol, á 85 pesetas hectolitro	27,20
Tortas y aceite	<u>2,00</u>
<i>Total</i>	29,20
Rebajando de gastos de fabricación, derechos, etc.	10,00
Queda por cada 100 kilos de maíz un producto de	<u>19,20</u>

Y como queda dicho, los 100 kilos de maíz vienen á costar, según queda admitido, unas 18 pesetas; queda un beneficio de una peseta y 20 céntimos por hectolitro; beneficio sumamente escaso, que con mucha facilidad puede convertirse en pérdida á poco que suban los precios del cereal, ó bien á poco que se eleven los gastos de la fabricación por cualquiera de las múltiples circunstancias que en cada localidad pueden ocurrir.

Por el procedimiento de M. Billet el resultado es el siguiente:

	<u>Pesetas</u>
Por 33 litros de alcohol, á 85 pesetas hectolitro	28,05
Por 15 kilos de torta y aceite	2,50
Por 7 kilos de levadura (al precio mínimo de 80 céntimos el kilo) ..	<u>5,60</u>
<i>Total</i>	36,15
Rebajando de gastos de fabricación, derechos, etc.	12,00
Queda por cada 100 kilos de maíz empleado un producto de	24,15
Cuestan los 100 kilos de maíz	<u>18,00</u>
Beneficio	<u>6,15</u>

Es claro que este beneficio puede reducirse bastante con la carestía de los medios de fabricación; pero de todos modos, la ventaja sobre el procedimiento ordinario es bien evidente y positiva. Así, pues, en las plazas donde el destilador puede tener una pérdida real con las cotizaciones actuales del maíz y del alcohol, si se emplea el sistema ordinario de fabricación, puede llegar á obtener una ganancia segura siguiendo el procedimiento de M. F. Billet que queda descrito, es decir, fermentando los mostos clarificados, y obteniendo la levadura prensada y residuos comestibles para el ganado.

Este procedimiento resuelve el problema de la destilación de

las semillas utilizando la sacarificación por los ácidos con producción de levadura y con residuos aprovechables; productos que hasta aquí sólo podían obtenerse por el tratamiento con el malta. Además, bajo el punto de vista de la comodidad y de la salubridad pública, es ventajoso, porque evita todas las materias putrescibles que se encuentran en las vinazas resultantes de los procedimientos ordinarios de fabricación.

Legumbres.—Los procedimientos descritos detalladamente para la alcoholización de cereales, tienen aplicación á la de las legumbres, sin más que ligeras variaciones. Sirva de ejemplo la alcoholización de las algarrobas, producto que se ha utilizado bastante como primera materia para obtener alcohol.

Redúcese el fruto á pequeños pedazos, y se someten en seguida á la maceración con agua. La disolución sacarina de este modo obtenida se somete á la fermentación, y después, el vino, producto de esta fermentación, se destila en aparatos á propósito, por cuyo medio se obtiene en definitiva un alcohol de excelente calidad.

Habiendo sometido 10 kilogramos de algarrobas de Chipre á la maceración en un pequeño macerador que se llenó primero de agua caliente y se dejó impregnar el fruto durante una hora, y colando poco á poco en tres horas y media 25 litros de agua, se han obtenido los siguientes resultados:

5 litros con una densidad de 14° del densímetro

1	—	—	12°,8	—
1	—	—	11°,7	—
1	—	—	11°,4	—
1	—	—	10°	—
1	—	—	9°,6	—
1	—	—	9°,2	—
1	—	—	8°,2	—
1	—	—	7°	—
1	—	—	6°,2	—
1	—	—	4°,4	—
1	—	—	4°,2	—
1	—	—	3°,7	—
1	—	—	3°,3	—
1	—	—	2°,9	—
1	—	—	2°,3	—
1	—	—	1° 6	—
1	—	—	1°,2	—
1	—	—	1°,2	—
1	—	—	0°,9	—
1	—	—	0°,5	—



Lo que equivale á un término medio de 25 litros á 10,7° del densímetro. Fermentada esta disolución, y destilando el líquido resultante, se obtuvieron 2.200 centímetros cúbicos de alcohol de 100°, lo que equivale á un rendimiento de 22 por 100 de alcohol.

Frutos feculentos.—Para extraer el alcohol de las castañas, bellotas, etc., se empieza por desecar bien estos frutos, lo cual desarrolla en ellos el principio azucarado y permite conservarlos sin alteración durante mucho tiempo.

Una vez convenientemente secos, se pelan dichos frutos por los procedimientos ordinarios y se cuecen en agua en suficiente cantidad. A medida que van creciendo, el agua va tomando, por lo general, un color gris obscuro, y apoderándose de los principios azucarados.

Una vez desechas las castañas, bellotas, etc., por la división mecánica y la cocción, se somete el líquido obtenido, ó sea el mosto, á la fermentación. Se destila después este caldo, y el producto es un alcohol de excelentes cualidades.

Los residuos de la fermentación se emplean con gran ventaja para engordar animales, sucediendo que los productos son más nutritivos y sanos que los obtenidos directamente moliendo bellotas y castañas con sus cortezas, y ablandándoles en el agua. Cada 100 litros de estos frutos dan por este procedimiento unos 8 litros de alcohol de calidad excelente.

SEGUNDA PARTE

DESTILACIÓN

CAPÍTULO PRIMERO

NOCIONES GENERALES SOBRE DESTILACIÓN

§ I.—Teoría de la destilación

La *destilación* es una operación en la cual se reduce á vapor, por medio del calor, una substancia susceptible de evaporarse, y se vuelve después á su estado primitivo sólido ó líquido por medio del enfriamiento.

Hay, pues, destilación de sólidos y de líquidos. Cuando los sólidos por la acción del calor pasan directamente al estado de vapor, y de éste, por enfriamiento, al estado sólido, la operación recibe el nombre particular de *sublimación*.

La destilación tiene por objeto separar una substancia volátil de otra ó de otras substancias fijas, ó que necesitan para volatilizarse una temperatura muy distinta de la que necesita la substancia primera que quiere aislarse ó separarse.

En el caso concreto de la fabricación de los alcoholes, la destilación tiene por objeto único la extracción del alcohol contenido en el líquido fermentado, cualquiera que sea el origen de éste, y una vez preparado por los procedimientos que se han descrito en la primera parte del presente Tratado.

En efecto; se comprende que esto pueda ser posible sabiendo que si se tiene una mezcla de agua y alcohol, como aquélla no hierve hasta los 100° y éste hierve á los 78°,4, resultará que aplicando gradualmente el calor, al llegar la temperatura á los 78°,4, ó un poco superior, se volatiliza el alcohol cuando el agua no ha empezado á hervir todavía; de modo que condensando los vapores que entonces se producen, el líquido que resulte estará formado por el alcohol volatilizado, más la corta cantidad de agua

que á esta temperatura se evapora y que dichos vapores alcohólicos hayan arrastrado consigo mecánicamente.

Ahora bien; los líquidos fermentados y las materias pastosas sometidas á igual operación, contienen siempre, además del alcohol, ciertas cantidades de materias azucaradas ó amiláceas que la fermentación ha podido dejar intactas: agua, ácido succínico, glicerina; substancias nitrogenadas, grasas y salinas; fermentos y algunos productos accidentales como aldehidos, ácido acético, ácido láctico, ácido butírico, otros ácidos vegetales preexistentes ó separados por el ácido sulfúrico añadido algunas veces para favorecer la fermentación; y aparte de todas estas substancias, contienen también los líquidos fermentados ciertos aceites esenciales, éteres, etc.

Todas estas substancias tienen una temperatura ó punto de ebullición diferente, según puede verse por la adjunta tabla:

SUBSTANCIAS	Temperatura de bullición
Aldehido.....	21°,0
Éter acético.....	74°,5
Alcohol.....	78°,4
Agua.....	100°,0
Acido acético.....	120°,0
Alcohol amílico.....	132°,0
Acido butírico.....	164°,0
Acido láctico.....	120°,0
Glicerina.....	150°,0
Acido succínico.....	180°,0
Acido enántico.....	260°,0
Éter enántico.....	230°,9

Estas temperaturas se refieren al caso en que las substancias anteriores estén sometidas á la presión atmosférica solamente, pues si la presión es mayor ó menor, dichas temperaturas varían mucho.

Fácil es, en vista de estos datos, comprender lo que sucederá á los líquidos y materias pastosas fermentadas al aplicarles la acción del calor.

Si estuviera sólo el alcohol, bastaría calentar el líquido á 78°,4 para que se volatilizara, así como el agua destilaría á 100° si estuviera pura y no fuesen causa de que variara esta temperatura las materias que se encuentran en disolución en ella.

Pero se ve, según acaba de indicarse, que un líquido fermentado



tado que contenga 4 ó 5 por 100 de alcohol, por ejemplo, que tiende á disminuir la temperatura de ebullición del agua, contiene siempre además, en disolución, varias sustancias que, aumentando su densidad y sus propiedades higroscópicas, tienden á elevar la temperatura de su ebullición. La mezcla total ó líquido vinoso calentado, deberá, pues, principiar á hervir á una temperatura intermedia entre 78°,4 y 100° ó 101°; el alcohol se volatilizará en mayor cantidad relativamente á la que contiene el líquido vinoso, pero arrastrará siempre mayor ó menor cantidad de vapores acuosos y otros, que llegarán con aquél al aparato donde se verifique la condensación ó su conversión en líquidos. Mientras esto sucede, la mayor parte de las sustancias menos volátiles que el alcohol quedarán en la caldera donde se calienta el líquido vinoso. Por lo demás, claro está que en el líquido condensado se encuentra el alcohol siempre en mucha mayor cantidad, proporcionalmente, que en el líquido á destilar, y este es precisamente el principio fundamental de los aparatos de destilación de los líquidos fermentados.

Para la práctica es muy importante conocer la cantidad de líquido que es preciso vaporizar para tener la seguridad de que se ha volatilizado ó separado todo el alcohol; esta cantidad depende de la riqueza del líquido fermentado. De 100 kilogramos de este líquido que contenga 3 por 100 de alcohol, es preciso destilar 20 kilogramos; si tiene 4 por 100, hay que destilar 25 kilogramos; si 5 por 100, se destilan 29 kilogramos; y, por último, si se trata de un líquido que contiene 6 por 100, se destilan 33 kilogramos.

Por lo que va dicho se ve claramente que el acto de la destilación no produce, como han creído algunos, alcohol ninguno, sino que no hace más que separar el que hubiere formado ya en el líquido fermentado, y nunca se encontrará en el líquido condensado mayor cantidad absoluta de alcohol que la contenida en el líquido puesto á destilar. Lo que suele suceder es lo contrario; es decir, que en la destilación no se obtiene nunca todo el alcohol que corresponde á la materia azucarada que contiene el mosto sometido á la fermentación con aquel objeto; aparte de que las operaciones preliminares, fermentación en unos casos, sacarificación y fermentación en otros, hacen siempre que se pierda cierta cantidad de la materia alcoholizable, sucede también que en la destilación existe siempre una pérdida mayor ó menor, según el aparato que se emplea y hasta la manera cómo este aparato está dirigido.

El siguiente cuadro demuestra de una manera evidente cuánta es la diferencia que una misma substancia puede presentar en su producción de alcohol, abstracción hecha de que la procedencia de la materia primera puede tener también su influencia en este resultado. En este cuadro la primera cifra de la columna de los litros indica la cantidad de alcohol mínima que debe obtenerse á no trabajar mal y con materias alteradas; la segunda es la producción cuando se trabaja en buenas condiciones. El alcohol á que se hace referencia es alcohol absoluto, ó sea alcohol de 100° Gay-Lussac.

Producción en alcohol de 100 kilogramos de diferentes
primeras materias

Azúcares

Azúcar blanca (1).....	36	á	45	litros.
Glucosa seca y compacta.....	31	á	41	—
Melaza de las Colonias á 39° Baumé.....	14	á	21	—
Melaza de remolachas.....	12	á	17	—
Miel á 36° Baumé.....	19	á	32	—

Cañas y raíces

Caña de azúcar.....	8	á	10	litros.
Caña de sorgo.....	3	á	5	—
Caña de maíz.....	4	á	5	—
Caña de mijo.....	2	á	3,5	—
Raíces de grama.....	1,5	á	3	—
Remolacha (2).....	3,5	á	5	—
Zanahorias.....	3,5	á	5	—
Nabos dulces, rutabagas.....	2	á	4	—
Pastinaca.....	3	á	4	—
Pataca.....	4,5	á	6,5	—
Asfodelo fresco.....	4	á	7	—

(1) El azúcar puro ó cristalizado da teóricamente, por cada 100 kilogramos, 51,12 kilogramos de alcohol absoluto, ó sean 63 á 64 litros del mismo. En este estado de pureza no se le emplea nunca en la destilación.

(2) Este dato puede variar mucho, porque también varía la cantidad de azúcar contenida en las diferentes variedades de remolacha.

Frutos azucarados

Cerezas	3 á 4,5 litros
Ciuelas	7 á 9 —
Grosellas	3,5 á 5 —
Higos frescos	5 á 7 —
Higos secos	20 á 25 —
Moras, frambuesas	4 á 7 —
Frutos del saúco	3,5 á 5 —
Frutos mezclados manzanas, peras y ciu- uelas, que al estado de madurez con- tienen próximamente 6 por 100 de azú- car (1)	5 á 7 —
Melones	5 á 7 —
Calabazas dulces	3,5 á 5 —

Materias feculentas

Trigos duros	24 á 26 litros
Candeal	28 á 30 —
Centeno	24 á 27 —
Cebada	21 á 25 —
Avena	19 á 22 —
Maíz	28 á 31 —
Mijo	26 á 29 —
Alforfón	24 á 27 —
Arroz	35 á 37 —
Residuos del arroz (2)	29 á 31 —
Patatas	5 á 7 —
Féculas blancas secas	34 á 40 —
Castañas verdes	12 á 16 —
Bellotas verdes	5 á 8 —
Castañas de la India	6 á 9 —
Habas de marjal	12 á 15 —
Judías	15 á 17 —
Guisantes	15 á 17 —
Lentejas	15 á 17 —

En cuanto á los vinos de la uva, dan cantidades de alcohol muy variables, según su riqueza alcohólica.

Los datos que arroja el anterior estado, unidos á los ensayos de las primeras materias que se quieren destinar á la destilación,

(1) Este dato se refiere á la mezcla de frutos pasados ó amasados un poco verdes, que se van introduciendo en un tonel

(2) Residuo del perlado del arroz.

tienen mucha importancia en la práctica, y sirven de guía al destilador para saber si trabaja en buenas ó malas condiciones.

Para practicar la destilación se emplean los aparatos llamados alambiques, cuyo sistema y forma varía hasta el infinito, y que ahora se examinarán desde el punto de vista general, dejando para otros capítulos su estudio en particular, así como la manera de funcionar los mismos aparatos.

Cualquiera que sea el alambique, se compone siempre de tres partes principales: la *caldera*, ó cucúbita donde se somete á la ebullición el líquido fermentado; la *cubierta*, *cúpula* ó *capitel*, donde se reúnen los vapores así que se forman, y que lleva un tubo en su parte superior ó en un costado por el cual pasan estos vapores al *condensador* ó refrigerante, donde se condensan, formando una mezcla de agua y alcohol en su mayor parte, y de una pequeña cantidad de las otras substancias que se ha dicho contenía el vino y sean volátiles á una temperatura próxima á la que hierve el líquido fermentado.

Los alambiques pueden ser calentados al vapor, al baño-maría ó á fuego directo. La elección de cada uno de estos sistemas de calentamiento no puede hacerse sino teniendo á la vista los datos todos del problema que se ha de resolver, por cuyo motivo se tratará este punto á medida que se vaya haciendo el estudio de los diferentes aparatos y del objeto que éstos deben satisfacer. Por punto general, puede decirse que el calentamiento á fuego directo es conveniente cuando se trata de destilar líquidos fermentados, como el vino, mientras que el calentamiento por el vapor estará indicado cuando haya que destilar substancias pastosas; en cuanto al baño-maría, no es recomendable nunca para la industria de que se trata, sino en algún caso muy especial. Todavía influyen otras circunstancias en la elección del sistema de calentamiento; por ejemplo, será preferible la calefacción á fuego directo cuando se trate de obtener ciertos aguardientes con sabor y olor especiales, y en este caso hasta será conveniente elegir los aparatos más sencillos; cuando se trate de obtener alcoholes puros y concentrados, exentos de todo olor particular, se preferirán los aparatos más complicados y perfectos, y á ser posible, calentados por el vapor, como sucede en la rectificación de los líquidos alcohólicos de mal sabor y olor.

El metal de que están contruídos los alambiques suele ser el cobre, porque á más de no oxidarse al aire tan fácilmente como el hierro, á poco cuidado que se tenga, ofrece la ventaja de calentarse más pronto que el hierro á igual temperatura y de condu-

cir mejor el calor; sin embargo, preciso es decir que la industria moderna tiende á hacer desaparecer este metal, que es muy caro relativamente, en la construcción de todos aquellos órganos en que puede verificarse el cambio sin inconveniente alguno, y acaso con notorias ventajas.

Así se verá que hay aparatos destilatorios calentados por el vapor, que son de madera, con todas las piezas perfectamente sujetas con aros y armaduras de hierro ó de cobre, como sucede á ciertos alambiques empleados en Inglaterra. El hierro ha sustituido también al cobre en varias piezas importantes de los aparatos destilatorios, como sucede con algunos modelos de los que construye el Sr. Savalle, que se darán á conocer más adelante.

Aparte de la cuestión de economía, el metal ó material empleado en ciertos órganos del alambique tiene también su influencia sobre la calidad de los productos. A este propósito es oportuno citar el siguiente experimento practicado en una gran fábrica de destilación de alcoholes de granos: destilando el líquido fermentado en aparatos de cobre y de hierro estañado, resultó que mientras los alcoholes obtenidos con los primeros tenían mal sabor y olor, los que con los segundos destilaban estaban libres de este defecto.

También es importantísimo que se puedan limpiar los aparatos interiormente, porque esto influye más que nada en las buenas cualidades del producto.

En fin, sea cualquiera el aparato que se emplee para la destilación de los líquidos fermentados, la práctica de esta operación descansa sobre tres puntos, á saber: 1.º, calentar bastante tiempo la materia fermentada para desprender al estado de vapor todo el alcohol que contenga; 2.º, enfriar progresivamente los vapores desprendidos hasta un punto tan aproximado á 78°,4 como sea posible, según el grado de fuerza alcohólica que se desee obtener; este enfriamiento debe efectuarse lo más cerca posible de la entrada de los vapores en el refrigerante; 3.º, enfriar los vapores que llegan al refrigerante, de modo que se condensen aprovechando el calor desprendido por ellos, para calentar nueva cantidad de líquido fermentado puesto á destilar.

§ II — Generalidades sobre calefacción

Enseña la física que cada cuerpo necesita absorber, en igualdad de peso, distinta cantidad de calor para llegar á una misma temperatura, llamándose *capacidad calorífica* ó *calor específico*

de una substancia la cantidad de calor que absorbe un kilogramo de la misma substancia para elevar un grado su temperatura. Se toma como medida de las cantidades de calor la *caloría*, que es la cantidad de calor que necesita un kilogramo de agua para aumentar un grado su temperatura.

Se comprende que en todas las aplicaciones industriales del calor es de la mayor importancia conocer los calores específicos de las substancias á que se aplica para saber las condiciones económicas con que se consigue obtener una temperatura dada.

El cuadro adjunto muestra los calores específicos de varias substancias de las que entran en la composición de los líquidos fermentados, de las materias de que suelen hacerse las calderas y demás piezas de los aparatos destilatorios, así como los de otras substancias que más ó menos directamente se usan en la fabricación de alcohol, y cuyo calor específico es, por lo tanto, muy útil conocer. Para que se vea cuán distinto efecto puede producir una misma cantidad de calor aplicada á pesos iguales de cuerpos de diferente capacidad calorífica, en la tercera columna del cuadro se marcan las temperaturas á que llegarán las substancias que se indican cuando á cada kilogramo de ellas se apliquen cien calorías.

Cuadro de calores específicos

SUBSTANCIAS	Calores específicos	Temperatura resultante aplicando á la substancia cien calorías
Agua.....	1,0000	100°
Alcohol de 36°.....	0,6725	148°
Espíritu de maderas.....	0,6009	166°
Eter sulfúrico.....	0,5157	193°
Acido acético cristalizable.....	0,4618	216°
Esencia de trementina.....	0,4267	234°
Negro animal.....	0,2608	383°
Carbón.....	0,2411	414°
Oreta.....	0,2149	465°
Cok.....	0,2008	498°
Vidrio.....	0,1977	506°
Hierro.....	0,1138	878°
Níquel.....	0,1110	901°
Zinc.....	0,0956	1.046°
Cobre.....	0,0952	1.051°
Latón.....	0,09351	1.064°

SUBSTANCIAS	Calores específicos	Temperatura resultante aplicando á la substan- cia cien calorías
Estaño	0 05623	1 778°
Plomo	0 03140	3 104°
Mercurio	0,0332	3 001°
Aire	0,2669	»
Oxígeno	0,2175	»
Nitrógeno	0,2460	»
Hidrógeno	3,4090	»
Óxido de carbono	0,2450	»
Ácido carbónico	0 2163	»
Vapor de agua	0,4805	»
Vapor de alcohol	0,4534	»
Vapor de éter sulfúrico	0,4810	»
Vapor de esencia de trementina	0,5061	»

De las indicaciones de este cuadro resulta una consecuencia práctica muy interesante, y es que se puede deducir la cantidad de combustible necesaria para elevar la temperatura de una sustancia á un grado determinado.

Si, por ejemplo, un kilogramo de hulla, quemándose completamente, desprende 6.500 calorías, se deduce que este calor podrá calentar hasta 100° á un peso de agua igual á 65 kilogramos ó á 570,7 kilogramos de hierro.

Por lo que se refiere al alcohol, su calórico específico aumenta con la temperatura, habiendo fijado Regnault los siguientes datos:

Calórico específico del alcohol

A 0°	0,547541
A 20°	0,595062
A 60°	0,705987
Al hervir	0,769381
Término medio	0,654500

La cifra que se suele tomar generalmente para los cálculos es 0,652, la cual indica que para calentar el alcohol á una temperatura determinada no se necesitan más que los dos tercios del calor que se necesitaría para elevar el mismo peso de agua al mismo grado termométrico.

Las cantidades de combustible que son precisas para obtener las cantidades de calor necesarias, varían según los distintos combustibles. Es, por lo tanto, muy útil al industrial conocer las ca-

lorías ó unidades de calor que producen al arder los diferentes combustibles.

La siguiente tabla expresa las calorías que produce al arder cada kilogramo de los combustibles más empleados:

SUBSTANCIAS	Calorías
Hidrógeno	34462
Petróleo	11158
Esencia de trementina.....	10852
Aceite de olivas	9862
Carbón de leña.....	8080
Hulla de Cardiff	8000
Hulla de Newcastle.....	7500
Asfalto de Cuba	7500
Hulla grasa de Rive-de-Gier.....	7270
Cok	5800
Hulla de Bélmez.....	7500
Hulla de Mieres	7200
Hulla de Langreo.....	7300
Alcohol absoluto	7184
Turba	3300
Leña seca.....	2850
Óxido de carbono.....	2403

Las cifras expresadas son naturalmente muy variables para cada combustible; de suerte que las de la tabla no son más que términos medios.

Por lo demás, la utilización del calor depende de la superficie de calefacción de los aparatos, del espesor y naturaleza de las paredes metálicas de la caldera, de la forma y disposición del horno, del tiro de éste, y sobre todo de la cantidad de calor perdida en la atmósfera. Así, por ejemplo, se sabe que en la práctica un kilogramo de leña seca es capaz, al arder, de evaporar 3 kilogramos de agua; como cada kilogramo de este líquido necesita 637 calorías para evaporarse, resulta que los 3 kilogramos habrán consumido $637 \times 3 = 1911$. Como la leña desprende al quemarse 2850 calorías, resulta que se han perdido en la práctica, por irradiación, dispersión, arrastradas á la atmósfera, etc, $2850 - 1911 = 939$ calorías, es decir, próximamente la tercera parte del calor producido.

Siendo, pues, útil conocer las cantidades de agua evaporadas en la práctica por cada kilogramo de los diversos combustibles,

se expone á continuación una tabla que da á conocer dicho dato para los combustibles más empleados.

*Agua evaporada por la combustión de un kilogramo
de diferentes combustibles*

SUBSTANCIAS	Kilogramos de agua
Hidrógeno	30,273
Petróleo.....	11,745
Carbón de leña	8,505
Asfalto de Cuba	7,893
Hulla de Cardiff	8,419
Hulla de Rive-de-Gier	7,652
Hulla de Newcastle	7,893
Cok	6,212
Hulla de Bélmez	7,898
Hulla de Mieres	7,578
Hulla de Langreo	7,572
Leña seca	300
Turba	2,750

§ III —Destilación á fuego desnudo

Para la destilación á fuego desnudo, la caldera ó recipiente donde se verifica la ebullición de los vinos está directamente situada sobre el hogar, sin más precauciones que tomar que las generales en tales casos, á saber: que las disposiciones del hogar sean suficientes para que la combustión se verifique en las mejores condiciones posibles para el buen aprovechamiento del calor; que los humos calientes caldeen las paredes laterales de la caldera antes de escaparse por la chimenea de tiro, con el mismo objeto de aprovechamiento del calor, etc.

El metal de que se componen las calderas es generalmente, como queda dicho, el cobre, y sus dimensiones dependen naturalmente del líquido que se quiere que contengan, debiendo tener muy en cuenta, al fijar este dato, que no conviene exagerarlo por la sencilla razón de que el calentamiento de este líquido depende de la superficie de caldeo de la caldera, que, como es sabido, crece como las segundas potencias, mientras que el volumen del líquido crecerá como las terceras potencias; de aquí la dificultad de calentar bien el líquido contenido en una gran caldera por medio del fuego directo.

Los tubos de desprendimiento de los vapores deben ser bastante anchos para dejar fácil paso á los mismos y que no estén sino poquísimo tiempo en la caldera después que dichos vapores se formen, pues en otro caso estarían sometidos á una presión mayor que la conveniente para que la destilación se verifique en buenas condiciones. Aparte de esta razón, hay otra en algunos casos particulares, por ejemplo, cuando se destilen materias pastosas ó sólidas, como suele suceder con el orujo de la uva, pues si la tubería fuese estrecha, podría sobrevenir una obstrucción en la misma de fatales consecuencias.

La destilación á fuego desnudo no debe aplicarse á líquidos fermentados que tengan en suspensión materias albuminosas, fermento, etc., debiendo tenerse en cuenta que los efectos de la destilación á fuego desnudo son tanto más perniciosos cuanto más fácilmente produzcan aceites esenciales fétidos las materias en suspensión, como sucede también cuando se destilan orujos de uva, mostos de granos mal clarificados, etc.

La destilación á fuego desnudo es bastante defectuosa, porque suelen quemarse las materias que quedan adheridas á las paredes de las calderas, lo cual origina productos empireumáticos que dan mal sabor y olor á los productos de la destilación. Pero estos defectos pueden en parte corregirse, procurando que el nivel del líquido se mantenga constante en la caldera y que no tenga materias sólidas en suspensión.

El calor puede aplicarse de dos modos: ó por superficies, ó por serpentines. La cantidad de calor que haya de emplearse dependerá de la riqueza alcohólica del líquido fermentado que se trate de destilar, además de todas las circunstancias antes enumeradas.

Para fijar las ideas, supóngase que se trata de destilar 500 kilogramos de vino en una hora, y que este vino contiene 5 por 100 de alcohol; de suerte que contendrán los 500 kilogramos 25 de alcohol; y como la práctica ha demostrado que para extraer todo el alcohol contenido en semejante vino es preciso vaporizar próximamente la cuarta parte del mismo, de aquí que haya que destilar 125 kilogramos del expresado vino, compuesto de 25 de alcohol y 100 de agua.

De suerte que habrá que reducir á vapor 25 kilogramos de alcohol por una parte, 100 kilogramos de agua por otra, y habrá, por último, que calentar el líquido que quede en la caldera (500 — 125 = 375 kilogramos) á la temperatura de 100°.

Ahora bien; si se tiene en cuenta que un kilogramo de hulla

vaporiza 15 de alcohol, 6 de agua, y además calienta de 0° á 100° otros 39 kilogramos del líquido que resta en la caldera, en el supuesto de que este líquido sea agua, lo cual se aproxima mucho á lo verdadero, en cuanto á las propiedades físicas del líquido con relación al calor, se tendrá que la cantidad de combustible necesaria en el caso de que se trata estará representada por las tres fórmulas siguientes:

Para vaporizar el alcohol	$\frac{25}{15} = 1,66$	kilogramos
Para vaporizar el agua	$\frac{100}{6} = 16,65$	—
Para calentar á 100° el líquido que queda en la caldera	$\frac{375}{39} = 9,61$	—
<i>Total de hulla necesaria</i>	<u>27,92</u>	kilogramos.



Si en vez de hulla el combustible fuera leña seca al aire, se necesitaría tres veces más; de modo que para el caso presente sería necesaria una cantidad de aquella leña igual á $27,92 \times 3 = 83,76$ kilogramos por hora.

Para determinar la superficie de caldeo debe tenerse presente que un aparato destilatorio, funcionando á fuego desnudo, puede dar, si está bien construido é instalado, unos 80 kilogramos de agua por hora; de forma que si en el ejemplo anterior se destilan 125 kilogramos de líquido alcohólico, se necesitará una superficie de caldeo igual á $\frac{125}{80} = 1,5625$.

Algunos otros ejemplos pondrán más en claro esta cuestión.

Para calcular la cantidad de calor que se necesita para destilar un hectolitro de un líquido fermentado, hay que hacer las operaciones siguientes:

1.º Determinar la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura del líquido desde la temperatura inicial á la de la ebullición.

2.º Determinar la cantidad de calor necesaria para evaporar la porción de líquido que sea necesaria para que destile todo el alcohol que contenga y el producto destilado resulte de una contracción dada.

Para hacer la primera operación se multiplican los kilos de agua que haya en un hectolitro del líquido fermentado que se calienta, por el número de grados que vayan desde la tempera-

tura inicial del líquido hasta 100°. El producto es el número de calorías que necesita el agua contenida en el hectolitro de líquido para llegar á la ebullición.

Para averiguar la parte de calor correspondiente al alcohol, hay que multiplicar el número de kilos de alcohol contenido en el hectolitro del líquido fermentado por la capacidad calorífica del alcohol, que es, término medio, 0,652, según se vió (pág. 325), y por el mismo número de grados que el agua. El producto obtenido con estos tres factores es el número máximo de calorías que necesita la cantidad de alcohol contenida en un hectolitro del líquido fermentado de que se trata, para llegar á la temperatura de 100°, suponiendo que ésta sea la temperatura de ebullición del líquido.

Sumadas estas calorías con las que necesita el agua, forman la cantidad total de calor que el hectolitro de líquido necesita para entrar en ebullición.

Para la segunda operación, ó sea para determinar la cantidad de calor necesaria para destilar la porción del líquido que convenga, á fin de que se obtenga todo el alcohol, hay que proceder también por partes.

Primero hay que obtener la cantidad de calor absorbido por el agua evaporada, y esta cifra se obtiene multiplicando el número de kilogramos de agua que vengan en el líquido destilado por la cifra 557, que es el calórico de volatilización del agua. Después hay que hacer el mismo cálculo con respecto al alcohol, lo cual se consigue multiplicando el número de kilos de alcohol que haya en el líquido destilado por la cifra 331,9, que es el calórico de volatilización del referido alcohol. La suma de los dos productos obtenidos da el número de calorías absorbidas por el líquido destilado.

Supóngase, por ejemplo, que se trata de destilar un hectolitro de un líquido fermentado, cuya fuerza alcohólica conocida es de 5°, y que se desea obtener por la destilación un líquido de 50° de fuerza.

Será preciso para esto destilar solamente 10 litros, porque siendo la riqueza alcohólica del líquido á destilar 5°, quiere decir que contiene 5 litros por hectolitro; y para que el producto destilado tenga una graduación de 50°, necesita contener (prescindiendo de la concentración) mitad de agua y mitad de alcohol, es decir, que en 10 litros de líquido destilado haya 5 litros de alcohol y el resto de agua.

Para elevar la temperatura del hectolitro del líquido desde su

punto inicial (20° por ejemplo) hasta 100°, se hará el cálculo siguiente:

Composición del hectolitro de líquido de 5° de fuerza	}	95 litros de agua.
alcohólica.....		5 » de alcohol.
Peso de los 95 litros de agua.....		95 kilogramos.
Peso de los 5 litros de alcohol.....	$5 \times 0,802 =$	4,01 »
Número de grados termométricos por los que hay que multiplicar.....		$100 - 20 = 80$

Por lo tanto, en virtud de estos datos, se tendrá:

Número de calorías absorbidas por los 95 kilos de agua para pasar de 20° á 100°.....	$95 \times 80 =$	7.600
Número de calorías absorbidas por los 4kg,01 de alcohol para pasar de 20° á 100°.....	$4,01 \times 0,652 \times 80 =$	<u>209</u>
Calor total que necesita el hectolitro de líquido para entrar en ebullición.....		7.809

Debe advertirse que esta cifra representa el máximo de calor necesario, porque en rigor, como el alcohol hierve á 78,04, el líquido empieza á hervir un poco antes de los 100°; pero el punto de ebullición se va retrasando á medida que el alcohol se va volatilizand, hasta que concluye por llegar á 100°, y aun por pasar de este grado, según las demás substancias que pueda contener el líquido fermentado. Conviene, sin embargo, hacer los cálculos en la forma expuesta, y obtener el calor máximo. La cifra 0,802 es la densidad del alcohol con relación al agua.

Para averiguar la cantidad de calor que necesitan absorber los 10 litros de líquido destilado hay que hacer los cálculos siguientes:

Composición de los 10 litros del líquido destilado.....	}	5 litros de agua.
		5 » de alcohol.
Peso de los 5 litros de agua.....		5 kilogramos.
Peso de los 5 litros de alcohol.....	$5 \times 0,802 =$	4,01 »
Cantidad de calor absorbido por los 5 kilos de agua para evaporarse.....	$5 \times 537 =$	2.685 calorías.
Cantidad de calor absorbido por los 4kg,01 de alcohol para evaporarse.....	$4,01 \times 331,9 =$	<u>1.330</u> »
Cantidad total de calor absorbido por los 10 litros de líquido destilado.....		4.015 calorías

Sumando estas 4 015 calorías con las 7.792 que se necesitan para llevar el líquido á la ebullición, resulta:

Calor necesario para calentar el hectolitro de líquido hasta la ebullición.....	7.792 calorías.
Calor necesario para evaporar la décima parte del líquido.....	4.015 »
Calor total necesario para obtener por destilación un líquido de 50°, procedente de un hectolitro á 3°.....	11.807 calorías.

Estos cálculos están hechos despreciando la contracción que tiene lugar en las mezclas de agua y alcohol, tanto porque la influencia de dicha contracción es para el caso pequeñísima y varía muy poco los resultados obtenidos, cuanto por no complicar más las operaciones.

Conocido el número de calorías necesarias para hacer una destilación, es fácil determinar la cantidad de combustible que habrá que emplear, pues sabiendo (pág. 326) las cantidades de calorías que cada kilogramo de combustible transmite en la práctica, no habrá más que dividir el número de calorías que se ha visto que son necesarias para hacer la destilación por el número de calorías que suministra cada kilogramo de combustible; el cociente será el número de kilogramos de combustible necesarios.

Si, por ejemplo, el combustible empleado es la leña, se ha visto en la referida página 326 que el número de calorías utilizables que suministra por kilogramo son 1.911; luego para el caso que antes se ha supuesto de destilar un hectolitro de líquido de 5°, que se ha visto necesita 11.809 calorías, la cantidad de leña que se necesitará será:

$$\frac{11.809}{1.911} = 6\text{kg},179.$$

De modo que por cada hectolitro de líquido puesto á destilar se necesitará emplear 6 kilogramos y 179 gramos de leña seca, obteniéndose 10 litros de producto de 50° de fuerza alcohólica

Claro es que para líquidos de otra concentración, y tratando de obtenerse espíritus de diferente fuerza alcohólica que la supuesta en el caso que sirve de ejemplo, las cantidades de calor necesarias serán diferentes, y por lo tanto, las del combustible; pero los cálculos se hacen siguiendo la misma marcha y procediendo del mismo modo.

Para determinar la cantidad de líquido que se quiere destilar por hora, hay que fijar la superficie de caldeo ó calefacción. Esto se hace, según lo que ya queda indicado, en la forma siguiente:

1.º Se calcula el número de calorías que se necesita emplear por cada hectolitro de líquido fermentado puesto en el alambique.

2.º Se anota el número de calorías que puede recibir por hora y por cada metro cuadrado de superficie de caldeo, un aparato destilatorio trabajando á fuego desnudo. Esta cifra es 49.360 calorías.

3.º Se divide esta cifra por la de la primera operación, esto es, por la que represente el número de calorías necesarias para tratar cada hectolitro puesto á destilar. El cociente será el número de hectolitros por hora que pueda tratarse por cada metro cuadrado de superficie de caldeo que tenga el aparato.

Conocido el número de hectolitros que en cada caso particular pueden tratarse por hora en un aparato destilatorio que tenga un metro cuadrado de superficie de caldeo, es sumamente fácil determinar los hectolitros que podrán tratarse en el mismo tiempo en aparatos que tengan cualquier otra superficie de caldeo, pues no habrá más que multiplicar por esta superficie la cifra correspondiente á la de un metro cuadrado. Del mismo modo también es fácil fijar, dado el número de hectolitros que se quieren tratar por hora, la superficie de caldeo que se necesita.

Supóngase, por ejemplo, que se trata del caso de líquidos fermentados de 5º, queriendo obtenerse productos que marquen 50º, que es el mismo líquido que ha servido para calcular la cantidad de calor necesaria para la operación.

Los cálculos son los siguientes:

Cantidad de calor necesaria para tratar un hectolitro de líquido de 5º, á fin de obtener 10 litros de producto de 50º.....	11.809 calorías.
Cantidad de calor recibida por hora y por metro cuadrado de superficie de caldeo.....	49 360 »
Número de hectolitros que pueden tratarse por hora..	$\frac{49.360}{11.809} = 4 \text{ hect, } 18$

Es decir, que pueden tratarse por hora y por cada metro cuadrado 4 hectolitros y 18 litros, obteniéndose de producto destilado 41 lit, 8 de 50º, supuesto que por cada hectolitro se producen 10 litros.

Una vez obtenidas estas cifras, si quiere saberse las que corresponderán á 2 metros cuadrados de superficie de caldeo, no habrá más que multiplicar dichas cifras por 2; si las que á 3 metros, por 3, y así sucesivamente.

Asimismo, si se quiere averiguar qué superficie de caldeo se necesita para tratar por hora 20 hectolitros, por ejemplo, del mismo líquido fermentado supuesto, no habrá más que dividir dicho número 20 por 4,18, que es el número de hectolitros que corresponde á un metro cuadrado, y el cociente indicará la superficie de caldeo necesaria, que en dicho caso será: $\frac{20}{4,18} = 4^m,59$.

Claro es que para líquidos diferentes, y tratando de obtenerse concentraciones diferentes, las cifras resultantes serán distintas, pero los cálculos se harán siguiendo los mismos procedimientos.

Modo de efectuar la calefacción.—La calefacción á fuego desnudo puede efectuarse aplicando el fuego directa é indirectamente, y con hogar exterior ó interior.

La *calefacción á fuego desnudo directo y con hogar exterior* consiste en la aplicación inmediata de la acción del fuego á la vasija que contiene el líquido que se trata de destilar, rodeando á la caldera, al exterior, el hogar donde el combustible se quema. Tres reglas deben tenerse presentes en este procedimiento de calefacción: la primera consiste en aumentar el espesor de las paredes de la vasija que están en contacto con el fuego, á fin de que el aparato tenga la mayor duración posible y pueda prestar mejor servicio; la segunda, relativa á la construcción de los hornos, consiste en disponer los hogares de modo que la llama no toque nunca á las porciones de pared de la vasija que no estén bañadas interiormente por el líquido que se trata de destilar; de no satisfacer esta condición, hay exposición de que se quemen las materias orgánicas depositadas en dichas paredes, comunicándose entonces á los productos destilados un olor desagradable y empireumático; la tercera regla es relativa á la utilización del combustible, la cual se verificará de un modo tanto más ventajoso cuanto más se multipliquen los puntos de contacto directo entre la llama y las paredes de la caldera.

Las dimensiones más convenientes para el horno deben ser tales que la base del hogar tenga la octava ó décima parte de la superficie de caldeo, y la chimenea y los espacios que alrededor de la caldera queden para hacer el tiro tengan una sección igual al tercio de la superficie de la base del hogar. Con estas condiciones y un buen tiro se pueden evaporar de 5 á 7 kilogramos de agua por kilogramo de hulla; y como esta cantidad de combustible no necesita más que 2 decímetros cuadrados de hogar, re-

sulta que por este método de calefacción, y dadas las dimensiones de los aparatos que suelen emplearse, pueden evaporarse, por término medio, 60 kilogramos de agua por hora.

La *calefacción á fuego directo y con hogar interior* se emplea en la mayor parte de las calderas verticales, obteniéndose, siempre que puede ser aplicada, grandes ventajas. Es bastante difícil, sin embargo, obtener superficies de caldeo tan grandes como por el procedimiento anterior; el único medio de conseguirlo consiste en disponer una especie de sistema tubular, cuyos tubos atraviesen la llama, obteniéndose de este modo en muy poco espacio doble superficie de caldeo que en los hogares al exterior, consiguiéndose una rapidez muy notable en la marcha de las operaciones. Este procedimiento puede prestar servicios de importancia en las pequeñas destilerías, y permite obtener grandes ventajas cuando el destilador no puede ó no quiere instalar para la calefacción un generador de vapor.

La *calefacción indirecta á fuego desnudo* consiste en calentar á fuego desnudo y directamente vasijas que contengan líquidos más ó menos desprovistos de alcohol, y que los vapores así producidos penetren por agujeros ó hendiduras á propósito practicadas en las paredes de otra caldera, en el seno del líquido alcohólico que se trata de destilar. Este procedimiento viene á reducirse al de calefacción por medio de vapor al estado libre, de que se tratará más adelante; pero en la forma que acaba de describirse, es un procedimiento bastante imperfecto, y en el que además puede ocurrir que los vapores comuniquen al líquido que se destila olores y sabores empireumáticos y desagradables, que hagan desmerecer mucho al producto.

La *calefacción por medio del baño-maria* es otro medio de calefacción indirecta á fuego desnudo. Es un método mucho más ventajoso y empleado con mucha frecuencia. Consiste en aplicar el fuego directamente á una caldera que contenga un líquido, y éste transmite á su vez el calor que ha recibido á las paredes de otra caldera sumergida en dicho líquido y que contiene el producto que trata de destilarse. En este caso, sea cualquiera la intensidad del fuego en el horno y las dimensiones y disposición de éste, la temperatura no puede pasar de 100°, siempre que en la caldera exterior se haya puesto agua y ésta no falte. Esto constituye una gran ventaja, porque de este modo puede tenerse seguridad de que no se quema ninguna substancia orgánica en la caldera interior, y por lo tanto, que no se desarrollarán principios empireumáticos que den mal sabor y olor á los productos

destilados; la operación además marcha con más regularidad que á fuego directo. Si se quiere conseguir una temperatura superior á los 100°, es necesario añadir al agua de la caldera exterior algunas sales, que con su presencia retardan el punto de ebullición del agua. La tabla siguiente indica las proporciones en que, añadidas ciertas sales, retardan hasta un grado, que también se marca, el punto de ebullición del agua:

SALES	Cantidad de sal por cien partes de agua	Punto de ebullición de la disolución
Cloruro de sodio	412	108°
Cloruro de potasio.....	594	108°
Carbonato de sosa.....	485	105°
Fosfato de sosa.....	1 126	107°
Nitrato de sosa.....	2 248	104°
Sal amoniaco.....	889	114°
Cloruro de calcio.....	1 175	179°
Carbonato de potasa.....	2 050	135°
Nitrato de cal.....	3 620	151°
Acetato de sosa.....	2 090	124°
Acetato de potasa.....	7 932	169°

Para evitar que las sales se depositen á medida que el agua de la caldera exterior se evapora, hay que recurrir á ciertos artificios. Se procura primero no añadir más sal que la necesaria, para que la ebullición se verifique á los 102°, por ejemplo, lo que es fácil de conseguir con un sencillo tanteo; después se dispone el aparato de manera que el vapor condensado vuelva á la disolución, y de este modo el agua no se pierde y la disolución marca siempre la misma concentración. Así se consigue destilar á una temperatura muy constante. Este método se puede aplicar cuando se desee agotar hasta las últimas partículas de alcohol, muy difíciles á veces de separar, que contengan los líquidos sometidos á la destilación, pues así se puede lograr una temperatura de 110 á 120°, con la cual se expulsan dichas últimas porciones de alcohol, sin peligro de quemar ninguna porción de la substancia.

§ IV.—Destilación á vapor

Como la destilación á fuego desnudo tiene los inconvenientes que han quedado señalados (pág. 327), se ha tratado de aplicar el calor necesario para la destilación por medio del vapor. El re-

parto del calor es, en efecto, más uniforme; la temperatura no pasa del grado que se desea, y no hay peligro de que las materias que vayan en suspensión en los mostos se quemén; de modo que quedan corregidos los inconvenientes de la destilación á fuego desnudo.

Queda por examinar la manera de efectuar la aplicación del calor por medio del vapor, y si las condiciones económicas de este procedimiento son ó no más ventajosas que las del primitivo.

El vapor se puede aplicar á la destilación de dos modos: ó al *estado libre*, es decir, por medio de tubos agujereados sumergidos en el líquido que se trata de calentar, en la masa de los cuales se desprenden las burbujas de vapor, ó *confinado*, esto es, sin mezclarse con el líquido que se haya de calentar; en este último caso la aplicación puede hacerse por *serpentes*, ó por *baños* ó *falsos fondos*.

Empleo del vapor libre.—Cuando se aplica el vapor á una masa líquida sumergiendo en ésta los tubos agujereados por donde salga el vapor, éste, al mezclarse con la masa líquida fría, se condensa, aumentando la cantidad de agua del líquido fermentado; pero desprende todo su calórico de volatilización, y además, el que represente el número de grados que descende desde 100°, ó temperatura á que llegue el vapor, hasta la temperatura á que quede el líquido. Este, pues, se va calentando con el calor que el vapor le comunica, hasta que entra en ebullición y la destilación comienza.

El estudio detallado de las condiciones en que se aplica el calor en este caso demuestra:

1.º Que en los aparatos bien contruidos se utiliza todo el vapor empleado.

2.º Que no se puede economizar gasto alguno de calor cuando se opera sobre un mismo líquido alcohólico; pero que el gasto de calor es proporcionalmente tanto menor cuanto más alcohólicos sean los líquidos que se destilen.

3.º Que, por lo tanto, el gasto de calor es mayor cuando se producen *lemas*, es decir, líquidos destilados poco alcohólicos, en razón á que se evapora mayor cantidad de agua, que cuando se tratan de obtener desde luego líquidos alcohólicos de mucha fuerza.

Las cantidades de calor empleadas, según la graduación de los líquidos que destilen, pueden representarse por las cifras proporcionales siguientes:

Para la producción de aguardientes de 50°.....	190,072
Para la producción de espíritus de 90°.....	152,039
Para la producción de espíritus de 94°.....	149,980

Es decir, que si para obtener por destilación una cantidad determinada de aguardientes de 50° se necesitan, por ejemplo, 190 kg,072 de un combustible cualquiera, para obtener la misma cantidad de espíritu de 94° no se emplearán más que 149 kg,980 del mismo combustible.

Cada kilogramo de vapor libre introducido de este modo en el líquido que se trata de destilar, es capaz de evaporar un kilogramo de agua que esté á 100°, y esta evaporación no cuesta más de $\frac{1}{8}$ ó $\frac{1}{7}$ de kilogramo de carbón. La destilación de 1.000 litros de vino (1) exige 191 kg,36 de vapor libre; de modo que no exige más que $\frac{191,36}{7,5} = 28 \text{ kg},38$ de carbón de piedra, término medio, trabajando en buenas condiciones, lo cual supone, dado el precio medio de la hulla, unos 80 céntimos de peseta.

El único inconveniente que resulta de este procedimiento es que los 191 kg,36 de vapor se condensan en el líquido, aumentando en la misma cantidad la proporción de agua, lo cual puede hacer que se rebaje la graduación alcohólica del producto destilado. Este inconveniente, sin embargo, puede quedar completamente evitado si uno de los órganos del alambique, la columna analizadora (pág. 384), está bien construída y no deja pasar al refrigerante más vapores que los que tengan la temperatura de 82°, porque en estas condiciones toda el agua excedente volverá por retrogradación á la caldera.

Empleo del vapor confinado.—El vapor confinado, esto es, separado por completo del líquido que se destila, puede aplicarse de dos modos: ó por medio de *serpentes*, ó por *baños* ó *falsos-fondos*. En ambos casos hay que examinar cuál es la proporción del líquido destilado por cada metro cuadrado de superficie y por hora, á una presión dada.

Se admite en la práctica que las superficies de los baños de vapor, teniendo éste 135°, lo cual supone una presión de 3 atmósfe-

(1) En destilería se da el nombre general de *vino* á todo líquido alcohólico destinado al alambique, sea cualquiera la materia que por fermentación le haya producido; así como se llaman *mostos* á toda clase de líquidos azucarados preparados para la fermentación, aun cuando no provengan del zumo de la uva; y en este sentido se emplean semejantes denominaciones en este Tratado.

ras, transmiten, por término medio, 40.000 calorías por metro cuadrado y por hora. Si la temperatura no pasa de los 100°, el número de calorías transmitidas por hora y por metro cuadrado de superficie es de 32.500.

Los serpentines de 2 á 4 centímetros de diámetro utilizan mucho mejor el calórico que las superficies planas ó convexas de los baños. Un metro cuadrado de superficie de serpiente transmite de 62.000 á 65.000 calorías por hora, con vapor á 135°. Aunque se admite como ordinaria la cifra de 60.000 calorías solamente, resulta de todos modos gran ventaja; con vapor á 100° los serpentines de las indicadas condiciones no transmiten más que 50.000 calorías; número todavía mayor que el que se obtiene con los baños trabajando á 3 atmósferas.

Resulta, pues, que aplicando el calor por medio de serpentines, se obtiene, sobre el empleo de baños ó falsos fondos, una ventaja de un tercio, ya en el tiempo empleado, ya en el combustible consumido, ya, en fin, en la superficie de las vasijas evaporatorias.

Con estos datos se pueden calcular en cada caso las superficies de caldeo necesarias para tratar por hora un volumen determinado de líquido alcohólico. Para estos cálculos en la práctica de la destilación se presentan dos casos: 1.º, cuando se trata de destilar líquidos de poca fuerza alcohólica, esto es, de 4 ó 5°; 2.º, si se opera sobre flemas de 45 ó 50°, para obtener espíritus de alta graduación.

En el primer caso la marcha del cálculo es la siguiente:

Supóngase, por ejemplo, que se quieren tratar 1.000 litros por hora, de un líquido de 4º centesimales de fuerza alcohólica. Dicho líquido contiene, por lo tanto, 4 litros de alcohol en 100 de líquido, ó sean 40 en los 1.000, y el resto, ó sean 960 litros, será el agua, prescindiendo de la concentración. Calculadas en peso estas cantidades, son:

40 litros de alcohol pesan.....	$40 \times 0,802 =$	32,084 kilogramos.
960 litros de agua pesan.....	$=$	960,000 —

Cada kilogramo de alcohol, para pasar de 0° á 78°,4, que es su punto de ebullición, absorbe $78,4 \times 0,652 = 51,1168$ calorías; y para pasar después del estado líquido al de vapor, 331,9; lo cual hacen en junto 383,0168 calorías. Luego los 32^{kg},084 absorberán $383,0168 \times 32,084 = 12288,71$ calorías.

Cada kilogramo de agua, para pasar de 0° á la temperatura de su ebullición, ó sea á 100°, absorbe 100 calorías; de modo que los

960 kilogramos absorberán $960 \times 100 = 96.000$. Además, parte del agua se avapora y consume una porción de calor; la cantidad de agua evaporada se puede calcular, por lo menos, tratándose de líquidos poco alcohólicos, en un peso igual al del alcohol, siendo, por lo tanto, en el caso de que se trata, $32^{\text{kg}},084$. La cantidad de calor absorbida por esta cantidad de agua para evaporarse es $32,084 \times 537 = 17229,108$ calorías, que agregadas á las 96.000 absorbidas por toda la masa acuosa para calentarse, hacen en junto $113229,108$ calorías. Sumadas éstas con las $12238,71$ consumidas por el alcohol, suponen, por fin, $125517,818$, lo cual viene á ser, en números redondos, 125520 calorías.

Si el calor se aplicase por medio de vapor á 100° , y con baños ó falsos-fondos, como en este caso la cantidad de calor transmitida es $32\ 500$ calorías por metro cuadrado de superficie de caldeo y por hora, para transmitir las $125\ 520$ se necesitarían $\frac{125.520}{32.500} = 3,80$; ó sean 3 metros cuadrados y 8 décimos de metro cuadrado (80 décímetros cuadrados) de superficie de caldeo.

Si empleando el calor á 100° se aplicase por medio de serpentines, como éstos en tales condiciones transmiten $50\ 000$ calorías por metro cuadrado, la superficie de caldeo necesaria para aplicar las $125\ 520$ necesarias en una hora sería $\frac{125.520}{50\ 000} = 2^{\text{mc}},51$, ó sea $1^{\text{m}},29$ menos que en el caso precedente.

Si se opera con vapor á 135° y con baño, como las calorías transmitidas por hora y metro cuadrado son $40\ 000$, la superficie de caldeo necesaria para transmitir las $125\ 520$ será $\frac{125\ 520}{40\ 000} = 3^{\text{mc}},138$.

Operando con vapor á 135° , pero por medio de serpentines, se transmiten 60.000 calorías por hora y metro; de modo que para transmitir las 125.520 se necesitarán $\frac{125.520}{60.000} = 2^{\text{mc}},092$ de superficie de caldeo.

Cuando se trata de destilar líquidos de 45 ó 50° centesimales para obtener espíritus de alta graduación, el cálculo de la cantidad de calor y superficie de caldeo necesarias se hace de un modo análogo.

Supóngase, por ejemplo, que se quieren tratar por hora $1\ 000$ litros de un líquido alcohólico de 45° centesimales. Este líquido contendrá 45 litros de alcohol por 100 , ó sean 450 en los $1\ 000$, y el resto, ó sean 550 litros, de agua.

Los 450 litros de alcohol pesan $450 \times 0,802 = 360\text{kg},945$
 Los 550 litros de agua $= 550,000$

La cantidad de calor absorbida por los 360kg,955 de alcohol para pasar de 0° á $78^\circ,4$, y después para evaporarse, es $(78,4 \times 0,652 + 331,9) \times 360,945$, ó sea $383,0168 \times 360,945 = 138.845$ calorías.

Los 550 kilogramos de agua exigen para pasar de 0° á 100° , ó sea á la ebullición, $100 \times 550 = 55.000$ calorías. El agua evaporada al mismo tiempo que el alcohol se calcula en la práctica, en las destilaciones bien hechas, y trabajando con líquidos alcohólicos de la graduación indicada, á razón de 0kg,594 por cada kilogramo de alcohol evaporado; de modo que en el caso presente es $360,945 \times 0,594 = 214\text{kg},465$, que exigen para evaporarse $214,465 \times 537 = 115.167$ calorías, que sumadas con las 55.000 que necesita la masa de agua para calentarse, hacen 170.167 calorías. Unidas éstas á las 138.248 que el alcohol consume, hacen en junto 308.415 calorías.

Para determinar con este dato la superficie de caldeo no hay más que dividir, como se hizo en el caso anterior, la cifra 308.415 por los números 32.500, 50.000, 40.000 y 60.000; se obtienen respectivamente para la superficie de caldeo las cifras 9^{mc},482 si se aplica el vapor á 100° y en baño; 6^{mc},168 cuando se aplica el mismo vapor y con serpentines; 7^{mc},71 aplicando vapor á 135° y en baño, y 5^{mc},14 con vapor á 135° y con serpentín.

En cuanto á la cantidad de combustible que para lograr estos efectos habrá necesidad de emplear, es fácil fijarla, pues no habrá más que dividir el número de calorías que son precisas para destilar un volumen dado de líquido alcohólico, por el número de calorías utilizables que en la práctica suministre el kilogramo de cada combustible; el cociente, aumentado en un 21 por 100, será el número de kilogramos de cada uno de éstos que habrá necesidad de emplear.

Así, por ejemplo, en los dos casos que se han supuesto de un líquido alcohólico de 5° centesimales y de otro de 45°, las cantidades de leña ó de cok que habría que emplear para tratar por hora 1.000 litros de cada uno de los referidos líquidos, sería:

1.º Para destilar 1.000 litros por hora de un líquido de 4° centesimales, se necesitan 125.520 calorías; un kilogramo de cok suministra, por término medio, 3.957 calorías; de modo que la cantidad de cok necesaria para producir las 125.520 calorías será $\frac{125.520}{3.957} = 31,72$ kilos; pero como no todo el calor que haya

absorbido el vapor es transmitido al líquido alcohólico que trata de destilarse, sino que parte se pierde en calentar los tubos, paredes metálicas, etc., y como además el vapor no se enfría por completo, al calentar dicho líquido, resulta que no se aprovecha sino una fracción del calor suministrado al vapor por el combustible; la porción perdida se calcula en la práctica en 21 por 100, por más que esta cifra es bastante variable, como es fácil comprender. La cifra, pues, hallada para el cok debe aumentarse en un 21 por 100, equivalente á la cantidad de calor que se pierde; de modo que no representando la cantidad hallada (31,72) más que el 79 por 100 de la cantidad de cok que en realidad haya tenido que emplearse, se hallará la cifra que representa este total por la siguiente proporción:

$$79 : 100 :: 31,72 : x; x = \frac{31,72 \times 100}{79} = 40.$$

De suerte que 40 kilogramos es la cantidad de cok que, por término medio, hay que emplear para tratar 1 000 litros de líquido fermentado de 5 por 100 de fuerza alcohólica, trabajando á vapor y no á fuego desnudo.

Haciendo los mismos cálculos para la leña, se hallarán del mismo modo como cifra total 83 kilogramos.

2.º Cuando se tratan líquidos alcohólicos de 45º centesimales se ha visto que por cada 1 000 litros que se tratan para obtener por destilación un espíritu de 94 á 95º, se necesita aplicar 308 415 calorías; haciendo con este dato los mismos cálculos y deducciones que en el caso anterior, se hallará que las cantidades totales de cok ó de leña seca que hay que emplear son 98,2 kilogramos de cok y 203^{kg},76 de leña.

En cuanto á la disposición más ventajosa que debe adoptarse para la aplicación del calor por medio del vapor confinado, es la aconsejada por Basset, que es utilizar á la vez falso-fondo y serpentín, con cuya disposición se gana efectivamente mucho tiempo.

El diámetro que deben tener los tubos que forman el serpentín para obtener el máximo de efecto útil es de 2 á 4 centímetros de diámetro, y las espiras deben estar separadas por intervalos iguales al diámetro de los tubos, lo cual permite calcular muy fácilmente la superficie de caldeo.

En cuanto á la calefacción á vapor por medio de falsos fondos ó dobles paredes, es un procedimiento casi no utilizado en la destilación. Este método efectivamente aumenta los gastos de ma-

terial y de entretenimiento, los de consumo de combustible y de reparación de los aparatos, de forma que no es racional ni ventajoso. La única manera de ser útil esta disposición, es combinada, como antes se indica, con la calefacción á vapor por serpentines, pues en este caso se aumenta considerablemente la superficie de caldeo y se aprovecha mucho más el efecto del combustible empleado.

§ V.—Condensación de los vapores

Estudiada la primera parte de la destilación, ó sea la reducción á vapor de una porción del líquido sobre que se opera, procede el tratar de la segunda parte, á saber: de la condensación de la parte evaporada, para hacerla pasar de nuevo al estado líquido.

Esta condensación se consigue haciendo atravesar la mezcla de vapor de agua y de alcohol por un espacio frío, donde dichos vapores pierdan el calórico latente que absorbieron al volatilizarse y vuelvan en su consecuencia al estado líquido. Dicho espacio recibe el nombre de *condensador* ó de *refrigerante*.

El volumen de un condensador, lo mismo que el de una caldera, no son los que influyen en el efecto producido; la influencia la ejerce tan sólo la mayor ó menor superficie de los aparatos.

Por esta razón, ni conviene hacer grandes calderas ni grandes condensadores, debiendo el constructor, en este último caso, preocuparse especialmente de que sea muy grande la superficie de condensación, puesto que, á igualdad de circunstancias, la cantidad de vapor que puede ser liquidada en el condensador es proporcional á su superficie.

Por esta razón suele darse al espacio por donde circulan los vapores que han de condensarse la forma y disposición de un serpentín, á fin de lograr en poco espacio la mayor superficie posible. Dicho serpentín ha de ir rodeado de una masa ó substancia que absorba el calor que la mezcla de vapores desprende al condensarse; pero como á medida que se verifique dicha absorción de calor por la substancia que rodee al serpentín, la referida substancia se irá calentando, será menester renovarla, ya continuamente, ya de tiempo en tiempo, sustituyendo la masa caliente por otra fría para que la condensación continúe.

El agente exterior que produce el enfriamiento de los vapores, y, en último término, la liquidación de los mismos, puede ser el

aire, el agua y aun el mismo líquido que haya de ser destilado. En la destilación de líquidos alcohólicos los dos últimos son los únicos agentes que se emplean, porque los refrigerantes de aire deben tener una gran superficie, en atención á que, para una misma diferencia de temperatura, la cantidad de calor que atraviesa la superficie del condensador es mucho más pequeña en el caso de que se emplee el aire, que cuando se emplea un líquido, tal como el agua ó el vino. La superficie de un refrigerante de aire debe ser, en efecto, próximamente 200 veces mayor que cuando se trate de un refrigerante de agua.

Para calcular la superficie del condensador si se emplea como refrigerante el agua, hay que efectuar los cálculos siguientes:

Supóngase, por ejemplo, que hayan de condensarse 125 kilogramos de vapor, formados de 25 partes de alcohol y 100 de agua, y que el agua entre en el refrigerante á la temperatura de 15°.

Un metro cuadrado de cobre (pues de este metal son casi siempre los condensadores) condensa, en este último supuesto, 113,7 kilogramos de vapor de agua y 191,66 de alcohol; por lo tanto, la superficie necesaria para condensar los 25 kilogramos de

vapor de alcohol será $\frac{25}{191,66} = 0,13$ metros cuadrados; la que se necesitará para condensar los 100 kilogramos de vapor de agua

será $\frac{100}{113,7} = 0,87$ metros cuadrados; de suerte que la superficie

necesaria para condensar los 125 kilogramos de vapor hidro-alcohólico será $0,13 + 0,87 = 1,00$ metro cuadrado; extensión que debe aumentarse un poco en la práctica para prevenir todas las contingencias que puedan ocurrir, y que no es fácil prever en los cálculos.

La siguiente tabla indica la relación que debe haber entre las superficies refrigerantes y los volúmenes del producto condensado por hora, cuando dicho producto marque 50° centesimales, que es el caso ordinario de la primera destilación:

Volumen del producto destilado	Superficie refrigerante necesaria
1 litros.	0,01 metros cuadrados
5 —	0,05 —
10 —	0,10 —
25 —	0,25 —
50 —	0,50 —
75 —	0,75 —
100 —	1,00 —

Volumen del producto destilado	Superficie refrigerante necesaria
150 litros	1,50 metros cuadrados
200 —	2,00 —
250 —	2,50 —
300 —	3,00 —
400 —	4,00 —
500 —	5,00 —
600 —	6,00 —
700 —	7,00 —
800 —	8,00 —
900 —	9,00 —
1000 —	10,00 —

Estas superficies son ya un poco exageradas, como es preferible calcularlas para la práctica.

Los serpentines por donde pasan los vapores que han de condensarse van introducidos en vasijas generalmente cilíndricas, que son las que contienen el agua ó líquido cualquiera que se emplee como agente condensador. En esta disposición, el conjunto que forman el serpentín y la vasija donde va introducido es lo que se llama *refrigerante*.

Como á medida que los vapores hidro-alcohólicos se van condensando el agua del refrigerante se calienta, y es preciso sustituirla por otra fría, esta operación se efectúa siempre introduciendo el agua nueva por la parte inferior del refrigerante, y entonces el agua caliente, que, como más ligera, ocupa la parte superior, irá saliendo por rebosamiento, empujada de abajo arriba por el agua fría y sin mezclarse con ella; para facilitar la salida del agua caliente va en la parte superior del refrigerante una llave ó tubo por donde se verifica perfectamente la salida.

Calienta-vinos.—Cuando la condensación de los vapores se hace en la forma que se acaba de indicar, resulta que todo el calor que absorbe el agua del refrigerante se pierde; para evitar este inconveniente, así como para ganar tiempo y mano de obra, se han propuesto los calienta-vinos, que, como su mismo nombre indica, son refrigerantes en los que se emplea como agente condensador, en vez del agua, el mismo líquido fermentado que ha de someterse después á la destilación. De este modo se aprovecha el calor que la mezcla de vapores hidro-alcohólicos desprende al condensarse, pues el líquido fermentado lo absorbe y pasa á la caldera de ebullición llevando ya cierta temperatura.

Esto no obsta para que, además del calienta-vinos, se coloque á continuación un refrigerante ordinario con agua fría.

El calienta-vinos se coloca entre la caldera y el refrigerante ordinario, que es donde se acaban de condensar los vapores que no lo hayan hecho en el serpentín del calienta-vinos. Los vapores llegan á este serpentín por la parte inferior, y de este modo los que se condensan vuelven á la caldera; por esta razón, los vapores condensados en el segundo refrigerante darán un líquido de mucha mayor riqueza alcohólica que cuando existe un solo condensador, como en el caso antes examinado.

El líquido calentado en el calienta-vinos debe ser el necesario para una carga de la caldera, y como llega á estar dotado de gran temperatura, de aquí una economía, que puede ser muy importante, en combustible, y otra economía de tiempo, puesto que el líquido alcohólico entrará en ebullición mucho más pronto que cuando se encuentra frío al cargar con él la caldera.

Como sólo se emplea el agua para la condensación de los vapores que escapan del calienta-vinos, y para enfriar los líquidos condensados en el mismo, de aquí también que se necesite mucha menos que en el caso anterior.

Para comprender bien la importancia de los calienta-vinos, no hay más que hacer un cálculo semejante al indicado para la determinación de la superficie de condensación.

Supóngase, como entonces se dijo, que hay que condensar 25 kilogramos de vapor de alcohol y 100 de vapor de agua: 1 kilogramo del primero emite al condensarse y quedar á 15°, 383 calorías, y 1 kilogramo del segundo, en las mismas condiciones, emite 622 calorías. De donde resulta que la cantidad de calorías emitidas por la condensación de los 125 kilogramos de vapores será:

$$25 \times 383 + 100 \times 622 = 71\,775 \text{ calorías}$$

Seponiendo ahora que de estas calorías se pierden la cuarta parte por radiación de los aparatos, quedan tan sólo utilizables 53.831 calorías.

Para saber ahora á qué grado elevarán estas 53.831 calorías la temperatura del líquido colocado en el calienta-vinos, hay que saber la cantidad de este líquido y su capacidad calorífica.

Puede admitirse como dato muy aproximado que la capacidad del líquido sea igual á la del agua, porque realmente se diferenciará muy poco, y suponiendo que se ha cargado el calienta-vinos con 1.000 kilogramos de líquido á la temperatura media de 15°, la temperatura adquirida será 69°. Porque los 1.000 kilogramos de líquido para aumentar un grado absorben 1.000 calorías, en el

supuesto de tener la misma capacidad calorífica que el agua; de modo que las 53.831 calorías producirán $\frac{53.831}{1.000} = 53^{\circ},813$, que sumados con los 15° iniciales, darán, en números redondos, 69°, que es la temperatura con que el líquido del calienta-vinos puede pasar á la caldera, ahorrándose, por lo tanto, una respetable cantidad de combustible, oscilando la economía alrededor de un 50 por 100.

Así sucede que en el aparato Derosne, por ejemplo, que á su tiempo se describirá, sólo se necesita, para destilar 1.000 kilogramos de vino, que dan 100 kilogramos, ó su equivalente 122,69 litros de alcohol puro, una cantidad de hulla igual á 22,22 kilogramos, siendo así que para destilar igual cantidad en un aparato sin calienta-vinos se necesitaría por lo menos el doble, sin contar la economía de tiempo y otra ventajas de importancia.

Con objeto de evitar cálculos á los industriales, en la siguiente tabla se indican las calorías desprendidas por cada kilogramo de agua y cada kilogramo de alcohol al condensarse y enfriarse, desde 100° á las temperaturas que se marcan en la primera columna.



Tabla que indica el calor desprendido por cada kilogramo de agua y de alcohol al condensarse y enfriarse

Temperat. ^a del líquido después del enfriam.t. ^o	Calorías desprendidas por cada kilo de vapor de agua	Calorías desprendidas por cada kilo de alcohol	Temperat. ^a del líquido después del enfriam.t. ^o	Calorías desprendidas por cada kilo de vapor de agua	Calorías desprendidas por cada kilo de alcohol
		Al	61	576	353,0382
		estado de vapor	60	577	353,6902
		»	59	578	354,3422
		»	58	579	354,9942
100	537		57	580	355,6462
	Paso al estado		56	581	356,2982
	líquido.		55	582	356,9502
99	538	0,4534	54	583	357,6022
98	539	1,9068	53	584	358,2542
97	540	1,3602	52	585	358,9062
96	541	1,8136	51	586	359,5582
95	542	2,2670	50	587	360,2102
94	543	2,7204	49	588	360,8622
93	544	3,1738	48	589	361,5142
92	545	3,6272	47	590	362,1662
91	546	4,0806	46	591	362,8182
90	547	4,5340	45	592	363,4702
89	548	4,9874	44	593	364,1222
88	549	5,4408	43	594	364,7742
87	550	5,8942	42	595	365,4262
86	551	6,3476	41	596	366,0782
85	552	6,8010	40	597	366,7302
84	553	7,2544	39	598	367,3822
83	554	7,7078	38	599	368,0342
82	555	8,1612	37	600	368,6862
81	556	8,6146	36	601	369,3382
80	557	9,0680	35	602	369,9902
79	558	9,5214	34	603	370,6422
		9,7934	33	604	371,2942
		341,6934	32	605	371,9462
78,4	558,6	Paso al	31	606	372,5982
		estado líquido	30	607	373,2502
78	559	341,9542	29	608	373,9022
77	560	342,6062	28	609	374,5542
76	561	343,2582	27	610	375,2062
75	562	343,9102	26	611	375,8582
74	563	344,5622	25	612	376,5102
73	564	345,2142	24	613	377,1622
72	565	345,8662	23	614	377,8142
71	566	346,5182	22	615	378,4662
70	567	347,1702	21	616	379,1182
69	568	347,8222	20	617	379,7702
68	569	348,4742	19	618	380,4222
67	570	349,1262	18	619	381,0742
66	571	349,7782	17	620	381,7262
65	572	350,4302	16	621	382,3782
64	573	351,0822	15	622	383,0302
63	574	351,7342			
62	575	352,3862			

Temperat. ^a del líquido después del enfriam ^o	Calorías desprendidas por cada kilo de vapor de agua	Calorías desprendidas por cada kilo de alcohol	Temperat. ^a del líquido después del enfriam ^o	Calorías desprendidas por cada kilo de vapor de agua	Calorías desprendidas por cada kilo de alcohol
14	623	383,6822	6	631	388,8982
13	624	384,3342	5	632	389,5502
12	625	384,9862	4	633	390,2022
11	626	385,6382	3	634	390,8542
10	627	386,2902	2	635	391,5062
9	628	386,9422	1	636	392,1582
8	629	387,5942	0	637	392,8102
7	630	388,2462			

La manera de servirse de esta tabla es muy sencilla: supóngase que se está destilando un líquido que suministra por hora 100 kilogramos de espíritu de 45°; quiere decir que en el producto destilado hay 55 kilogramos de agua y $45 \times 0,802 = 36 \text{ kg}, 094$ de alcohol; si dicho producto se obtiene á 20°, se busca en la tabla anterior la cifra 20 en la columna de las temperaturas, y enfrente, en la columna correspondiente al agua, se encontrará la cifra 617, que indica las calorías cedidas por cada kilogramo de vapor de agua al condensarse y enfriarse á 20°; por lo tanto, los 50 kilogramos destilados desprenderán $617 \times 50 = 30.850$ calorías. Enfrente de la misma cifra 20, y en la columna del alcohol, se encontrará el número 379,7702, que son las calorías desprendidas por cada kilogramo de vapor de alcohol al condensarse y enfriarse á 20°; de modo que los 36 kg,094 de alcohol, destilados en el ejemplo de que se trata, desprenderán $379,7702 \times 36,094 = 13.707$ calorías. Sumadas éstas con las 30.850 desprendidas por el agua, resultan 44 557 calorías como calor total, cedidas al refrigerante por los 100 kilos de alcohol de 45° obtenidos por destilación y á la temperatura de 20°. Así se ve que con la tabla anterior, por medio de dos sencillas multiplicaciones y una suma, se obtiene un dato tan interesante para graduar la cantidad de líquido que debe colocarse en el calienta-vinos, la temperatura á que pueda alcanzar y la economía de combustible que se realice.

§ VI.—Destilación con análisis de vapores

Objeto de esta operación. —Por medio de una simple destilación no se obtienen, por lo general, más que líquidos alcohólicos de poca graduación; así es que hay siempre que acudir á la redes-

tilación de los alcoholes obtenidos en la primera, y acaso segunda destilación, para que resulten de un grado elevado. Este procedimiento, como se ve á la simple vista, tiene el inconveniente de ser largo y costoso.

Á evitar estos inconvenientes están destinados los alambiques de análisis de vapores, que dan, con una sola destilación, los aguardientes ó espíritus á un grado cualquiera, se entiende dentro de ciertos límites. De suerte que el problema que con esta clase de alambiques trata de resolverse es el siguiente: estando en ebullición una mezcla de agua y de alcohol (que esto viene á ser el líquido fermentado) contenida en una caldera, y produciéndose una corriente continua de vapor de agua y de vapor alcohólico, separar el agua y el alcohol de manera que se obtenga este último á una graduación determinada.

Todos los aparatos contruidos con este propósito están compuestos esencialmente de una caldera para la ebullición del líquido; de dos serpentines, destinado el uno á calentar, por medio de una condensación parcial de los vapores producidos, el líquido que debe ser destilado, y el segundo á completar esta condensación; y por último, de un aparato destinado al análisis de los vapores, ó sea la separación metódica del agua y el alcohol para que éste quede á bastante graduación. En este aparato precisamente consiste la diferencia de los sistemas que pueden adoptarse con este objeto; pero en todos, sin embargo, el analizador está dispuesto de modo que pueda suministrar al segundo serpentín los vapores suficientemente desfleados, es decir, ricos en alcohol, y devolver á la caldera los vapores condensados que sean muy acuosos.

Principios en que están fundados los analizadores.—Cualquiera que sea el aparato analizador, estará siempre fundado en uno ó varios de los principios siguientes, que se exponen con algún detenimiento por la muchísima importancia que esta cuestión tiene en la industria de que se trata:

1.º Una mezcla de agua y de alcohol hierve á una temperatura tanto menos elevada cuanto menos agua contenga la mezcla y mayor sea la cantidad de alcohol por consiguiente.

El siguiente cuadro del Sr. Groening demuestra este principio, y en él se ve que la graduación alcohólica aumenta con gran rapidez en relación con el descenso del punto de ebullición.

Tabla de Groening, que indica los puntos de ebullición de soluciones alcohólicas de diferente graduación y la cantidad de alcohol en los vapores producidos.

TEMPERATURA de ebullición en grados centígrados	RIQUEZA ALCOHÓLICA			
	DEL LÍQUIDO		DE LOS VAPORES	
	Por 100 en volumen	Por 100 en peso	Por 100 en volumen	Por 100 en peso
99,0	1,0	0,8	13,0	10,5
98,2	2,0	1,6	28,6	23,5
97,4	3,0	2,4	35,0	29,0
96,6	4,0	3,2	39,9	33,3
95,9	5,0	4,0	43,4	36,5
95,2	6,0	4,8	46,7	39,5
94,5	7,0	5,6	49,8	42,3
93,9	8,0	6,4	52,3	44,7
93,3	9,0	7,2	54,5	46,8
92,6	10,0	8,0	57,2	49,4
92,1	11,0	8,9	59,0	51,2
91,5	12,0	9,7	60,8	53,0
91,1	13,0	10,5	62,4	54,6
90,6	14,0	11,3	64,0	56,2
90,2	15,0	12,2	65,4	57,7
89,7	16,0	13,0	66,8	59,1
89,3	17,0	13,8	68,0	60,4
89,0	18,0	14,6	69,2	61,6
88,6	19,0	15,4	70,3	62,8
88,3	20,0	16,3	71,3	63,9
87,9	21,0	17,1	72,1	64,8
87,7	22,0	17,9	73,0	65,7
87,4	23,0	18,8	73,7	66,5
87,1	24,0	19,6	74,4	67,3
86,9	25,0	20,5	75,1	68,1
86,6	26,0	21,3	75,8	68,8
86,4	27,0	22,1	76,4	69,5
86,2	28,0	23,0	77,0	70,2
86,0	29,0	23,8	77,6	70,8
85,7	30,0	24,7	78,1	71,4
85,5	31,0	25,6	78,7	72,1
85,3	32,0	26,4	79,2	72,7
85,1	33,0	27,3	79,7	73,2
85,0	34,0	28,1	80,1	73,7
84,8	35,0	29,0	80,5	74,1
84,7	36,0	29,9	80,7	74,6
84,5	37,0	30,7	81,2	75,0
84,4	38,0	31,6	81,6	75,5
84,2	39,0	32,5	82,0	75,9
84,1	40,0	33,4	82,3	76,3
83,9	41,0	34,3	82,7	76,7
83,8	42,0	35,2	83,0	77,1

TEMPERATURA de ebullición en grados centígrados	RIQUEZA ALCOHÓLICA			
	DEL LÍQUIDO		DE LOS VAPORES	
	Por 100 en volumen	Por 100 en peso	Por 100 en volumen	Por 100 en peso
83,7	43,0	36,1	83,3	77,4
83,5	44,0	37,0	83,6	77,8
83,4	45,0	37,9	83,8	78,1
83,3	46,0	38,8	84,1	78,4
83,1	47,0	39,7	84,3	78,7
83,0	48,0	40,7	84,6	79,0
82,9	49,0	41,6	84,8	79,3
82,8	50,0	42,5	85,1	79,6
82,7	51,0	43,5	85,3	79,9
82,6	52,0	44,4	85,5	80,2
82,5	53,0	45,4	85,7	80,4
82,4	54,0	46,3	86,0	80,7
82,3	55,0	47,3	86,2	81,0
82,1	56,0	48,3	86,4	81,2
82,0	57,0	49,2	86,6	81,5
81,9	58,0	50,2	86,9	81,8
81,8	59,0	51,2	87,1	82,0
81,7	60,0	52,2	87,3	82,3
81,6	61,0	53,2	87,5	82,5
81,5	62,0	54,2	87,6	82,7
81,4	63,0	55,2	87,8	83,0
81,3	64,0	56,2	88,0	83,2
81,2	65,0	57,2	88,2	83,4
81,2	66,0	58,3	88,3	83,6
81,1	67,0	59,3	88,5	83,8
81,0	68,0	60,4	88,6	84,0
80,9	69,0	61,4	88,8	84,2
80,8	70,0	62,5	89,0	84,4
80,7	71,0	63,6	89,1	84,6
80,6	72,0	64,6	89,3	84,8
80,5	73,0	65,7	89,4	85,0
80,5	74,0	66,8	89,6	85,2
80,4	75,0	67,9	89,8	85,5
80,3	76,0	69,0	90,0	85,7
80,3	77,0	70,2	90,1	85,9
80,1	78,0	71,3	90,3	86,1
80,0	79,0	72,5	90,4	86,3
79,9	80,0	73,6	90,6	86,6
79,8	81,0	74,8	90,8	86,8
79,7	82,0	75,9	91,0	87,0
79,7	83,0	77,1	91,1	87,2
79,6	84,0	78,3	91,3	87,4
79,5	85,0	79,5	91,5	87,7
79,4	86,0	80,7	91,6	87,9
79,3	87,0	82,0	91,8	88,1
79,2	88,0	83,2	92,1	88,5
79,2	89,0	84,5	92,3	88,8
79,1	90,0	85,8	92,6	89,2

2.º Cuando una mezcla de vapores de agua y de alcohol recorre un refrigerante, los primeros vapores que se condensan son los más acuosos, y los últimos los más alcohólicos; de modo que si el expresado refrigerante tiene una extensión suficiente, los vapores que escapen á esta condensación podrán contener una cantidad dada de alcohol.

Supóngase, para aclarar las ideas, que un vapor formado de agua y alcohol, como sucede en el caso de que se trata, recorre un tubo que está en comunicación por un extremo con la atmósfera; el calor perdido debe ser desarrollado por una condensación de los vapores; pero por la misma razón que en el vapor producido por una mezcla de agua y de alcohol éste último se encuentra siempre en mayor cantidad que en el vino de que procede, se condensará otra cantidad también mayor de vapor de agua. De suerte, que la cantidad relativa de alcohol contenida en el vapor que va quedando, debe aumentar constantemente con el camino recorrido, y la temperatura de la mezcla debe disminuir hasta 78°,4 que es la temperatura de la ebullición del alcohol absoluto.

De todo esto se deduce que si se hacen salir los vapores que se desprenden de un vino en ebullición por un serpentín vertical que haga las veces de refrigerante, mantenido á una temperatura constante, haciendo variar la temperatura del líquido refrigerante ó la longitud del serpentín, ó bien la actividad del hogar, se podrán recoger á la extremidad de este serpentín vapores de diferente fuerza alcohólica, y que una vez condensados darán un alcohol de graduación determinada.

Por ejemplo: considérese que los vapores que se desprenden de la caldera van encontrando una serie de compartimentos cuya temperatura va disminuyendo, y supóngase que el líquido fermentado en ebullición produce vapores que contienen 15 á 20 por 100 de alcohol; haciendo pasar estos vapores á través del primer compartimento, cuya temperatura sea de 94°, estos vapores no podrán subsistir completamente al estado de tales vapores, porque exigirán para mantenerse en tal estado, por lo menos una temperatura de 98°; 100 partes de los mismos vapores se descompondrán, por lo tanto, en 70 partes de un líquido condensado que contendrá 7 por 100 de alcohol, cuyo líquido regresará al alambique, y en 30 partes de vapores no condensados que contendrán 50 por 100 de alcohol, que en el refrigerante darán un aguardiente de esta graduación; si se hacen pasar los últimos vapores por otro compartimento cuya temperatura sea de 85°, se obtendrán 41,6 por 100 de líquido condensado, con 30 por 100 de al-

cohol y 58,4 por 100 de vapores alcohólicos de una riqueza de 78 por 100, que darán un espíritu de esta graduación si se llevan directamente al refrigerante para que se condensen, pasando los 41,6 por 100 del anterior líquido condensado, ó sea del que lo ha verificado en el segundo compartimento, al alambique, lo mismo que el que se condensó en el primer compartimento.

De este modo se podrá obtener un líquido alcohólico que marcará sucesivamente mayores graduaciones y con una sola destilación.

Este efecto, aunque en menor escala, lo producen las paredes superiores de las calderas, el tubo de desprendimiento, etc., enfriados por el aire ambiente que les rodea, y ya se verá, al tratar de la descripción de los aparatos simples, el partido que se saca de esta propiedad de los vapores alcohólicos.

3.º Cuando el vapor de agua, poco cargado de alcohol, encuentra en el camino que recorre (y que generalmente es una columna dividida con platos ú otro medio cualquiera que deje paso á los vapores) un líquido alcohólico (que es siempre el que se va á destilar) á una baja temperatura, una parte del primero se condensa, y el calor que proviene de esta condensación produce una cierta cantidad de vapores alcohólicos.

De este principio, que no es otra cosa que una consecuencia del primero, resulta evidentemente que si se tiene una corriente de vapor de agua que se eleva en una columna vertical, y por otra parte un líquido alcohólico que marcha en sentido contrario, es decir, de arriba abajo, presentando al vapor acuoso una superficie de contacto suficientemente desarrollada, el líquido alcohólico se irá calentando constantemente, y del mismo modo irá perdiendo su alcohol; en cambio de esto, los vapores formados estarán cada vez más cargados de vapor de alcohol. Si el contacto se verifica durante un tiempo suficiente, los vapores que se escapan del aparato podrán siempre tener un grado determinado.

Los aparatos fundados sobre este tercer principio son preferibles á los que pertenecen al segundo, al menos desde el punto de vista de la economía en combustible, porque el calor procedente de la condensación de los vapores se emplea en calentar el líquido y en evaporar el alcohol; y además, siendo la cantidad del líquido á calentar por lo menos cinco veces mayor que la del que hay que evaporar para extraer la totalidad del alcohol, todo el calor que resulta de la condensación de los vapores se utiliza, sobre todo suponiendo que el vapor proviene del líquido pobre en alcohol, que es lo que sucede siempre.

Destilación continua.—Teniendo en cuenta todo lo dicho, se pueden construir los aparatos destilatorios de manera que el trabajo de la destilación sea continuo, es decir, que puede conseguirse hacer llegar de una manera continua el líquido acuoso por un extremo de un aparato, mientras que las vinazas cuelean también continuamente por otro extremo, recogiendo el alcohol de una graduación determinada.

Los diferentes órganos de todos los alambiques, y especialmente los que están fundados en los principios de análisis de vapores, han sido objeto de muchas mejoras, como ya se verá al hacer la descripción de estos aparatos en el capítulo próximo.

Por estas ingeniosas combinaciones los vapores más acuosos están siempre puestos en contacto con el vino más pobre en alcohol, y recíprocamente, los vapores más alcohólicos, cuando se les quiere enriquecer, están siempre puestos en presencia del líquido más rico en alcohol. Todo concurre, pues, de este modo á privar al líquido fermentado de su alcohol, sin volverle jamás á poner en contacto de un líquido más rico que él, y á desflamar los vapores sin mezclarlos nunca con un líquido menos rico que ellos. Esta ventaja no se obtiene más que en el sistema de la destilación continua.

Como ya queda dicho al exponer los principios del análisis de los vapores, éste es tanto más perfecto cuanto más prolongado sea el contacto del líquido que se trata de destilar con el vapor. Este es el objeto que han conseguido los constructores por medio de los platos, cuya descripción se estudiará más adelante.

La tendencia general es naturalmente á aumentar el número de estos platos. Pero en los aparatos á destilación continua más perfectos, las disposiciones adoptadas tienden, por el contrario, á reducir este número, obteniendo, sin embargo, la mayor circulación posible del líquido á destilar, y procurándole un contacto dividido é inmediato con los vapores. Así se ve que en aparatos como los de Egrot, por ejemplo, sólo se emplean de 5 á 8 platos al máximum. También se ha procurado que la destilación se verifique con una débil presión, para evitar que el aparato se *emborrache*, como dicen los prácticos.

Por último, merecen señaladamente que se les considere como una mejora introducida en los aparatos destilatorios, los llamados reguladores, merced á los cuales se mantiene eficazmente la presión, la temperatura y la rapidez de la circulación de los líquidos en los límites más favorables.

Cuando se trate de construir un aparato de destilación y de

análisis de los vapores, siempre que sea conocida la riqueza en alcohol del líquido á destilar, el grado de concentración del alcohol que se trata de obtener y la cantidad del líquido que debe destilarse por hora, es fácil calcular la superficie de caldeo de la caldera y la de los serpentines de vapor á alta presión (cuando se emplee éste como agente calorífico), así como la superficie del último serpentín destinado á condensar los vapores rectificadas. Para la caldera no se puede contar más que con una producción de vapor de 15 á 20 kilogramos por metro cuadrado y por hora, y si el líquido está calentado por el vapor, será preciso contar con una producción de 2 kilogramos de vapor por metro cuadrado, por hora y por cada grado de diferencia de temperatura.

En cuanto al cálculo del efecto producido por la columna de análisis y por el rectificador, cualquiera que sea su disposición, es muy difícil, ó por mejor decir, imposible de practicar, no quedando otro recurso que referirse á los resultados de los experimentos hechos con el sistema del aparato que se haya escogido.

Debe tenerse muy presente en todos los casos, que si un aparato es insuficiente para producir en un tiempo dado un peso determinado de alcohol de cierta graduación, disminuyendo la cantidad de vapores producidos y la cantidad del líquido que recorre el aparato, se aumentará necesariamente la concentración del alcohol producido.

Destilaciones sucesivas.— Aunque todavía no está resuelto este problema de una manera práctica para la destilación de los líquidos fermentados, conviene, antes de determinar el estudio sobre la destilación, decir dos palabras sobre las destilaciones sucesivas á temperaturas y presiones que vayan decreciendo. Por este método se obtendrán productos que contendrán todavía mucha agua, pero que se podrán destilar en seguida en un rectificador, y siempre resultará una economía muy considerable de combustible, y además, como los productos se obtienen á baja presión y temperatura poco elevada, resulta que en ciertos casos podrán ser de mejor calidad que los obtenidos por los procedimientos ordinarios.

Para que se vea más clara la economía indicada, no hay más que suponer que se trata de destilar un líquido fermentado que contenga de 0,13 á 0,14 de alcohol, de cuyo líquido hay que destilar 0,2 para extraer todo el alcohol que contiene (1).

(1) Como sólo se trata de un cálculo aproximado, se hace caso omiso de la diferencia de las cantidades de calor correspondientes á los vapores alcohólicos y el vapor de agua.

Admitiendo, por ejemplo, que se tienen cuatro calderas, y designando por P el peso del líquido que contiene cada una de ellas; suponiendo también que se ha hecho en las mismas el vacío de antemano, y que las diferencias de temperatura entre ellas sean de 20°, en cuyo caso las temperaturas serán de 100°, 80°, 60°, 40°, que dan por término medio 70°, siendo la cantidad de calor empleada

$$70 P + 0,2 (630 - 70) P = 182 P,$$

es fácil ver la ventaja que se consigue en el calor consumido en las destilaciones sucesivas.

En efecto; si se efectuaran simples destilaciones bajo la presión atmosférica, el gasto de calor sería igual á

$$4 P (100 + 0,2 \times 500) = 824 P,$$

esto es, cuatro veces más próximamente que en el caso anterior.

Si las destilaciones sucesivas tuvieran lugar sobre la totalidad del líquido, el gasto de calor sería

$$(630 - 70) P = 560 P;$$

mientras que en las operaciones simples este gasto será

$$4 \times 630 P = 2.520 P,$$

ó sea cuatro veces y media mayor, como anteriormente.

Todavía podrá aumentarse esta economía haciendo pasar el calor de las vinazas á los líquidos que las sustituyen; el calor necesario se reducirá entonces á

$$0,2 (630 - 70) P = 112 P;$$

de suerte que la relación entre el calor que será absorbido por las destilaciones simples y el que se consume en la operación que se acaba de indicar será

$$824 : 112 = 7,35.$$

Estos cálculos manifiestan bien claro que valen la pena de que los constructores de aparatos se fijen en ellos para sacar de esta teoría de las destilaciones sucesivas todo el gran partido que debe sacarse en la práctica.

Por lo demás, el calentamiento preliminar de los líquidos, según se acaba de ver, tendrá también la ventaja de dar la misma densidad á los líquidos resultantes de las destilaciones de las calderas, lo que no sucederá nunca si cada una de éstas debe pro-

ducir el vapor necesario para el calentamiento de los líquidos contenidos en las calderas siguientes.

Condiciones de un buen aparato destilatorio.—Resumiendo todo lo que queda expuesto sobre la destilación y las diferentes circunstancias en que debe practicarse esta operación, resulta que las condiciones á que debe satisfacer un buen aparato destilatorio son:

1.^a La vaporización del alcohol contenido en el líquido tratado debe efectuarse en el *menor tiempo* posible y con el *menor gasto posible de calor*.

2.^a Ninguna porción del líquido fermentado ni de las materias que le acompañan debe quedar expuesta á temperaturas que pueden ocasionar su descomposición y comunicar á los productos un olor empireumático.

3.^a Se ha de poder llevar la temperatura de los vapores mixtos á los 82° en el punto en que entran en el cuello de cisne para pasar al aparato de condensación.

4.^a En toda columna los vapores deben ser *analizados*, es decir, despojados del agua y demás sustancias extrañas, en todo el grado que permitan las leyes de la física, por lavados y enfriamientos progresivos, sin más presión que la que resulte de un lavado en forma de lluvia, ó por una delgada capa de líquido.

5.^a Todo aparato debe llevar órganos de retrogradación, por medio de los cuales se puedan obtener regularmente líquidos de alta graduación.

6.^a Se ha de poder utilizar, sin excepción ninguna, la mayor parte del calor de los vapores mixtos para calentar los líquidos alcohólicos que hayan de destilarse, pues el cumplimiento de esta condición es la única garantía formal de la economía de combustible.

7.^a El enfriamiento del producto destilado debe ser tan completo como sea posible en el calienta-vinos, á fin de emplear un minimum de agua para terminar el enfriamiento de los productos.

Condiciones de una buena destilación.—Si el aparato ha de reunir determinadas condiciones para lograr rapidez en la marcha, economía en combustible y bondad en los productos, la operación ha de verificarse también obedeciendo á ciertas reglas, con cuya rigurosa y metódica observación se obtendrá siempre el maximum de utilización de los productos tratados, con las mejores condiciones económicas posibles, y logrando la mejor calidad de los productos.

Estas reglas son:

1.^a La destilación debe efectuarse en el menor tiempo posible, á fin de que los líquidos fermentados y las vinazas no estén expuestas á una acción prolongada del calor.

2.^a Los vapores mixtos procedentes de los líquidos tratados deben ser sometidos á un enfriamiento progresivo y regular, de modo que los vapores que pasen el cuello de cisne conserven solamente la tensión suficiente para atravesar dicha porción del aparato, y llevando la temperatura más próxima posible á los 78°,4.

3.^a Los vapores mixtos deben ser lavados durante su trayecto; este lavado debe operarse de modo que no se produzca presión, y debe ser tan completo y gradual como sea posible.

4.^a Se deben hacer retrogradar las primeras porciones condensadas de los vapores mixtos; cuanto más pueda llevarse esta retrogradación á sus últimos límites, más perfecta será la separación de los productos empíreumáticos y de los aceites esenciales.

Medida de las temperaturas. Escalas termométricas.—La medida de las temperaturas se hace por medio de los termómetros, instrumentos que todo el mundo conoce, y cuyo uso es indispensable á los fabricantes de alcoholes y aguardientes. Ahora bien, existen varias clases de termómetros, que difieren entre sí por su graduación, ó sea por su escala.

En España y Francia el termómetro oficial y el más usado es el centígrado, pero también se emplea bastante el Reamur. En Inglaterra y Norte América se usa casi universalmente el de Fahrenheit, y en Rusia el de Delisle.

Es muy útil saber cómo se corresponden entre sí los grados de estos diversos termómetros para poder hacer las referencias exactas, y por eso se inserta la tabla que va á continuación, donde se marca á cada grado del termómetro centígrado los que corresponden de los demás termómetros.

Tabla de correspondencia entre los grados del termómetro centígrado y los de otras escalas termométricas

CENTÍGRADO	REAUMUR	FAHRENHEIT	DELSI E
0°	0°,0	32°,0	150°,0
1°	0°,8	33°,8	148°,5
2°	1°,6	35°,6	147°,0
3°	2°,4	37°,4	145°,5
4°	3°,2	39°,2	144°,0
5°	4°,0	41°,0	142°,5
6°	4°,8	42°,8	141°,0
7°	5°,6	44°,6	139°,5
8°	6°,4	46°,4	138°,0
9°	7°,2	48°,2	136°,5
10°	8°,0	50°,0	135°,0
11°	8°,8	51°,8	133°,5
12°	9°,6	53°,6	132°,0
13°	10°,4	55°,4	130°,5
14°	11°,2	57°,2	129°,0
15°	12°,0	59°,0	127°,5
16°	12°,8	60°,8	126°,0
17°	13°,6	62°,6	124°,5
18°	14°,4	64°,4	123°,0
19°	15°,2	66°,2	121°,5
20°	16°,0	68°,0	120°,0
21°	16°,8	69°,8	118°,5
22°	17°,6	71°,6	117°,0
23°	18°,4	73°,4	115°,5
24°	19°,2	75°,2	114°,0
25°	20°,0	77°,0	112°,5
26°	20°,8	78°,8	111°,0
27°	21°,6	80°,6	109°,5
28°	22°,4	82°,4	108°,0
29°	23°,2	84°,2	106°,5
30°	24°,0	86°,0	105°,0
31°	24°,8	87°,8	103°,5
32°	25°,6	89°,6	102°,0
33°	26°,4	91°,4	100°,5
34°	27°,2	93°,2	99°,0
35°	28°,0	95°,0	97°,5
36°	28°,8	96°,8	96°,0
37°	29°,6	98°,6	94°,5
38°	30°,4	100°,4	93°,0
39°	31°,2	102°,2	91°,5
40°	32°,0	104°,0	90°,0
41°	32°,8	105°,8	88°,5
42°	33°,6	107°,6	87°,0
43°	34°,4	109°,4	85°,5
44°	35°,2	111°,2	84°,0
45°	36°,0	113°,0	82°,5
46°	36°,8	114°,8	81°,0
47°	37°,6	116°,6	79°,5
48°	38°,4	118°,4	78°,0

CENTÍGRADO	REAUMUR	FAHRENHEIT	DELISLE
49°	39°,2	120°,2	76°,5
50°	40°,0	122°,0	75°,0
51°	40°,8	123°,8	73°,5
52°	41°,6	125°,6	72°,0
53°	42°,4	127°,4	70°,5
54°	43°,2	129°,2	69°,0
55°	44°,0	131°,0	67°,5
56°	44°,8	132°,8	66°,0
57°	45°,6	134°,6	64°,5
58°	46°,4	136°,4	63°,0
59°	47°,2	138°,2	61°,5
60°	48°,0	140°,0	60°,0
61°	48°,8	141°,8	58°,5
62°	49°,6	143°,6	57°,0
63°	50°,4	145°,4	55°,5
64°	51°,2	147°,2	54°,0
65°	52°,0	149°,0	52°,5
66°	52°,8	150°,8	51°,0
67°	53°,6	152°,6	49°,5
68°	54°,4	154°,4	48°,0
69°	55°,2	156°,2	46°,5
70°	56°,0	158°,0	45°,0
71°	56°,8	159°,8	43°,0
72°	57°,6	161°,6	42°,5
73°	58°,4	163°,4	40°,5
74°	59°,2	165°,2	39°,0
75°	60°,0	167°,0	37°,5
76°	60°,8	168°,8	36°,0
77°	61°,6	170°,6	34°,5
78°	62°,4	172°,4	33°,0
79°	63°,2	174°,2	31°,5
80°	64°,0	176°,0	30°,0
81°	64°,8	177°,8	28°,5
82°	65°,6	179°,6	27°,0
83°	66°,4	181°,4	25°,5
84°	67°,2	183°,2	24°,0
85°	68°,0	185°,0	22°,5
86°	68°,8	186°,8	21°,0
87°	69°,6	188°,6	19°,5
88°	70°,4	190°,4	18°,0
89°	71°,2	192°,2	16°,5
90°	72°,0	194°,0	15°,0
91°	72°,8	195°,8	13°,5
92°	73°,6	197°,6	12°,0
93°	74°,4	199°,4	10°,5
94°	75°,2	201°,2	9°,0
95°	76°,0	203°,0	7°,5
96°	76°,8	205°,8	6°,0
97°	77°,6	207°,6	4°,5
98°	78°,4	209°,4	3°,0
99°	79°,2	211°,2	1°,5
100°	80°,0	212°,0	0°,0

CAPÍTULO II

CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS DESTILATORIOS ALAMBIQUES SIMPLES

§ I.—Clasificación de los aparatos destilatorios

Los antiguos, que ya conocieron la destilación y practicaron la del vino desde hace muchos siglos, usaron aparatos destilatorios de formas y construcción muy diferentes, según los años y los países, pero reduciéndose todos esencialmente, como no podía menos de ser, á una caldera donde se producían los vapores, un tubo para darles salida y un refrigerante donde se condensaban.

A fines del siglo pasado, los *alambiques*, ó sean los aparatos destilatorios destinados á la obtención de los aguardientes y espíritus, constaban, por lo general, de una caldera ó *cucúrbita*, de un *capitel* y de un *serpentin* dentro de un *refrigerante*. La calefacción se hacía, ya á fuego desnudo, ya al baño-maría; en este último caso la cucúrbita se introducía en otra vasija con agua, que es la que recibía directamente la acción del fuego. Aquella era la disposición de las alquitaras, cuyo uso se halla hoy todavía bastante extendido en España en la fabricación de aguardientes y alcoholes en pequeña escala. Igual construcción ofrecen los alambiques simples actuales, de que más adelante se tratará.

Al empezar el siglo actual, en 1801, un simple agricultor, llamado Stone, de Mesly, en las cercanías de París, fué el primero que tuvo la idea de aplicar el vapor á la destilación. Por la misma época otros físicos ó destiladores, como Adam, Solimani, Bernard, Menard, Alegre y Carbonel, construyeron diferentes aparatos destilatorios, en los cuales ya se empezaba á practicar los principios del análisis y retrogradación de los vapores. Más adelante se inventaron los calienta-vinos, siendo desde dicha época innumerables los nuevos aparatos destilatorios contruídos, hasta llegar á ser punto menos que imposible enumerarlos y sumamente difícil clasificarlos.

Haciendo, sin embargo, referencia á los aparatos modernos y á los modelos más típicos ó de más importancia, pueden considerarse los grupos siguientes:

1.º Por la manera de aplicar el calor pueden ser *calentados á fuego desnudo*, con *baño-maría* y *á vapor*.

2.º Por la disposición del aparato, éstos pueden ser *simples*, *mixtos* y *de columna*.

3.º Por la marcha de la operación pueden ser *intermitentes* en la carga y en la formación del producto; *continuos* en cuanto á la carga, é *intermitentes* en cuanto á la descarga de las vinazas agotadas; y por último, *continuos* por ambos conceptos.

4.º Finalmente, pueden ser con regulador y sin él en cuanto á la presión.

Las combinaciones de estos cuatro grupos, así como las disposiciones particulares que pueden adoptarse, dan origen á innumerables especies de aparatos, de los cuales sólo se describirán en este Tratado los más importantes y los más usados, agrupados en siete secciones: 1.^a, alambiques simples; 2.^a, alambiques con calienta-vinos; 3.^a, alambiques intermitentes de columna; 4.^a, alambiques continuos de columna; 5.^a, alambiques con regulador automático; 6.^a, alambiques especiales; y 7.^a, alambiques con los últimos perfeccionamientos.

§ II.—Alambiques simples

Estos alambiques se componen de una caldera, en la cual se produce el vapor alcohólico, y de un refrigerante, donde se condensa.

Con estos aparatos no se obtienen sino alcoholes de poca graduación, y de aquí la necesidad de volverlos á destilar de nuevo, y á veces hasta una tercera vez, lo que se llama rectificar el líquido alcohólico.

Necesitan mucho cuidado y gran práctica en el que los dirige, porque un golpe de fuego vaporiza de repente una gran cantidad de agua.

Todas estas circunstancias hacen que la destilación con el alambique sencillo ó antiguo sea muy cara relativamente á lo que sucede con los aparatos modernos, y aun con los antiguos perfeccionados.

El alambique sencillo tiene, sin embargo, la ventaja que le da su misma sencillez, que hace que su precio sea pequeño, su manejo sencillo y fáciles sus reparaciones. Por este motivo ha de ser muy difícil desterrarlo de las pequeñas explotaciones agrícolas.

Como puede quitársele con gran facilidad la cubierta, resulta

que lo emplean también los labradores para concentrar los mostos, calentar el agua y para otros usos análogos.

Este aparato, sin dejar de ser sencillo siempre, ha recibido una pequeña pero importantísima modificación, que consiste en establecer una vasija completamente cerrada entre la caldera y el refrigerante, de tal modo que el líquido que en ella se condensa pueda volver á la caldera, y los vapores más ricos en alcohol continúan su marcha al condensador. Por medio de esta modificación tan sencilla se consigue obtener alcoholes de más graduación que en el aparato primitivo, siquiera esta graduación sea pequeña, relativamente á la que se obtiene en los aparatos perfeccionados.

Para la destilación de vinos muy ricos en *bouquet* ó aroma tienen muy buena aplicación los alambiques sencillos, y por eso se emplean con preferencia á los otros; y esto se comprende perfectamente, porque en el caso de que se trata, la economía de combustible y la de mano de obra son secundarias. También se usan preferentemente á todos los demás, cuando se trata de obtener aguardientes de guindas, cerezas, ciruelas, arándano, etc.

He aquí ahora algunos modelos de esta clase de alambiques:

Alambique común.—El más sencillo de los aparatos pertenecientes á este grupo es el llamado alambique común; que se compone, como indica la figura 38, de los órganos siguientes:

A, hogar donde se quema generalmente la leña, porque este aparato sólo se emplea en las pequeñas explotaciones rurales, donde la leña es el combustible más económico y más fácil de obtener. La llama de este hogar, después de calentar el fondo de la caldera, la rodea por el conducto que se ve en negro á sus costados, antes de llegar á la chimenea de tiro, que no se ve en el dibujo.

B, caldera, generalmente de cobre, empotrada en la fábrica del hogar, y que puede desarmarse separando la cubierta, que está sujeta por cualquiera de los medios conocidos para este objeto.

C, tubo de desprendimiento de vapores, que debe ser bastante ancho y corto, para que el paso de éstos se haga con facilidad, y por las otras razones que ya quedaron indicadas al tratar de la destilación desde el punto de vista general.

D, vasija en comunicación con el tubo anterior y con el refrigerante por medio del tubo F. Esta vasija lleva en su fondo un tubo E, que penetra hasta cerca de la parte inferior de la caldera.

G, refrigerante de agua fría, que la recibe de un depósito por medio del grifo H, con el que puede graduarse la entrada del

agua; ésta cae en el tubo de embudo I y penetra hasta el fondo del refrigerante, de donde, á medida que se va calentando, sube á la parte superior para derramarse en la canal K, que la recoge; de este modo el agua se va renovando constantemente en el refrigerante, y su curso puede graduarse merced á la llave H.

L, cubeta donde cae el líquido alcohólico condensado en el serpentín del refrigerante. Esta cubeta tiene un alcoholómetro que marca constantemente la graduación del líquido alcohólico que se condensa, y sirve, por lo tanto, para guiar al obrero que ma-

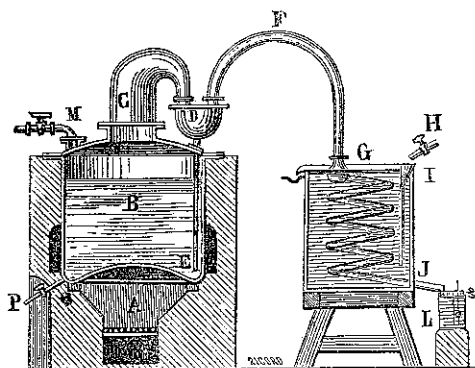


Figura 38.

neja el aparato; desde esta cubeta, y por medio de un tubo colocado en la parte superior, el líquido alcohólico se vierte en las vasijas de recepción.

M es el tubo por donde se carga la caldera, cuya llave debe cerrarse una vez llena, y P es por donde se sacan las vinazas una vez terminada la operación.

Véase ahora la manera de funcionar el aparato: Se carga la caldera, procurando que no se llene del todo, sino tres cuartas partes de su altura, porque por la ebullición pasaría cierta cantidad de vino, arrastrado mecánicamente, á los demás órganos del aparato; se enciende en seguida el fuego en el hogar, y al cabo de cierto tiempo principia la ebullición del vino; los vapores que se desprenden dejan una cierta cantidad de agua condensada en la vasija D (1), cuya agua vuelve á la caldera por el tubo E, y la

(1) Esta vasija funciona en virtud del segundo principio del análisis de los vapores, del que no es otra cosa que una aplicación. Lo mismo sucede con el tubo largo é inclinado de desprendimiento de vapores.

parte no condensada sigue por el tubo F al refrigerante G, en cuyo serpentín se liquida para caer en este estado en la probeta L y seguir á la vasija de recepción, que generalmente es un barril.

La mayor parte de los modelos de los alambiques comunes no tienen la vasija D, y los vapores pasan directamente de la caldera al refrigerante; pero esta adición tan sencilla favorece la mayor graduación del líquido alcohólico que se obtiene por la destilación. Cuando no se disponga de la vasija D, debe alargarse el cuello de la caldera, ó sea el tubo de desprendimiento de vapores, é inclinarlo en el sentido de la misma con objeto de que caiga en ella el agua condensada durante el trayecto de aquéllos hasta llegar al serpentín del refrigerante.

Al destilar con el aparato que acaba de describirse un líquido fermentado cualquiera, debe tenerse muy en cuenta que un golpe de fuego favorecería en gran manera la vaporización del agua, y, por consiguiente, se obtendrían alcoholes de muy poca graduación. De cualquier modo que se lleve la operación, es indudable también que los primeros líquidos condensados tendrán mayor graduación, y que ésta irá disminuyendo hasta tanto que ya no quede alcohol en la caldera; esto se conoce por el alcoholómetro que flota en la cubeta, y llegado este caso, se procede a descargar la caldera por el tubo inferior, abriendo la llave P, por donde saldrán las vinazas, y podrá procederse en seguida á otra operación, debiendo tenerse presente que la caldera no puede estar muy caliente y sin líquido dentro, porque se quemaría por el fuego del hogar.

Los alcoholes que de este modo se obtienen alcanzan una graduación muy baja, y por este motivo hay que redestilarlos ó rectificarlos hasta tanto que tengan el grado que se desee; de aquí, como ya queda dicho, que la operación resulte cara y se emplee mucho tiempo en ella.

Cuando no se quieran alcoholes de más graduación, pueden también utilizarse desde luego los que van marcando en la probeta L el grado deseado, y á partir del momento en que ya el grado es inferior, los productos de la condensación se dirigen á otra vasija para ser luego rectificadas; estos últimos líquidos, muy pobres en alcohol y cargados de ciertos aceites que á lo último destilan siempre, son los que se llaman generalmente *flemas*.

Este alambique no se emplea, ventajosamente al menos, como ya queda manifestado, sino para la obtención de ciertos aguardientes de aromas especiales y delicados, con el objeto de conser-

var, por la destilación á fuego desnudo y la redestilación, las condiciones en que se desarrolla su aroma particular; con efecto, estos aguardientes tienen un valor mucho mayor que su equivalente en alcohol, y no se les puede vender á este precio sino con la condición de satisfacer el gusto de los consumidores. Las destilaciones y rectificaciones á fuego desnudo, y también la presencia del aire, ejercen sobre la producción del aroma una incontestable influencia.

Por iguales motivos se emplea este alambique en la fabricación de los aguardientes especiales de guinda, cereza, ciruela, arándano, etc., que de este modo conservan el aroma especial de

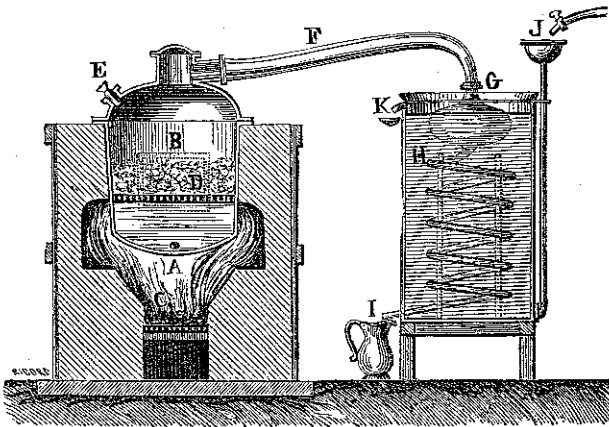


Figura 39.

los frutos sometidos á la fermentación, como ya quedó explicado en su lugar correspondiente.

Alambique para destilar el orujo.—El orujo ó residuo de las uvas pisadas y fermentadas contiene, como se dijo al examinar las primeras materias de la industria alcohólica, una cantidad de alcohol más ó menos grande, que puede extraerse por destilación, ya directamente, ya previas operaciones que también entonces se indicaron.

Es muy común practicar la destilación del orujo directamente, para lo cual se suele emplear un alambique muy sencillo, tal como el que representa la figura 39, que consta, como la misma indica, de las partes siguientes:

A, horno donde se quema generalmente leña.

B, caldera de doble fondo D, lleno de agujeros.

Una puerta lateral, al nivel del doble fondo, que se cierra per-

fectamente por medio de pernos y chavetas, indicada en la figura con líneas puntuadas en B, facilita la carga y descarga del orujo.

E, tubo para añadir el agua.

Las demás partes de que se compone el aparato son ya bien conocidas.

Véase cómo funciona este alambique:

En cuanto se carga el orujo sobre el falso fondo agujereado, se cierra el obturador de chavetas, y por el tubo E, con un embudo, se añade agua hasta que ocupe algunos centímetros sobre el falso fondo; se cierra el tubo E, y se enciende el fuego en el hogar. Bien pronto el líquido entra en ebullición, el vapor de agua atraviesa el orujo y recoge el alcohol; una parte de este vapor de agua se condensa en el trayecto, antes de llegar á la parte más alta del tubo F, por cuya razón este tubo inclinado, como se ve en la figura, devuelve el agua de condensación á la caldera; el vapor no condensado pasa al serpentín G, donde se condensa, y cae al recipiente de recepción, que en el caso actual es I. El agua del refrigerante se renueva como ya queda dicho, entrando fría por J y saliendo caliente por K, para ser llevada adonde se quiera.

Los orujos destilados en este alambique dan flemas que sólo marcan 20°; por consiguiente, deben guardarse aparte estas flemas, para ser rectificadas más tarde, para llevarlas al menos al grado comercial de 52°, 55° ó 60°.

Al tratar de los orujos (pág. 278) se indicaron ya todos los inconvenientes que presentaba el procedimiento que se acaba de describir; por este motivo se ha recomendado practicar la destilación por medio del vapor, en vez de hacerla á fuego desnudo; pero siempre subsisten algunos de aquellos inconvenientes. Lo mejor que puede hacerse es extraer el alcohol del orujo por medio de la maceración, tal y como entonces se expuso, y destilar el líquido alcohólico como todos los demás, en cuyo caso desaparecen los inconvenientes que quedan señalados.

Alambique de trompa de elefante.—Este alambique, tan sencillo como sólidamente construido por la casa Deroy, se compone, según indica la figura 40, de tres piezas: la caldera 1, ancha y de poca altura; el capitel 4, con el tubo en forma de trompa de elefante, y el serpentín 6, que está destinado á colocarse dentro de un refrigerante de mampostería ó de madera forrada de zinc interiormente, y que en el dibujo no se representa, quedando al descubierto el serpentín.

La manera de funcionar este aparato es muy sencilla: se llena la caldera hasta las tres cuartas partes aproximadamente con la

materia que se vaya á destilar; se embetunan las juntas del capitel y del serpentín con tiras de lienzo untadas con engrudo de harina de centeno, y después de abastecer de agua fría el refrigerante, se empieza la calefacción.

La destilación debe efectuarse con lentitud, á fin de que se desprenda la menor cantidad posible de vapores acuosos con los vapores alcohólicos. Acabada la destilación, se evacua la caldera por la llave de vaciar 2, pero teniendo cuidado de dejar en el fondo un poco de líquido. Para cada nueva operación se vuelve á

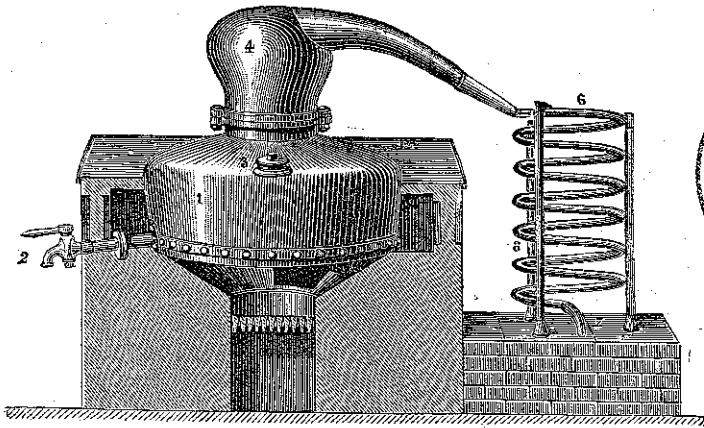


Figura 40.

cargar por el tapón á rosca 3 si se trata de líquidos, ó por el aro del capitel si la materia que se vaya á destilar contiene sólidos.

Es importante dejar siempre una capa de líquido de unos cuantos centímetros en la caldera cuando se la vacia sin apagar el fuego, para volver á llenarla después, pues de lo contrario se quema el fondo y se deteriora, y además podría haber explosión, ó por lo menos proyección de la masa al echar el líquido frío en la caldera con el fondo al rojo. Pero al fin del trabajo de cada día, ó por lo menos un día si y otro no, es necesario vaciar la caldera y limpiarla perfectamente para que no adquieran mal gusto los productos destilados.

Este alambique se puede aplicar muy especialmente á la elaboración del ron. La casa Deroy construye 14 modelos de esta clase de aparatos, variando la capacidad de la caldera desde 100 litros en el modelo menor, á 3.600 litros en el mayor; los precios correspondientes á estos diferentes modelos varían también entre



430 y 5.000 pesetas. Se acompaña también un pequeño modelo de hornillo de yeso, que puede desarmarse, por 10 pesetas.

Alambique aguardentero sencillo, sistema Deroy.—Este alambique, cuya disposición se indica bien claramente en la figura 41, es el más sencillo de todos los aparatos de esta clase. Se destina generalmente á destilar orujos, frutas y líquidos fermentados mezclados con toda clase de materias sólidas ó pastosas.

Cuando se trata de destilar orujo seco se coloca en el fondo de

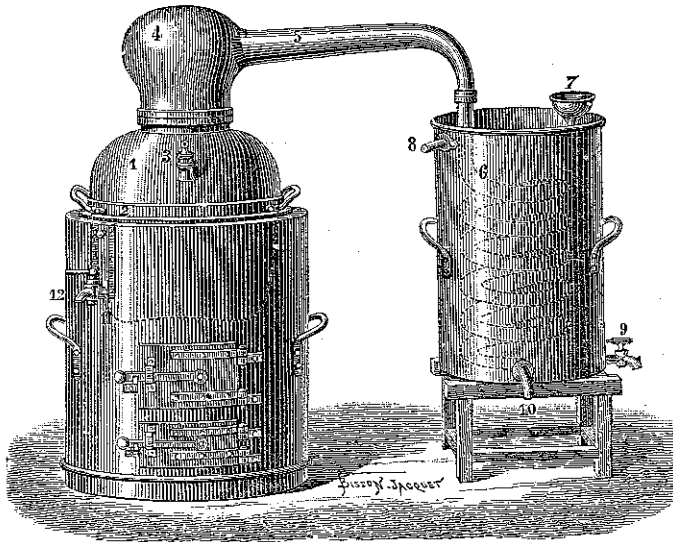


Figura 41.

la caldera 1 una rejilla, ó bien un poco de paja seca, para impedir que la materia se pegue al fondo. En seguida se pone el orujo mezclado con un tercio de su peso de agua, unas veces previa maceración, otras sin ella.

Se carga la caldera hasta el nivel del tapón 3, se adapta el capitel y se enlodan los aros. Se llena de agua fría el refrigerante 6, y se enciende después el fuego. La destilación empieza en cuanto la ebullición se inicia; conviene entonces moderar el fuego y sostenerlo sólo en el grado necesario, para que no se interrumpa la salida del líquido destilado al extremo del serpentín. Dicho se está que al mismo tiempo debe refrescarse el agua del refrigerante, ya añadiendo de tiempo en tiempo agua fría por el embudo 7, que llega hasta la base del refrigerante, ya por una corriente continua.

Las flemas que se obtienen en la primera destilación con este aparato pueden ser muy débiles; por consiguiente, es necesario practicar nuevas destilaciones rectificatorias, en las que se recogen productos de grados más elevados, cuidando de separarlos de los líquidos más acuosos, que vuelven á destilarse de nuevo. Estas rectificaciones suelen hacerse calentando la caldera al baño-maría para obtener productos más finos.

Si en vez de destilar orujo seco se emplea el recién sacado de las tinas ó tinajas de fermentación sin prensar, conteniendo aún cierta cantidad de líquido vinoso, la operación se hace del mismo modo, con la única diferencia de añadir un quinto de agua en vez de un tercio.

Se construyen diez modelos de aparatos de esta clase, cuyas capacidades y precios, incluyendo todos los accesorios, como son llave de vaciar, triampilla de descarga, rejilla, hornillo de palastro para toda clase de combustible, son los siguientes:

CAPACIDAD DE LA CALDERA	Precios
25 litros.....	245 pesetas.
50 —	345 —
75 —	425 —
100 —	520 —
150 —	622 —
200 —	685 —
300 —	815 —
400 —	937 —
500 —	1.080 —
600 —	1.225 —

Estos aparatos se construyen unas veces en forma de cabeza de moro, otras de cuello de cisne, según desean los destiladores, pero en ambos casos los precios son los mismos é idéntica la manera de funcionar.

Alambique Bruleur.—Con este nombre francés, que pudiera traducirse por *alambique quemador*, ha construido la casa Dero y un alambique, que es sin disputa alguna el mejor de los alambiques sencillos, pues reúne á las condiciones de éstos algunas ventajas de los alambiques modernos rectificadores.

Puede este alambique emplearse para la destilación de vinos, sidras, peradas, vinos de pie y orujos de uva, de manzanas, peras y otros frutos, heces y mostos de todas clases, así como flores, semillas y plantas aromáticas.

El grabado adjunto (figura 42) da clara idea de la disposición de este aparato. El capitel rectificador 3 se coloca sobre la caldera 1 como si fuera una sencilla cubierta, sumergiéndose sus bordes en una canal superior que lleva la caldera y que se llena de agua para formar cerradura hidráulica. El agua del refrigerante 8, saliendo á voluntad por la llave y tubo 10, se vierte sobre el capi-

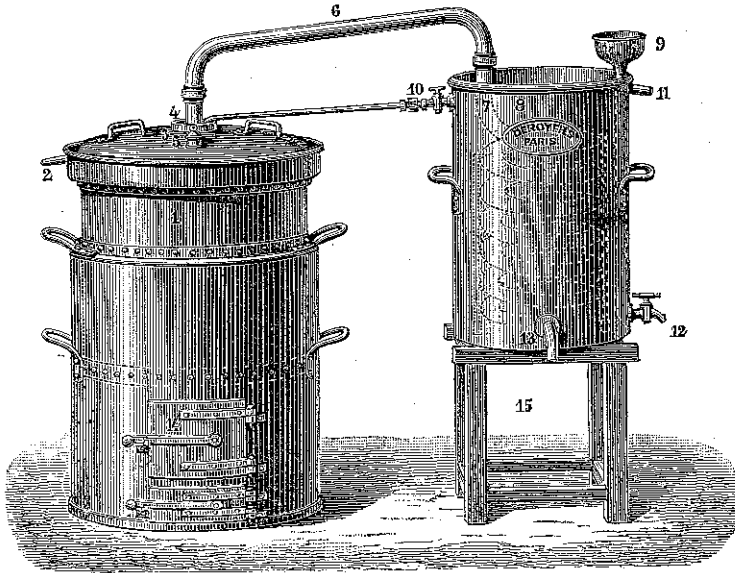


Figura 42.

tel, y escurre hacia la canal que forma la cerradura hidráulica, manteniendo ésta siempre cerrada.

En esta disposición del capitel está la gran ventaja de este aparato, pues los vapores que se desprenden de la caldera, detenidos por un diafragma ó tabique interior, se ven obligados, antes de llegar al cuello del cisne, á extenderse, formando una capa muy delgada, por toda la superficie interior del capitel; y como éste se encuentra constantemente humedecido y relativamente frío por el agua tibia que, procedente del refrigerante, llega por el tubo 10 á derramarse en medio del capitel, sucede que los vapores acuosos y productos empireumáticos que juntamente con los vapores acuosos se elevan de la caldera, se condensan y caen otra vez al liquido, no pasando al serpentín más que los vapores alcohólicos muy fuertes y depurados. De modo que por una simple maniobra de la llave 10 se puede variar á voluntad el grado

alcohólico del producto obtenido, y sin necesidad de conocimientos especiales ni de cuidados extremos. Cuanto más rápidamente se renueve el agua, más rico en grados será el aguardiente obtenido.

La única precaución que ha de tenerse es suspender á tiempo la destilación, para no mezclar los productos débiles que al final saldrían, con los fuertes y puros obtenidos primeramente.

La caldera de este aparato, por ser perfectamente cilíndrica, puede aplicarse á todos los usos domésticos é industriales de una casa de labor, tales como la cocción de alimentos para el ganado, calefacción de la leche, preparación de quesos, fusión de cera, obtención y cristalización del crémor tártaro, etc. El aparato lleva además un baño-maría que puede usarse siempre que convenga.

Quando este alambique va á ser montado en un sitio fijo de donde no ha de cambiarse, se le empotra en un horno de mampostería; lo general es montarlo sobre hornillos de palastro, como indica la figura, apropiados para toda clase de combustible, sea leña, carbón, orujo seco, etc., y cuyos precios varían entre 25 y 200 pesetas. También puede montarse este alambique sobre carretilla para trasladarle fácilmente de un lugar á otro.

Los precios de los distintos modelos completos, con refrigerante, pero sin horno, son:

CAPACIDAD DE LA CALDERA	Precios
25 litros.....	140 pesetas
50 —	200 —
100 —	300 —
200 —	425 —
300 —	500 —
400 —	600 —
500 —	720 —
600 —	850 —

Este aparato, por su extremada sencillez, fácil manejo, que puede confiarse hasta á las personas menos peritas, y por sus múltiples servicios, ha de ser efectivamente muy útil en toda casa de labor, y ha de prestar importantes servicios, cuidándole, por supuesto, con esmero, y observando con él una exquisita limpieza al pasar de unas operaciones á otras.

§ III.—Alambiques para ensayos

Para los ensayos que se practican con las materias alcohólicas antes de operar definitivamente con ellas, se usan, lo mismo por los destiladores en pequeña escala que por los destiladores en grande, pequeños aparatos que entran en el grupo de los alambiques sencillos, y que es útil dar á conocer. Algunos de estos aparatos, como los de Sallerón (pág. 25), Phillips (pág. 27), Valín,

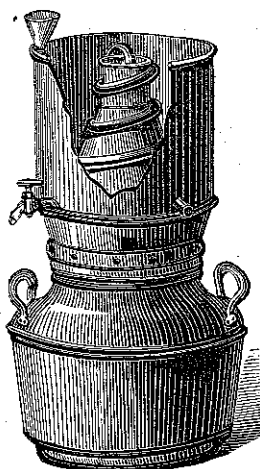


Figura 43.

modelo menor (pág. 29), y Savalle (pág. 31), ya están descritos; otros, cuya descripción sigue á estas líneas, pueden aplicarse también á la destilación industrial en ciertos casos en que se quiere obrar rápidamente y sobre pequeñas cantidades de materia. Entre estos aparatos no descritos figuran el alambique Valín, modelo mayor; el alambique aguardentero Deroy, y el alambique Comboni, para orujos.

1.º *Alambique Valín, modelo mayor.* — En este aparato, cuya disposición indica bien claramente la adjunta figura 43, la caldera donde se coloca la materia que vaya á destilarse ocupa la parte inferior, y el refrigerante y serpentin la superior; pero está dispuesto de tal modo el camino que recorren los vapores alcohólicos, que se condensan muy bien, á pesar del corto espacio que semejante aparato ofrece y de lo cerca que el refrigerante está

de la caldera. La cabida de ésta es apropiada para colocar 12 litros, y lleva recipiente interior, de capacidad de 7 litros, para cuando haya necesidad de destilar al baño-maría. Para funcionar se coloca el aparato sobre un hornillo sencillo.

En este alambique, que cuesta 100 pesetas, pueden obtenerse fácilmente alcoholes ó aguardientes de los vinos, sidras, peradas, cervezas, orujos, melazas, féculas sacarificadas y fermentadas,

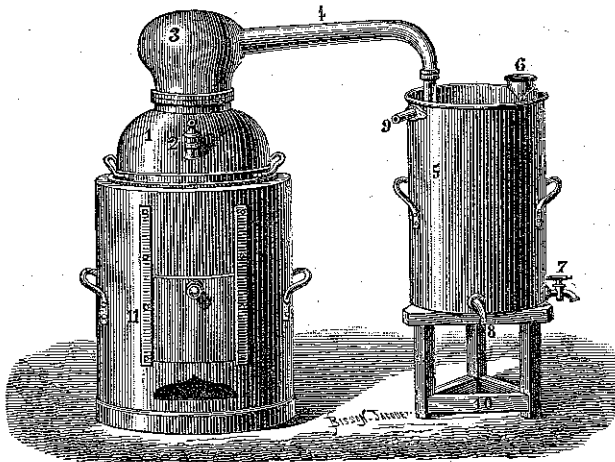


Figura 44.

etcétera; advirtiéndose que no sólo sirve para pruebas ó ensayos, sino que sirve también para la fabricación del alcohol en pequeña escala, satisfaciendo así las necesidades de una reducida explotación, ó bien aprovechando residuos fermentados, que de otro modo quedarían sin utilizarse, ó que si se aprovechan es dejando perder el alcohol que de ellos puede sacarse.

2.º *Alambique aguardentero Deroy*.—Consta, según marca la figura 44, de cucúrbita 1, empotrada en el hornillo 11, que es de palastro. El capitel 3 lleva los vapores hidro-alcohólicos al serpentín contenido en el refrigerante 5, saliendo condensados por el tubo 8. El fondo de la caldera lleva una rejilla para que no se quemén las materias puestas á destilar cuando se aplica el fuego directo. Tanto para evitar este percance, como para efectuar una rectificación, si es preciso, con los productos de la primera destilación, se acomoda á la caldera un baño-maría que acompaña al aparato. De esta suerte, si los productos de la primera destilación salen muy sucios ó turbios, ó con mucha cantidad de agua, en

una destilación lenta y regular, como la que puede obtenerse con el baño-maría, se purifican y dan un líquido alcohólico, en el que por la aplicación directa de los areómetros puede determinarse el tanto por ciento de alcohol. Se construyen dos modelos de esta clase, que se diferencian sólo en el tamaño, variando en ellos la capacidad de las calderas de 5 á 10 litros, y la del baño-maría co-

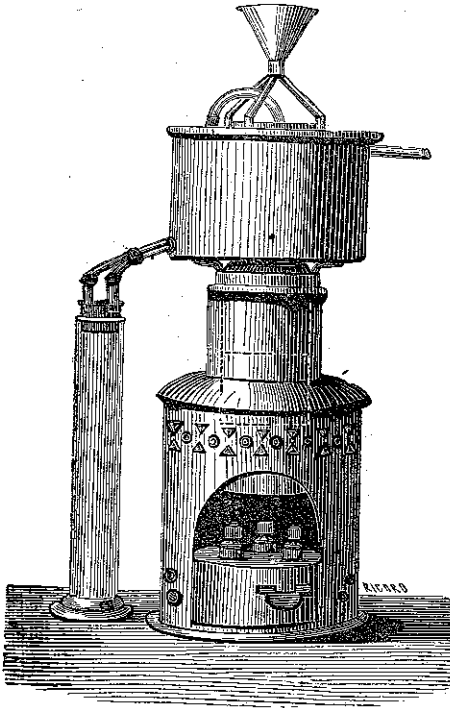


Figura 45.

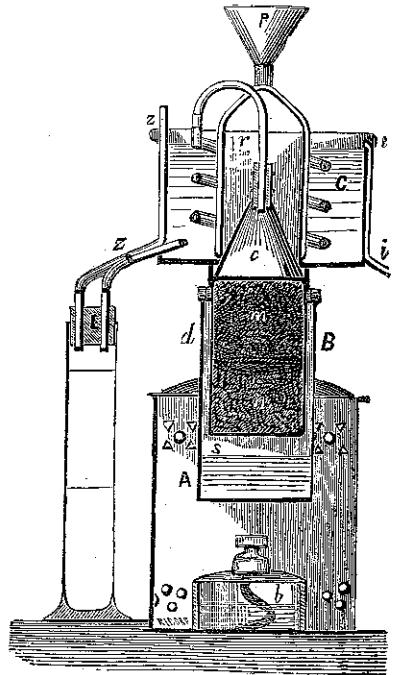


Figura 46.

respondiente de 2,50 á 5 litros, siendo los precios respectivamente 50 y 75 pesetas sin baño-maría, y 70 y 100 con él.

3.º *Alambique Comboni para ensayar los orujos.*—El profesor Comboni ha ideado y hecho construir un alambique con objeto de determinar la riqueza de los orujos ó cascas de uvas. Las figuras 45 y 46 representan la vista en conjunto y la sección vertical de dicho aparato.

Consta éste de tres partes principales: un hornillo A, con su lamparilla de alcohol *b*, de tres mecheiros; la caldera B, donde se coloca el orujo, y el refrigerante de doble condensación C. La

caldera B consta de un recipiente cilíndrico exterior *d*, de cobre estañado, en el cual se pone agua común hasta la señal *s*, y después se enrosca un segundo cilindro, dividido en dos partes *m* y *n*, que se unen á frotamiento; el fondo de cada una de estas partes es de cobre estañado, uno móvil en la parte *m* y otro fijo en la *n*, llevando la primera otro fondo fijo de tela metálica, y terminando con el cono *c*, de cuyo vértice, provisto de tapón, arranca el tubo encorvado *r* que une la caldera B con el refrigerante C, provisto de serpentín de estaño, que termina en el tubo de vidrio fijo en el tapón L, de una probeta graduada; este mismo tapón está atravesado por otro tubo que se une con el *z*, que entra también en el refrigerante, y está destinado á aquellos vapores etéreo-alcohólicos que no pudieran condensarse en la probeta. El refrigerante está provisto del embudo P, que lleva el agua fresca hasta el fondo de aquél, la cual, una vez calentada, sale por el tubo de desagüe *i*.

La manera de operar con este aparato es la siguiente: se pesan 200 gramos de orujo, procurando que representen lo más aproximadamente posible el término medio de la masa que se trata de ensayar; se coloca la mitad del peso tomado en el compartimento *m*, cubriendo la masa con el disco móvil de tela metálica; la otra mitad se carga en el compartimento *n*, que se une después con el primero á frotamiento. Hecho esto, se coloca el todo en el recipiente cilíndrico *d*, que está cargado de agua hasta la señal *s*; en seguida se acaba de montar el aparato y se enciende la lamparilla.

El alcohol empieza á destilar muy pronto, y se continúa la operación hasta que el líquido destilado llegue á la primera señal de la probeta, que corresponde á 100 centímetros cúbicos, lo que se suele conseguir á los veinte minutos. Se introduce entonces un termómetro en el líquido destilado, y se anota la temperatura; se sumerge después el alcoholómetro, y con estas dos indicaciones se mira en la tabla de Gay-Lussac la riqueza alcohólica del líquido destilado, ó sea la que corresponde á 200 gramos de orujo.

Las condiciones ventajosas de este aparato, que le hacen muy apropiado para el objeto á que se destina, son: 1.º, producir una destilación regular á baja temperatura por medio del vapor; 2.º, destilar un líquido alcohólico bastante concentrado, á pesar de llevar la destilación hasta que el orujo quede completamente exhausto de alcohol.

Nuevo serpentín para toda clase de alambiques. — La casa E. Bre-

hier, de París, ha hecho recientemente una utilísima innovación en la construcción de los serpentines para toda clase de alambiques y aparatos destilatorios.

Según se ve en la adjunta figura 47, el nuevo serpiente no tiene ya forma de tal; se compone de una serie de tubos rectos, que comunican alternativamente entre sí, dentro de las dos calderas ó recipientes superior é inferior, en donde encajan sus extremos.

Dos ventajas ofrece este serpiente: la primera es que se puede

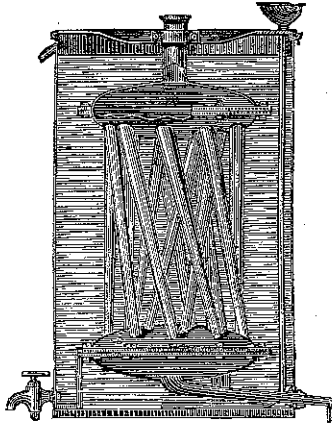


Figura 47.

desmontar por completo, separando todas las piezas y tubos, lo cual permite limpiarlos perfectamente; cosa que, como es sabido, no puede hacerse con los serpentines ordinarios, que para limpiarlos no hay más remedio que destilar agua bastante tiempo, y aun así no se consigue á veces la limpieza por completo. La otra ventaja es que siendo los tubos rectos, pueden hacerse con estaño que tenga la mínima cantidad de plomo que debe emplearse, ó sea un 4 por 100, mientras que los serpentines ordinarios curvos, para poderlos trabajar, han de contener por lo menos un 18 por 100 de plomo en aleación con el estaño. Esta cantidad de plomo tiene sus inconvenientes, por la propiedad que tiene el agua que destila por los alambiques de disolver pequeñas cantidades de aquel metal.

El nuevo serpiente se construye en tamaños muy diferentes, á fin de que pueda aplicarse á aparatos destilatorios de todas clases.

Otros alambiques.—Los alambiques comunes han sido objeto de muchas modificaciones, más ó menos ingeniosas, y algunas de indudables ventajas; pero estas modificaciones, al mismo tiempo que quitan al alambique común la primera de sus condiciones, á saber, la sencillez, que le hace tan recomendable en muchos casos, distan mucho de producir las ventajas que tienen los aparatos modernos de destilación continua; por esta razón no se describen los alambiques con las expresadas modificaciones, que no tienen importancia ninguna hoy día, pasando desde luego al estudio de los más conocidos y reputados de los modernos.

CAPÍTULO III

ALAMBIQUES CON CALIENTA-VINOS.—ALAMBIQUES INTERMITENTES DE COLUMNA

§ I.—Alambiques con calienta-vinos

Generalidades.—La primera modificación y más sencilla que se ocurre hacer á los alambiques simples, es adicionarles un calienta-vinos, cuyas ventajas quedan indicadas en la página 345.

La economía en tiempo y en combustible es muy grande, pudiendo, por de contado, aplicar el calor, ya á fuego desnudo directo, ya con baño-maría, ya, finalmente, á vapor. Los productos obtenidos en la primera destilación son ya con estos alambiques más ricos en alcohol que los obtenidos con los alambiques sencillos. No sirven, sin embargo, para obtener directamente espíritus de alta graduación, para producir los cuales, empleando estos alambiques, hay que apelar á la rectificación.

Por todas estas razones, debe aconsejarse á aquellos labradores que emplean el alambique común, cualquiera que sea su forma, que le adicionen de un calienta vinos, cosa sumamente fácil, según se indica en las figuras siguientes, y que puede llevarla á efecto cualquier calderero y con poco coste; de este modo se obtendrá una notable economía en la destilación, comparando con lo que sucede en el caso del alambique común.

Excusado es decir que, lo mismo que en los casos ordinarios, cuando se deseen obtener aguardientes dotados del aroma especial y delicado de ciertos vinos, habrá que separar los últimos productos de la destilación para rectificarlos en otra operación, y

obtener de este modo un aguardiente de segunda calidad, ó sea aguardiente ordinario. Para la destilación de vinos superiores, con objeto de fabricar los aguardientes aromáticos que se han indicado, es preciso llevar la operación con mucho cuidado, evitando los grandes golpes de fuego cuando se trabaja á fuego directo.

A continuación se describe la disposición y manera de funcionar de los alambiques de este grupo:

Alambique común con calienta-vinos —La adición del calienta-

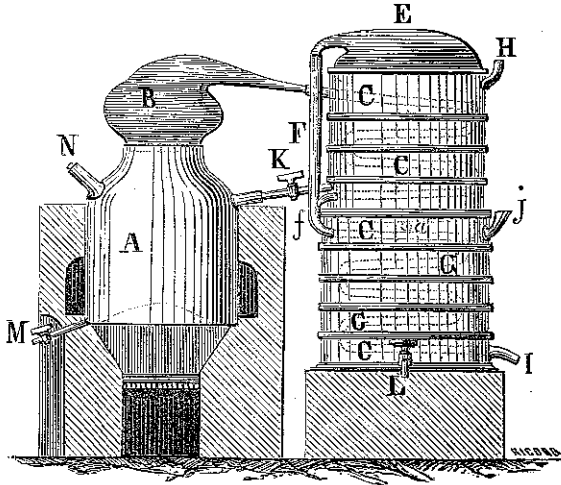


Figura 48.

vinos al alambique común constituye una modificación muy ventajosa, á pesar de no variar en casi nada la forma del aparato. La figura 48 indica perfectamente esta modificación, en la cual se supone el alambique más antiguo, sin la vasija de condensación preliminar que suelen tener los alambiques sencillos.

La caldera A lleva el capitel ó cubierta B de cuello de cisne, cuyo extremo ó pico va disminuyendo hasta unirse al serpentín C, que está sumergido dentro de la caja ó cuba superior; el capitel E de esta cuba, que debe ser perfectamente cerrada, comunica, por medio de un largo tubo F, con el serpentín C de la cuba inferior G, completamente incomunicada con la superior; el tubo H sirve para introducir el vino en la primera caja ó cuba, y el J para llenar de agua la inferior. La llave K pone en comunicación la caldera con la cuba superior; la llave L está destinada á vaciar la cuba G; la llave M para sacar la vinaza de la caldera.

Cuando se quiere hacer funcionar el aparato, se llena la caldera de vino hasta los tres cuartos, de tal modo que si la cantidad de vino que se introduce en ella es igual á 4, se llevarán hasta 5 por el tubo H al calienta-vino superior; en seguida se llena la cuba G con agua fría.

Dispuesto así todo, se enciende el fuego del hogar; desde que los vapores alcohólicos principian á pasar, entran en la parte del serpentín sumergido en la cuba C, y ceden, por lo tanto, una parte de su calor al vino, que se calienta poco á poco, hasta que hierve también; entonces se elevan los vapores de esta cuba y pasan por el tubo F al serpentín de la segunda cuba enfriada por el agua, que se renueva constantemente entrando por J, bajando hasta el fondo de la cuba G, y subiendo á derramarse por el tubo a; el líquido condensado y enfriado en este segundo serpentín se recoge por el tubo I en una probeta. El serpentín superior se une con el inferior por medio del pequeño tubo f.

Desde el momento en que la destilación ha terminado, se sacan las vinazas ó residuos de la caldera por el tubo M, y se llena ésta con el vino caliente de la cuba superior abriendo la llave K. Este vino es la medida justa del que es preciso para llenar hasta los tres cuartos la caldera, puesto que durante el tiempo que tarda en destilar el vino contenido en esta caldera, sólo ha destilado un quinto del contenido en la caja, que sufre también la destilación por el calor que le facilitan los vapores condensados en el serpentín superior.

El tubo F, que arranca de la cubierta E, no tan sólo tiene por objeto recoger los vapores que se forman en la cuba superior, sino evitar la explosión que podría producirse á no tener salida estos vapores, puesto que la expresada cuba está perfectamente cerrada.

Este alambique tiene indudablemente alguna ventaja sobre el alambique simple que primeramente se ha descrito; y si bien es cierto que no lleva el vaso de condensación preliminar como aquél, en cambio la cubierta de éste tiene una disposición más apropiada para que se condense una cierta cantidad de agua que regresará á la caldera.

De todos modos, no se pueden obtener con él aguardientes de graduación comercial sin acudir á las rectificaciones.

Alambique con calienta-vinos, sistema Deroy.—Consta este aparato, según se ve en el dibujo adjunto (figura 49), de tres partes principales, á saber: caldera I, calienta-vinos 6 y refrigerante II. La caldera, de mucha superficie y poco fondo, es apropiada

para una destilación rápida y poco turbulenta, aun trabajando á fuego desnudo, que es para lo que está dispuesto el aparato; lleva una llave de vaciar 2, una compuerta para la limpieza 3, y una llave de prueba 4. A dicha caldera va aplicado el capitel 5, que comunica con el calienta-vinos que hace de primer refrigerante;

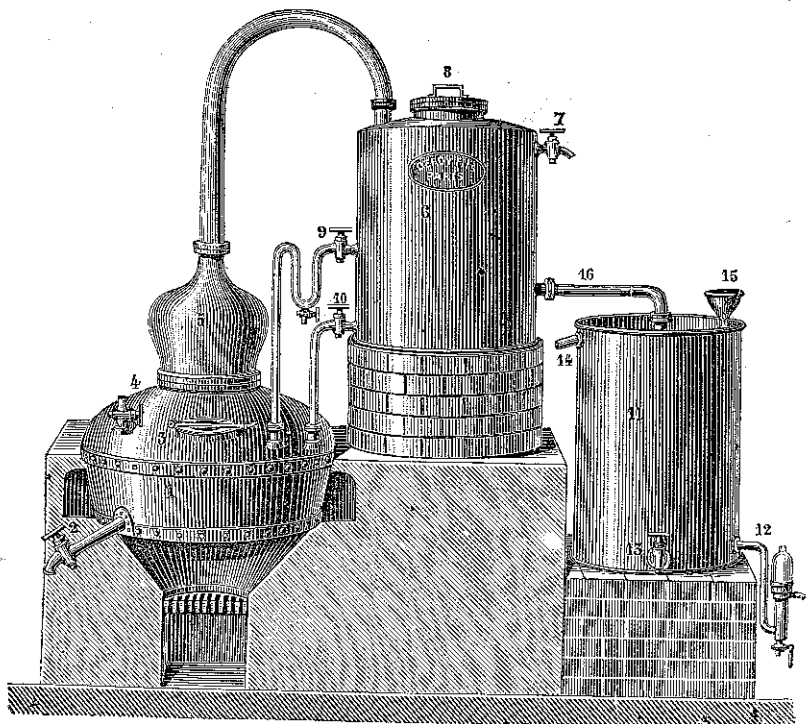


Figura 49.

el serpentín que hay en el interior del calienta-vinos comunica por medio de la llave y tubo 9 con la caldera para volver á ésta y redestilar los líquidos alcohólicos si no salen con la concentración que se desea. La parte del calienta-vinos exterior al serpentín comunica por medio del tubo 10 con la caldera, y sirve para alimentarla con el vino que se coloca en el calienta-vinos para servir de refrigerante.

El serpentín que se halla en el interior del calienta-vinos comunica por medio del tubo 16 con el segundo refrigerante, el cual se llena al exterior de agua fría por el embudo 15, que llega hasta el fondo, y la salida de la cual se efectúa por el tubo 14. El producto de la destilación, que empieza á condensarse en el ser-

pentín del calienta-vinos, concluye su condensación en el segundo refrigerante y sale por la probeta 12, donde se determina el grado alcohólico.

La casa Deroy construye doce modelos de esta clase de aparatos, cuyas calderas tienen respectivamente capacidades que varían desde 100 á 2.500 litros. El precio del modelo menor es de 750 pesetas el aparato y 90 el herraje del hornillo. El precio del modelo mayor es 2.500 pesetas el aparato y 300 el herraje del hornillo. Vende además la casa constructora un modelo de horno en

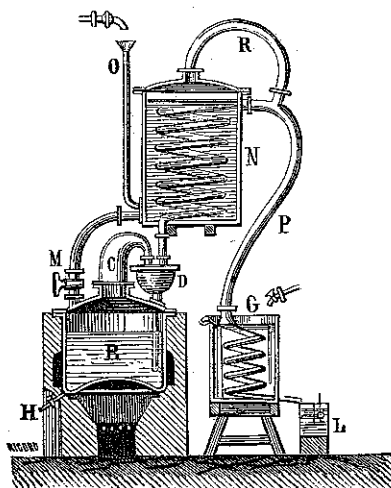


Figura 50.

yeso por 10 pesetas para que sirva de guía en la construcción y emplazamiento del horno destinado al aparato. Todos estos precios son de fábrica, y hay que recargarlos con los de transportes, comisiones, derechos de aduanas, etc., para tenerlos en España.

Alambique con calienta-vinos perfeccionado.— Los alambiques ordinarios con calienta-vinos han sufrido importantes modificaciones que les han dado muchísimas ventajas sobre los primitivos. La figura 50 indica una de estas modificaciones. La marcha de este aparato es sumamente fácil de comprender. Llena la caldera con las precauciones que se han indicado para el caso anterior, se enciende el hogar, y no tardan los vapores en formarse; una parte de ellos se condensa en D, y otra mucho mayor en el serpentín del refrigerante calienta-vinos N, y tanto aquéllos como

éstos vuelven á la caldera desde la vasija D; los vapores no condensados en esta vasija ni en el calienta-vinos pasan por el tubo P al refrigerante de agua G, y la operación se continúa y concluye exactamente lo mismo que en los dos casos anteriores.

El calienta-vinos puede contener un volumen igual al de una carga de la caldera, pero será más conveniente que tenga un poco más por las razones que ya en el caso anterior se expusieron.

Este vino es el que sirve para cargar la caldera inmediatamente que se ha vaciado su vinaza por el tubo H, evitándose los inconvenientes que presenta el alambique común, donde hay que aguardar á que no estén muy calientes las paredes de la caldera, apagar antes el fuego para que éstas no se quemem, y otras precauciones que en el caso presente quedan reducidas á que se procure que no esté sometida la caldera á una gran temperatura durante el brevísimo tiempo que se tarda en llenarla, sin más que abrir la llave M.

El calienta-vinos se carga por el tubo con embudo O, que lo recibe de un depósito sin más que abrir su llave, representada en la parte superior y sobre el embudo. Como este vino pudiera calentarse lo suficiente para dar vapores, en su superficie sobre todo, puesto que á ella sube á medida que se va calentando, se ha colocado el tubo R para que lleve estos vapores—que necesariamente han de ser muy ricos en alcohol por formarse á una temperatura baja con relación á la de la caldera—al refrigerante G, donde se condensarán. Tanto por este motivo, como porque antes de llegar al refrigerante de agua fría ya los vapores de la caldera han sufrido una condensación en el calienta-vinos, resulta que al condensarse en aquel refrigerante dan un líquido mucho más rico en alcohol que el que pueda dar el alambique común, por muy bien que se lleve la operación; en tales términos, que con una sola operación pueden obtenerse, en el alambique con calienta-vinos, aguardientes de 60 y aun de 65°, exceptuando las últimas porciones que se condensan, que hay que recogerlas aparte para destilarlas otra vez.

§ II.—Alambiques intermitentes de columna

El primer perfeccionamiento que experimentaron los alambiques fué la adición del calienta-vinos; el segundo ha sido la de una serie de órganos dispuestos entre la caldera y el refrigerante para efectuar el análisis de los vapores (página 349). La serie de órganos que constituyen el analizador de vapores suelen dispo-

nerse en columna vertical, por ser la forma y disposición más ventajosa para la marcha del aparato, y de ahí el denominar á dicho órgano, por su disposición y su servicio, *columna vertical*.

Los usos de esta columna pueden ser muy variados. Puede servir para el análisis solamente; para el análisis y destilación á la vez; para destilación, análisis y retrogradación; y por último, puede constituir ella sola todo el aparato destilatorio, llevando en este caso en su base la caldera y como accesorio un refrigerante.

La disposición de los alambiques de columna puede, pues, ser muy variable. Los hay que constan, además del refrigerante: primero, de una columna solamente; segundo, de columna y caldera depuradora; tercero, de columna, caldera y calienta-vinos; cuarto, de columna, caldera y depurador; quinto, de columna, caldera, depurador y calienta-vinos.

La columna puede estar separada de los demás órganos del aparato, comunicando solamente con ellos por tubos de transmisión; puede estar formando un solo cuerpo con la caldera y con el depurador, pero separada del calienta-vinos, y puede estar también unida al calienta-vinos.

La disposición y forma de la columna rectificadora puede variar casi al infinito, y no hay constructor de alambiques que no haya dado su hechura especial á la columna; pero generalmente todas las disposiciones se reducen fundamentalmente á lo siguiente: La columna está formada por una serie de espacios vacíos que obran sobre el vapor por su temperatura decreciente y por el obstáculo que van presentando á los vapores; los referidos espacios llevan una ó varias chimeneas ó tubos, dispuestos también verticalmente, y que van terminados por especies de platillos de diferentes formas; estos platillos, variables en número y dimensiones, pueden ser lisos ó acanalados, libres ó acoplados de dos en dos en sentido inverso, y dispuestos con relación á los tubos de rebosamiento, que son verdaderos tubos de retrogradación, de modo que dejen paso libre á los vapores ascendentes, ó que éstos puedan borbotar en el líquido condensado.

Esta disposición de la columna hace que los vapores ascendentes se laven con los líquidos débiles condensados que van descendiendo de plato en plato; de esta manera se verifica la retrogradación y análisis de los vapores, y en último término una verdadera rectificación.

Además de la retrogradación producida en la misma columna rectificadora por la marcha de los vapores, puede producirse otra

estableciendo uno ó varios tubos de retrogradación desde el ser-
pentin del calienta-vinos á la columna ó á la caldera.

La calefacción de los alambiques de columna puede efectuarse
á fuego desnudo, á baño-maria ó á vapor; en fin, por todos los
procedimientos.

La alimentación de estos aparatos puede efectuarse de un modo
intermitente y continuo. En el primer caso, la caldera se carga
de tiempo en tiempo, aminorando el fuego, descargando las vina-
zas é introduciendo la cantidad de líquido alcohólico convenien-
te. El trabajo del alambique es entonces intermitente, suspen-
diéndose la destilación durante la carga y descarga de la caldera.

En el segundo caso, ó sea cuando la alimentación es continua,
la descarga ó evacuación de las vinazas puede hacerse por inter-
mitencias ó continuamente. Cuando la descarga es intermitente,
el líquido para la alimentación se hace llegar del calienta-vinos
á la caldera ó á la columna á una altura variable. Cuando la des-
carga es continua, la alimentación se efectúa saliendo el líqui-
do alcohólico del calienta-vinos y derramándose por lo alto de la
columna á una altura variable según los casos y la superficie de
caldeo, y la evacuación de las vinazas se hace por la parte interior
de la columna ó por la caldera. En este último caso es cuando
únicamente el trabajo del alambique es perfectamente continuo.

Todas las especies de alambiques de columna pueden, pues,
agruparse en dos secciones, con arreglo á la forma del trabajo
que ejecuten, á saber: alambiques de *marcha intermitente* y de
marcha continua. En este capítulo se describen los del primer gru-
po, dejando los del segundo, que son los más importantes, para
el capítulo siguiente.

Alambique sencillo de columna, sistema Deroy.—La adjunta
figura 51 representa el alambique de columna rectificadora más
sencillo que puede construirse entre los de esta clase. Consta de
caldera, columna rectificadora sencilla, calienta-vinos y refrige-
rante, siendo muy fácil, por la simple inspección del dibujo,
apreciar su modo de funcionar.

La caldera 1 (que lleva su llave de vaciar 2 y su trampilla de
carga 3) está empotrada en el horno y comunica con la columna
rectificadora 4, que es de pequeña altura y va coronada por el
capitel de rectificación 9; las llaves 5 y 6 son las llaves de eva-
cuación del primero y segundo plato respectivamente; la llave 7
es de detención; el 8, embudo que comunica con la llave anterior;
la llave 10 sirve para vaciar el capitel, y el caño 11, de desagüe
directo por rebosamiento.

El tubo 12 es el cuello de cisne que conduce los productos de la destilación al calienta-vinos 17, que lleva la llave de retrogradación 15 y la de alimentar la caldera 14. El 19 es la trampa para llenar el calienta-vinos, el cual, por el tubo 16 de desprendimiento y por el 17, que forma el principio del segundo serpen-
tín, conduce los productos de la destilación á dicho serpen-
tín.

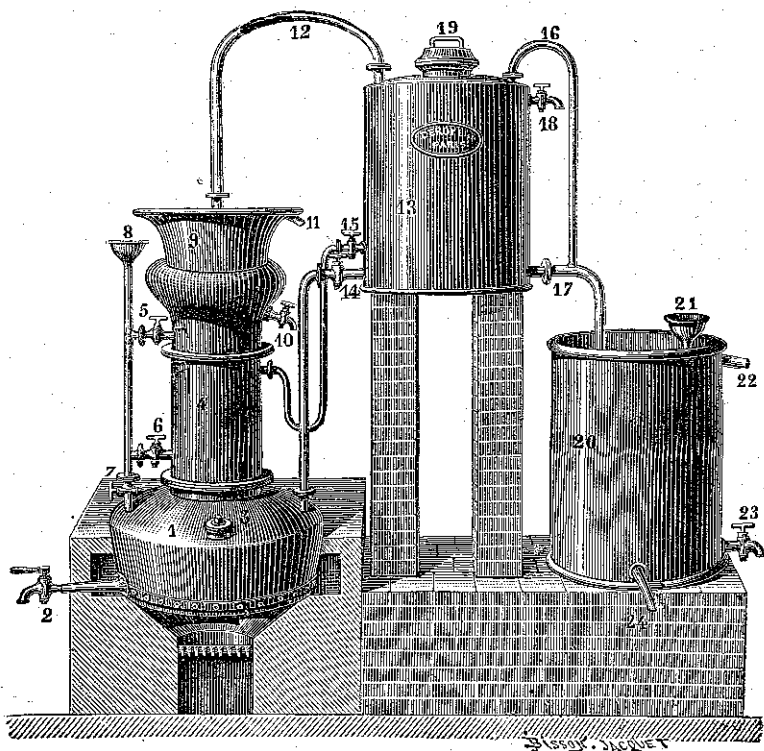


Figura 51.

donde concluyen de condensarse por la acción del refrigerante de agua fría 20, saliendo los productos condensados por el tubo 24. Este refrigerante lleva en 23 la llave de vaciar; en 22 el desagüe directo por rebosamiento, y en 21 el embudo para cargar el agua fría.

La casa Deroy construye catorce modelos de diferentes tamaños de aparatos de esta clase, cuyos precios, capacidad de la caldera y coste del herraje del hornillo, son como sigue:

Modelos	Capacidad de la caldera — Libros	Precio — Pesetas	Herraje del hornillo — Pesetas	Modelos	Capacidad de la caldera — Libros	Precio — Pesetas	Herraje del hornillo — Pesetas
1	100	880	90	8	800	3.200	175
2	200	1.200	100	9	900	3.550	185
3	300	1.500	120	10	1.000	3.900	200
4	400	1.800	135	11	1.200	4.500	225
5	500	2.100	145	12	1.500	5.300	250
6	600	2.500	160	13	2.000	6.600	275
7	700	2.800	165	14	2.500	7.700	300

Se vende aparte, por 10 pesetas, el modelo de hornillo en yeso adecuado al aparato, y por 30 pesetas una probeta con campana de vidrio, que permite apreciar durante el curso de la operación el grado del producto destilado.

Alambique mixto de platillos lenticulares.—Después de haber dado á conocer el aparato más sencillo entre los alambiques de columna de trabajo intermitente, es conveniente describir el más completo de los aparatos de esta clase.

El aparato con platos lenticulares, representado en la figura 52, es uno de los más perfeccionados entre los que se emplean para destilación intermitente. Puede servir para destilar los vinos, sidras de manzana ó pera, jugo de cañas dulces, y cualquier otro jugo fermentado, así como la fruta, orujos, bagazos, etc; puede también servir para la rectificación de las flemas de toda procedencia. Su construcción es sencilla y sólida, y su modo de funcionar tan fácil, que no exige conocimientos especiales de parte de quien lo dirige, por lo que puede colocarse entre los aparatos más perfectos de destilación intermitente.

Instalado el aparato como indica el dibujo, se carga la caldera 1 por el tarugo 2, y el calienta-vino 12 por el embudo 11. Se llena de agua el refrigerante 13 por el embudo 16. Á falta de agua, se junta interiormente el calienta-vino al refrigerante, y la refrigeración se hace con el vino ó líquido fermentado con el cual se opera, y esto es más económico.

Se enciende la lumbre debajo de la caldera, y cuando ha empezado la destilación, se hace llegar al plato superior un chorri-

to de agua, proporcionado al grado que se quiera obtener, por medio de la llave de cuadrante, que debe estar colocada sobre la

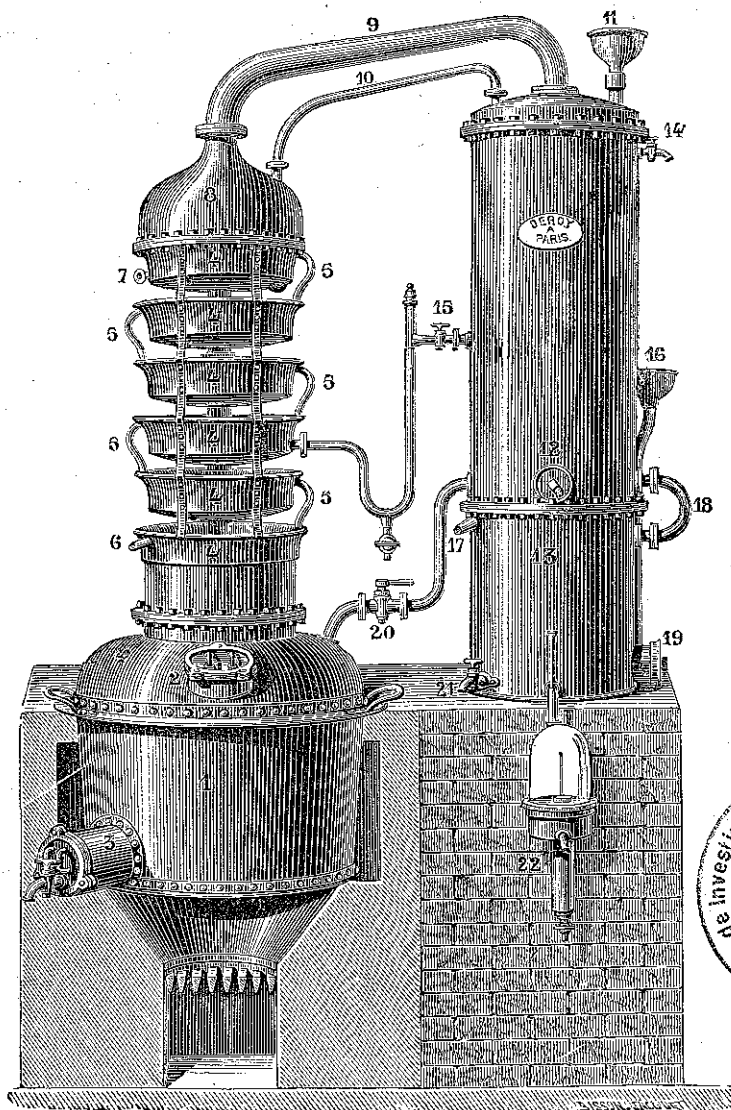
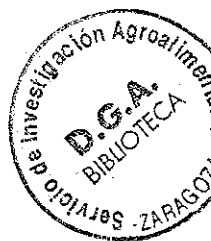


Figura 52.

rodaja 7; esta agua va bajando de plato en plato por los tubos 5, 5, 5, 5, y sale por el desagüe 6.



El grado varía á voluntad, según la temperatura que se mantiene en las cubetas 4, 4, 4, 4, 4, 4; el grado es tanto más elevado cuanto mayor es el enfriamiento.

Los vapores que se levantan de la caldera pasan al primer plato, donde hallan un diafragma que les obliga á lamer primeramente la pared inferior de las capacidades lenticulares, y luego la superior refrescada por el agua, y subiendo en zig-zag de plato en plato.

Llegan al capitel 8; se detienen allí antes de pasar por el cuello de cisne, para llegar al serpentín del calienta-vino, y luego por el tubo 18 al serpentín refrigerante, donde acaban de condensarse, y de donde salen en estado líquido por la probeta 22.

En esta tortuosa ascensión, una gran parte de los vapores acuosos y de los aceites esenciales se condensan en el interior de los platos y vuelven á caer en la caldera, mientras que los vapores alcohólicos continúan levantándose. Los que siendo aún muy débiles se condensarían en las primeras vueltas del serpentín, pueden, en caso necesario, ser devueltos á la caldera por la llave y tubo de retrogradación 5.

Cuando el producto que sale de la probeta no tiene más que un grado insignificante, es señal de que el producto que se destila está ya agotado. Entonces se evacua la caldera 1 por la llave de vaciar colocada en el tarugo 3, y se llena después por medio de la llave 20 con el líquido contenido en el calienta-vino, que se ha calentado con el paso del vapor en el serpentín. Se vuelve á cargar el calienta-vino y se reanima el fuego; la destilación no tarda en recobrar su curso.

Esta corta interrupción en la marcha del aparato hace que se clasifique éste entre los de marcha intermitente, por serlo así su alimentación.

Cuando en lugar de líquido se destila orujo ó frutas, se carga la caldera por la trampilla 2 y se llena de agua el calienta-vino.

El fondo de la caldera está provisto de una rejilla móvil que impide que se pegue el orujo. Acabada la operación, se vacía la caldera por el tarugo 3, y se la vuelve á cargar en seguida por la trampilla 2 con nuevo orujo, que se moja con agua caliente contenida en el calienta-vino, por medio de la llave 20 y en las proporciones que requiera la naturaleza del orujo empleado.

Si se desea hacer servir el aparato para la rectificación de las flemas, se empieza por lavar y limpiar bien la caldera con una escobilla por las trampillas 2 y 3; se carga de flemas á 40 ó 45° alcohólicos, hasta el nivel del tarugo superior; se llena de agua

el calienta-vino, y se enciende la lumbre, que se deberá mantener muy despacio. Se enfría la columna según el grado que se quiere obtener, y se echa mano de la llave de retrogradación si conviene.

La refrigeración de los platos no debe hacerse desde el principio, sino sólo cuando se manifieste la destilación en la probeta por la salida de un producto muy débil é insuficientemente purificado. Su efecto es el de elevar el grado; pero debe, sin embargo, estar bien proporcionada, porque un exceso de enfriamiento suspendería completamente la destilación, y condensarían en la columna los vapores alcohólicos al mismo tiempo que los de agua. Sucedería lo contrario si se dejaren calentar demasiado los platos, porque los vapores mixtos pasarían por allí sin rectificarse.

Para evitar andar tanteando, es conveniente que el destilador, cuando haya obtenido el grado requerido, haga una señal en el cuadrante de la llave de la entrada del agua, para que sirva de guía en las operaciones siguientes.

En vista de la finura del producto es en muchos casos preferible dejar desprenderse libremente los éteres en el aire, en lugar de hacerlos pasar por el aparato; he aquí la razón por qué no se agrega el tubo 10 al capitel, á no ser que el destilador lo desee así expreso.

El aparato con platos lenticulares que representa la figura 52, colocado en un hornillo de calentamiento con fuego directo, se instala igualmente para vapor, con la simple adición de un serpentín de calentar.

Dando al conjunto de este aparato una forma más baja, se le puede también instalar en un carro especial, provisto de un hogar, para las destilaciones que exijan frecuentes mudanzas de lugar.

Resulta, pues, que este sistema de alambique, por su manera de funcionar, puede colocarse entre los que suministran aguardientes de mejor graduación; y cuando se destina á la rectificación de flemas de cualquier procedencia, puede dar excelentes espíritus *tres seis* de 90°.

La facilidad con que este aparato, con muy ligeras modificaciones, puede adaptarse á diferentes medios de calefacción, y á ser portátil, hace que pueda prestar muy buenos servicios en las pequeñas destilerías.

Cuando se trabaja en grande escala se da la preferencia, como es natural, á los alambiques de marcha continua que se describen en los capítulos siguientes; y aun en las pequeñas explota-

ciones, como últimamente se han construido alambiques muy sencillos y muy acomodados á cada caso especial de la destilación, el uso de los alambiques mixtos de platillos lenticulares, sistema Pistorius, que es como se denomina el tipo que acaba de describirse, se halla en la actualidad algo más restringido que hace algunos años.

La casa Deroy, que construye esta clase de aparatos, presenta hasta doce modelos, cuyas capacidades y precios son los siguientes:

Capacidad	Precios	Herraje del hornillo	Serpentín para calentar vapor	Capacidad	Precios	Herraje del hornillo	Serpentín para calentar vapor
Litros	Pesetas	Pesetas	Pesetas	Litros	Pesetas	Pesetas	Pesetas
100	1 000	90	100	800	4 100	175	275
200	1 500	100	125	1 000	5 000	200	300
300	2 000	120	150	1 200	5 700	225	350
400	2 500	135	175	1 500	6 700	250	425
500	2 900	145	200	2 000	8 200	275	550
600	3 300	160	225	2 500	9 700	300	675

Véndese además por la referida casa un modelo de hornillo de yeso, que puede armarse y desarmarse para estudiar su disposición, al precio de 10 pesetas.

FIN DEL TOMO I



INDICE DEL TOMO PRIMERO

	<u>Páginas</u>
PRÓLOGO	5

PRIMERA PARTE.—Alcoholización

CAPÍTULO PRIMERO.—EL ALCOHOL

§ I.—De los alcoholes en general	7
§ II.—Caracteres de los distintos alcoholes	11
Alcohol metílico	11
Alcohol etílico	12
Alcohol propílico	16
Alcohol butílico	16
Alcohol amílico	16
Alcohol caprílico	17
Alcohol etálico	17
§ III.—Alcoholes comerciales	18

CAPÍTULO II.—ALCOHOMETRÍA

§ I.—Medida de la fuerza alcohólica	23
§ II.—Areómetros	24
Alambique Sallerón	25
Aparato destilatorio de Phillips	27
Alambique Valín	29
Aparato Saballe	30
Alcohómetros.—Alcohómetros de Cartier y Gay-Lussac ..	30
Tablas de correcciones de temperatura ó de riquezas en alcohol de los líquidos espirituosos, calculadas por Gay-Lussac	36
Escala alcohométrica	42
Tabla para la conversión del tanto por ciento en volumen al tanto por ciento en peso del alcohol contenido en un líquido hidro-alcohólico	43

	<u>Páginas</u>
Correspondencia entre los grados Cartier y Gay-Lussac..	47
Relación de los grados de Cartier con los del alcoholómetro centesimal de Gay-Lussac.....	48
Relación de los grados centesimales de Gay-Lussac con los del areómetro de Cartier.....	49
Alcoholómetro centesimal legal.....	50
Tabla comparativa de las densidades correspondientes á los grados del alcoholómetro centesimal legal y del alcoholómetro de Gay-Lussac.....	51
Alcoholómetro centesimal de Tralles.....	52
Tabla de correspondencia entre los grados del hidrómetro de Tralles usado en Norte América y los grados del alcoholómetro centesimal de Gay-Lussac.....	53
Hidrómetro Sikes.....	54
Tabla de correspondencia entre los grados del hidrómetro de Sikes y los del alcoholómetro centesimal de Gay-Lussac, formadas de grado en grado del hidrómetro, á la temperatura de 60° Fahrenheit, y por cuartos de grado del alcoholómetro á la misma temperatura y á la de 15° centígrados.....	61
Tabla de correspondencia entre los grados del alcoholómetro de Gay-Lussac y los del hidrómetro Sikes, formada de grado en grado del alcoholómetro, á 15° centesimales, y por grados, medios grados y tercios de grado del hidrómetro á la temperatura de 60° Fahrenheit (15°,55 c.).....	65
Hidrómetros ingleses modernos.....	66
Empleo de los alcoholómetros sin destilación previa.....	68
§ III. —Ebullómetros.....	69
Enómetro centesimal de Tabarie.....	69
Ebullómetro Vidal.....	70
Termómetro de Conaty.....	70
Ebullómetro Malligand.....	71
Ebullómetro de Sallerón.....	73
Ebullómetro Amagat.....	75
§ IV. — <i>Dilatómetros, capilarímetros y enómetros</i> —Dilatómetros .	79
Licómetros ó capilarímetros.....	80
Vinómetro Delaunay.....	81
Enómetro de Berquier y Limousín.....	82
Pipeta cuenta-gotas de Duclaux y Sallerón.....	85
Determinación del alcohol por medio del peso.....	87
Tabla que muestra los volúmenes que corresponden á 100 kilogramos de un líquido espirituoso (mezcla de alcohol y agua), según el grado alcohólico que marque.....	88
Determinación de la riqueza alcohólica de un líquido en muy pequeña cantidad.....	90

CAPÍTULO III.—MEZCLAS DE ALCOHOLES

§ I. —Rebaja del grado de un alcohol.....	91
Tablas de dilución.....	94
Cantidades de agua y aguardiente concentrado á emplear para obtener un hectolitro de aguardiente reducido.....	99
§ II. —Remonta de los alcoholes de poca graduación.....	107
§ III. —Mezcla de alcoholes de distinta graduación.....	108
Cálculo de la cantidad de alcohol absoluto que hay en un volumen dado de un espíritu.....	109
Mezclas de espíritus de varias procedencias.....	110

CAPÍTULO IV.—ESTUDIO DE LAS PRIMERAS MATERIAS
PARA LA FABRICACIÓN DEL ALCOHOL

§ I. —Formación del alcohol.....	111
1.º Glucosas.....	112
2.º Sacarosas.....	112
3.º Lactosas.....	112
§ II. —Materias azucaradas.....	117
Caña de azúcar.....	118
Sorgo.....	118
Maíz.....	119
Mijo ó panizo.....	120
Remolacha.....	120
Pataca.....	122
Zanahoria.....	124
Nabo dulce y ruta бага.....	125
Raíz de grama.....	125
Frutos de pepita.....	125
Frutos de hueso.....	127
Higos.....	128
Bayas.....	129
Frutos de tierra azucarados.....	134
Melazas.....	136
Miel.....	138
§ III. —Materias no azucaradas.....	138
Precio de fabricación del alcohol de fécula.....	139
Raíces feculentas.....	139
Tabla para la determinación de la cantidad de fécula y de materia seca contenida en las patatas, deducida de la densidad.....	144
Otras raíces feculentas.....	145
Regaliz.....	147
Cereales.....	148

Cuadro indicador de los rendimientos alcohólicos de los granos de cereales	150
Semillas de legumbres	155
Frutos feculentos	157
Celulosa	157
Precio de fabricación del hectolitro de alcohol, empleando como primera materia el serrín de madera	158

CAPÍTULO V.—SACARIFICACIÓN

§ I ...— <i>Principios generales de sacarificación.</i> —Las enzimas	159
1.º Diastasas, zymasas ó encymas	160
2.º Gluten	163
3.º Ácidos minerales	163
§ II ...— <i>Sacarificación por la diastasa.</i> —El malta	164
1.º Examen de la calidad de la cebada destinada á la preparación del malta	164
2.º Preparación del malta	166
3.º Conservación del malta verde ó fresco	169
Desinfección del malta	169
4.º Deseccación del malta	169
5.º Examen y análisis del malta	170
Ensayo físico	170
Ensayo químico	172
6.º Maltado neumático	174
7.º Práctica de la sacarificación por medio del malta	176
8.º Observaciones sobre la sacarificación por el malta	178
9.º Empleo del ácido fluorhídrico en la sacarificación por la diastasa	181
§ III ...— <i>Sacarificación por los ácidos</i>	183
§ IV ...— <i>Enfriamiento de los mostos</i>	186
Enfriamiento por el aire	186
Enfriamiento por el agua	187
Enfriamiento por el aire y el agua	187
§ V ...— <i>Sacarificación de las principales primeras materias</i>	188
Patatas y sus congéneres	188
Cereales	193
Granos diversos y frutos feculentos	194
Maceración	194
Macerador Elleberger	196
Macerador Kill	198
Macerador Paucksch	199
Maceradores Egot	199
Instalación completa para la sacarificación por el malta	203

§ VI. —Sacarimetría	205
Preparación de los jugos	206
Determinación de la riqueza sacarina por medio de los areómetros	208
Tabla para determinar la cantidad de azúcar contenida en las disoluciones azucaradas á + 15°	210
Tabla de corrección	211
Tabla de correspondencia entre los grados del areómetro de Baumé, las densidades y cantidades de azúcar contenidas en disolución acuosa y en mostos á 15°	213
Tabla de los rendimientos aproximados en alcohol, según la densidad del mosto filtrado	215
Sacarimetría química	217
1.º Por fermentación	218
2.º Por reducción	222
Sacarimetría óptica	227

CAPÍTULO VI —FERMENTACIONES

§ I. —De la fermentación en general	231
§ II. —De los fermentos	234
Diferentes clases de fermentos figurados	236
§ III. —Estudio técnico de la levadura de cerveza	238
Estado natural de la levadura	238
Variedades de levadura	240
Composición química de las levaduras	240
Alimentación de las levaduras	242
Levaduras comerciales	243
Otras levaduras comerciales Su preparación	244
Ensayo de la levadura	247
El levuro-dinamómetro Billet	248
Conservación de la levadura	249
Preparación de la levadura con cloruros, ácidos y bacterias	250
§ IV. —Marcha de la fermentación alcohólica	251
Productos de la fermentación	251
Marcha de la fermentación	253
Concentración del mosto	255
Agua	256
Fermento	256
Temperatura	256
Aire	257
Cubas para la fermentación	258
Práctica de la operación	258
Accidentes y remedios que deben aplicarse	259

§ V...—Substancias que favorecen ó perjudican la fermentación por obrar sobre el fermento.....	260
Cuerpos favorables al fermento	261
Cuerpos nocivos al fermento	262
Cuerpos indiferentes.....	262

CAPÍTULO VII.—ALCOHOLIZACIÓN DE LAS PRIMERAS

MATERIAS

§ I....—Reglas generales de alcoholización.....	263
§ II....—Alcoholización de las materias azucaradas	265
Cañas dulces.....	266
Raíces azucaradas.....	266
Tubérculos de patata.....	270
Frutos de pepita.....	274
Frutos de hueso.....	275
Higos.....	276
Bayas.....	276
Orujos.....	278
Cuadro indicativo de las operaciones que deben practicarse para el lavado del orujo según el método Giret.....	283
Frutos de tierra azucarados.....	286
Melazas.....	287
Miel.....	288
§ III...—Alcoholización de las materias sacarificables.....	289
Raíces feculentas.....	289
Cereales.....	293
Legumbres.....	315
Frutos feculentos.....	316

SEGUNDA PARTE —Destilación

CAPÍTULO PRIMERO.—NOCIONES GENERALES

SOBRE DESHILACIÓN

§ I....—Teoría de la destilación.....	317
<i>Producción en alcohol de 100 kilogramos de diferentes primeras materias.</i> —Azúcares.....	320
Cañas y raíces.....	320
Frutos azucarados.....	321
Materias feculentas.....	321

§ II . . . —Generalidades sobre calefacción	323
Cuadro de calores específicos	324
§ III . . . —Destilación á fuego desnudo	327
Modo de efectuar la calefacción	334
§ IV . . . —Destilación á vapor	336
Empleo del vapor libre	337
Empleo del vapor confinado	338
§ V . . . —Condensación de los vapores	343
Calienta-vinos	345
Tabla que indica el calor desprendido por cada kilogramo de agua y de alcohol al condensarse y enfriarse	348
§ VI . . . — <i>Destilación con análisis de vapores.</i> —Objeto de esta opera- ción	349
Principios en que están fundados los analizadores	350
Tabla de Groening, que indica los puntos de ebullición de soluciones alcohólicas de diferente graduación y la canti- dad de alcohol en los vapores producidos	351
Destilación continua	355
Destilaciones sucesivas	356
Condiciones de un buen aparato destilatorio	358
Condiciones de una buena destilación	358
Medida de las temperaturas. Escalas termométricas	359
Tabla de correspondencia entre los grados del termómetro centígrado y los de otras escalas termométricas	360

CAPÍTULO II.—CLASIFICACIÓN DE LOS APARATOS

DESTILATORIOS.—ALAMBIGUES SIMPLES

§ I . . . —Clasificación de los aparatos destilatorios	362
§ II . . . —Alambiques simples	363
Alambique común	364
Alambique para destilar el orujo	367
Alambique de trompa de elefante	368
Alambique aguardentero sencillo, sistema Deroy	370
Alambique Bruleur	371
§ III . . . —Alambiques para ensayos	374
Alambique Valín, modelo mayor	374
Alambique aguardentero Deroy	375
Alambique Comboni para ensayar los orujos	376
Nuevo serpentín para toda clase de alambiques	377

CAPÍTULO III.—ALAMBIQUE CON CALIENTA-VINOS.

ALAMBIQUES INIERMIENTES DE COLUMNA

§ I...	—Alambiques con calienta-vinos	379
	Generalidades	379
	Alambique común con calienta-vinos	380
	Alambique con calienta-vinos, sistema Deroy	381
	Alambique con calienta-vinos perfeccionado	383
§ II...	—Alambiques intermitente de columna	384
	Alambique sencillo de columna, sistema Deroy	386
	Alambique mixto de platillos lenticulares	388



