

La *levadura de depósito* (de la cerveza de guardia de Baviera) está también formada de celdillas; algunas de las cuales se parecen por su tamaño á las de la levadura superficial, pero no están, como éstas, pegadas unas á otras: la mayor parte de las celdillas de la levadura de depósito son mucho más pequeñas y de dimensiones muy diferentes; se adhieren por grupos á las más grandes ó están pegadas unas á otras, ó bien, como sucede la mayor parte de las veces, flotan aisladas en el líquido. Las celdillas de levadura de depósito no se adhieren más que mecánicamente unas á otras y basta una sacudida para separarlas. En el interior de las celdillas grandes se ven claramente otras más pequeñas, que tienen el mismo aspecto que aquéllas, y suelen hallarse así metidas en número de tres, cuatro y más, ó bien están en tal número que forman una masa confusa.

Varios experimentos me han demostrado la exactitud de la opinión de *Mitscherlich*, que sostiene que la *multiplicación de la levadura superficial* se efectúa por expansión de la cubierta de las celdillas (por hinchazón), y que una celdilla recién formada no puede continuar desarrollándose sino cuando en el interior se ha formado un núcleo que no proviene de la celdilla-madre. Casi siempre sucede que celdillas adultas se separan de la celdilla primitiva con una parte de sus vástagos. Para observar la *multiplicación de la levadura de depósito*, he colocado bajo el microscopio en mosto de cerveza concentrada una celdilla en que se notaba un núcleo granujiento. Y la temperatura permaneció constantemente á 7 ó 10 grados. No conseguí despojar la celdilla grande de las pequeñas que flotaban á su lado, y aun menos observar el modo de multiplicación. El contenido de las celdillas se movía y con el tiempo se volvió granuloso; las pequeñas celdillas y los esporos que se encontraban al lado de la celdilla grande, crecieron hasta aumentar su número á 30 ó 40 celdillas lo menos que se

habían desarrollado. Estas celdillas (granos de *Leptotrix*) se habían escapado de la celdilla-madre al romperse sus paredes, ó bien se habían desarrollado á espensas de los esporos que se encontraban ya en el mosto de cerveza, pero que no se veían con el microscopio. El contenido de las celdillas separado de las paredes dió:

	LEVADURA DE CERVEZA SUPERFICIAL.	LEVADURA DE CERVEZA DE DEPÓSITO.
Carbono.	44'47	49'76
Hidrógeno.	6'04	6'80
Azoe.	9'20	9'17
Oxígeno, azufre, ceniza.	40'39	34'27
	100'00	100'00

La levadura superficial contenía 2'5 por ciento de ceniza y la levadura de depósito 5'29. La proporción en azufre se eleva por término medio de 0'5 á 0'8 por ciento. La ceniza de la levadura se compone esencialmente de potasa, ácido fosfórico, sílice y magnesia.

En lo concerniente al *papel de la levadura* en la *fermentación alcohólica* están desacordes las opiniones de los químicos y botánicos (*v. Liebig, Pasteur, Berthelot, H. Brefeld, Traube, etc.*). Por de pronto sin embargo puede admitirse que las reacciones químicas de la fermentación alcohólica están en relación muy íntima con las funciones biológicas de la levadura, y que esa fermentación estriba esencialmente en la formación de las células ó celdillas de levadura, en el desarrollo de una sustancia organizada. Importa aquí distinguir dos casos. La levadura y en especial la de cerveza, con su nombre botánico de *Saccharomyces cerevisiæ* ó de *Hormiscium cerevisiæ*, retoño de los hongos *Penicillium glaucum*, *Ascophora mucedo*, *Ascophora elegans* y *Periconia hyalina*, cuyos esporos se encuentran por doquier en la atmósfera (1), obra sobre una disolución de

(1) La fermentación del zumo de uvas, manzanas y peras se provoca con los *Saccharomyces conglomeratus, exiguus, pastorianus* y *apiculatus*, que se encuentran al lado de otros hongos en la superficie de las frutas, y son así introducidos en el jugo que se exprime.

azúcar pero que no contenga cuerpos proteicos, ó bien su acción se deja sentir en presencia ó contacto de sustancias albuminoides. Este último caso se presenta cuando una solución de azúcar fermentado se mezcla con cuerpos albuminoides, y se deja en reposo de modo que el acceso del aire atmosférico no sea enteramente nulo. Los esporos de levadura esparcidos por doquiera en el aire y mayormente en los locales donde se efectúan fermentaciones, encuentran en esa disolución un terreno á propósito para vegetar, y dando allí nacimiento á células de levadura, producen la fermentación alcohólica, que en tal caso se denomina fermentación espontánea. Si en el segundo caso el cultivo de la levadura se ha efectuado por retoñamiento artificial (lo que puede compararse al cultivo por plantación de los agricultores) ó por medio de los esporos del aire (método de cementación), siempre podrá cosecharse cuando la fermentación haya terminado, ó dicho en otros términos, se recogerá más levadura de la que se ha empleado. En el primer caso, en que el agua azucarada se ha mezclado con la levadura sin haber añadido la sustancia proteica necesaria como alimento á la pequeña planta de la levadura, la levadura queda agotada y no puede ya producir la fermentación. Por consiguiente, durante la fermentación alcohólica la levadura está consumida, y por lo tanto también en el segundo caso en que se ha recogido la levadura; mas como á favor de las materias albuminoides, se forma una gran cantidad de celdillas de levadura, el peso de la levadura perdido queda compensado con el aumento de peso de la levadura regenerada. La vitalidad de la levadura es destruida por el ácido sulfuroso; y según las investigaciones de *G. Jüdel* (1871), basta para ello que el aire no contenga más que 1/4 por ciento de ácido sulfuroso.

4. CONDICIONES DE LA FERMENTACION ALCOHOLICA. Las condiciones de la fermentación

alcohólica son muy idénticas á las de la vegetación de la pequeña planta de la levadura, pero con la diferencia de que en la fermentación alcohólica se quiere producir la mayor cantidad posible de alcohol. Si la fermentación alcohólica no tiene por objeto la producción del alcohol, sino la producción de la levadura, puede ocurrir que no se forme más que una pequeña cantidad de alcohol.

Para que se efectúe la fermentación alcohólica, deben llenarse las siguientes condiciones, necesitándose:

1.º Una *solución acuosa de azúcar* que contenga 1 parte de ésta por 4 á 10 de agua. Puede el azúcar ser fermentable como la dextrosa y la levulosa, ó no fermentable como el azúcar de caña ó el de leche, en cuyo caso debe haber al mismo tiempo en la solución un ácido ó cualquier otro agente, que transforme estos azúcares en azúcares fermentables;

2.º La *presencia de la levadura*, de los hongos ó de los esporos. En el primer caso se supone que 1 parte de levadura por 5 de azúcar basta para producir una fermentación viva y normal. Si la fermentación debe producirse por efecto de los esporos (fermentación espontánea), las condiciones del desarrollo de los esporos (cuerpos proteicos y fosfatos alcalinos y terrosos) deben realizarse. Si por consiguiente *no hay levadura*, se han de añadir á las condiciones de la fermentación alcohólica;

3.º El *aire atmosférico*, en cuanto proporcione los gérmenes necesarios para provocar la fermentación;

4.º Cierta temperatura comprendida entre 5 y 30 grados. No obstante, la fermentación alcohólica se efectúa entre los 9 y 25. Cuanto más baja es la temperatura, más lenta es la fermentación y vice-versa. A una temperatura más alta de 30 grados, la fermentación alcohólica se trueca fácilmente en otras especies de fermentación, y en especial

en fermentacion butírica ó en otras descomposiciones especiales.

Como todas las plantas, la levadura necesita para crecer y multiplicarse el concurso del oxígeno libre, pues fuera del contacto del aire ó sea del oxígeno libre, la levadura no puede desarrollarse en el líquido que debe nutrirla. *Pasteur* aventura la idea de que la levadura puede tomar, para crecer, en vez del oxígeno libre, el oxígeno combinado con compuestos ricos en ese cuerpo simple; con el azúcar, por ejemplo. Esa opinion, lo mismo que la teoría de la fermentacion á que sirve de base, no pueden casi admitirse, porque los esperimentos de *Breëeld* han demostrado que las celdillas de levadura que crecen fuera del contacto del oxígeno libre, no producen la fermentacion alcohólica en soluciones azucaradas, sino que la levadura que da poco á poco en un estado patológico particular y no crece. En condiciones adecuadas la levadura crece, pues, con un nutrimento normal sin provocar fermentacion; y por otra parte se ha demostrado que la fermentacion se efectúa sin que la levadura aumente. Por consiguiente, el crecimiento de la levadura y la fermentacion deben considerarse como fenómenos independientes. La produccion de levadura por cementacion, debe por lo tanto hacerse en presencia de una abundante cantidad de aire, y en cambio la fermentacion, en presencia de una cantidad de aire tan exígua como se pueda y de un fermento bastante sano y enérgico. (1)

5. INDUSTRIAS BASADAS EN LA FERMENTACION ALCOHÓLICA. Las cuatro industrias que dependen de la fermentacion alcohólica son:

La *preparacion del vino*, en la que se procura transformar en alcohol y en ácido carbó-

(1) Otro fisiólogo alemán, *Traube*, rechaza tambien la idea de que la levadura pueda vivir por medio del azúcar en ausencia del oxígeno libre; y muchos otros sabios se han declarado igualmente en contra de la teoría de *Pasteur*. Esa divergencia de opiniones ha dado márgen á una discusion en la que *Pasteur* se ha esforzado en demostrar que los esperimentos que parecen contradecir su manera de ver, son de todo punto inexactos, y sigue sosteniendo la doctrina de que la fermentacion es la consecuencia de la vida sin gas oxígeno libre.

nico y parte solamente del azúcar. El alcohol no se separa del líquido fermentado; la mayor parte del ácido carbónico se exhala. Una corta porcion de éste queda en el líquido y es necesaria á su conservacion. En la fermentacion por presion queda una parte del ácido carbónico que se ha formado, absorbida por el líquido, y se desprende cuando cesa la presion, produciendo espuma (vinos espumosos).

La *preparacion de la cerveza*, en la que la sustancia que produce el alcohol es generalmente el almidon, una parte del mismo se convierte en dextrina no fermentable, y otra parte, la mayor, se trueca en dextrosa, cuya descomposicion se efectúa en medio de una fermentacion enérgica. Queda reservada una pequeña porcion de dextrosa, que sirve para mantener la fermentacion complementaria, que se hace tan lenta como se pueda bajando la temperatura, y que por efecto de su desprendimiento del ácido carbónico que resulta, hace que la cerveza sea susceptible de conservarse. Lo mismo que en el vino, el alcohol no se separa del líquido fermentado.

Mientras que en la preparacion de la cerveza no se transforma en dextrosa más que una parte de almidon empleado como materia primera, y no se convierte sino poco á poco la dextrosa en alcohol y ácido carbónico; en la *fabricacion del alcohol* se tiene en revancha por objeto producir en el menor tiempo posible con la materia dada (almidon ó azúcar) la mayor cantidad posible de alcohol, que por destilacion se separó del líquido fermentado. El objeto de la preparacion del vino es siempre de producir vino, el de la preparacion de la cerveza de fabricar cerveza; pero en cambio, en la fabricacion del alcohol ocurre á veces que la produccion de los residuos de destilacion como abonos para el ganado ocupa el primer lugar, y esos residuos constituyen el producto principal, en tanto que la produccion del alcohol queda relegada al segundo lugar, y ese líquido no es á la sazón sino un producto secundario. La fabricacion

del alcohol suele ser un medio que se emplea con el fin de preparar un abono concentrado.

La *preparacion del pan* pertenece tambien bajo cierto punto de vista á las industrias basadas en la fermentacion, puesto que se produce ésta cuando la pasta aumenta ó crece.

Sólo hay la diferencia de que en tal caso no se tiene en consideracion el alcohol y sólo se hace cuenta del ácido carbónico, cuya produccion es el objeto de la fermentacion producida por pasta ágrica ó levadura.

En las industrias que acabamos de indicar

se intenta producir alcohol ó ácido carbónico, ó ambos cuerpos á la vez. Pero el objeto de la fermentacion alcohólica puede ser el de formar levadura, y en este caso apenas se tiene en cuenta el alcohol producido, tanto menos en cuanto la levadura, como lo han demostrado los trabajos de *O. Brefeld*, crece en ciertas condiciones con un alimento normal sin producir fermentacion. Por ello la fabricacion de la levadura está ligada con las industrias fundadas en la fermentacion alcohólica.