



<http://www.fototeca.inah.gob.mx/fototeca/index.jsp>.

Agua de las verdes matas

Ricardo Pérez

Un descubrimiento temprano

El descubrimiento del alcohol se atribuye principalmente a la fermentación natural de alimentos ricos en azúcares recolectados y almacenados. También se ha propuesto que este descubrimiento se propició en el proceso de manipulación de granos durante la prehistoria, o por la fermentación natural de los frutos, cosa que también disfrutaban los animales silvestres (ver <https://www.youtube.com/watch?v=50tIF3kGbT4>).

En lo que ahora es México las bebidas alcohólicas se conocían desde tiempos prehispánicos; se cree que la producción de pulque comenzó hace aproximadamente 1,500 años. Según el uso que se le daba el pulque recibía distintos nombres: *necuhtli* y *neutle* era el pulque común, *teoctli* el que se ofrecía a los dioses y *octli polihuqui* era el descompuesto o corrompido. Ahora se continúa elaborando esta bebida de manera artesanal a partir del aguamiel que se extrae del maguey. Hay evidencias arqueológicas que indican que el maguey se conoció antes que el maíz,

este se utilizaba como alimento y para elaborar algunos utensilios.

Actualmente la fermentación forma parte de muchos procesos de elaboración de alimentos, bebidas, cosméticos y biocombustibles, entre otros. Para la fermentación de alimentos se emplean actualmente tres rutas metabólicas: la fermentación alcohólica anaeróbica, que convierte carbohidratos en alcohol y CO₂ como la del vino, la cerveza, el sake y el pulque; la fermentación láctica anaeróbica, que convierte carbohidratos en ácido láctico como el yogurt, y la fermentación aeróbica de ácido acético, que convierte alcohol en ácido acético (vinagre). Los principales productos finales de la fermentación son los alcoholes y los ácidos orgánicos responsables de la preservación de alimentos y bebidas. Además hay rutas metabólicas secundarias que contribuyen al sabor y a la consistencia de éstos. Gracias a ello es posible producir una gran variedad de productos como la cerveza y el pulque.

A partir del descubrimiento de Louis Pasteur de los microorganismos presentes en la fermentación, fue posible entender y manejar el proceso. En el siglo XIX ya era posible aislar, purificar microorganismos y cultivarlos; esto, sumado a la pasteurización de las materias primas utilizadas en la fermentación y a la utilización de microorganismos bien definidos, permitió reducir las variaciones en el proceso. Por ejemplo para elaborar cerveza se utilizan cepas específicas de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y además se eliminan por pasteurización otros microorganismos como bacterias y hongos, con la finalidad de obtener un producto que siempre mantenga las mismas características: olor, sabor, consistencia, etcétera.

Para una buena fermentación

Los microorganismos como levaduras, bacterias y hongos deben tener ciertas condiciones ambientales para fermentarse; por ejemplo, las levaduras no se pueden desarrollar de la mejor forma cuando el medio en el que se cultivan es muy ácido, o si hay poca agua disponible, lo cual está relacionado directamente con las concentraciones de sal o azúcar disueltas en el medio, y también con la temperatura, porque si es muy alta hay evaporación de agua. Además, el proceso se ve afectado por la adición de algunas sustancias como el sulfito y el oxígeno, que

evitan la proliferación de las bacterias; el oxígeno aumenta al airear el medio.

En el medio donde ocurre la fermentación con levaduras debe haber azúcares como la glucosa y la sacarosa, nitrógeno, sales nitrogenadas, calcio, magnesio, fósforo, potasio y sodio para que sea posible su crecimiento. También es necesaria la presencia en muy bajas concentraciones de hierro, cobre, cobalto y magnesio, además de vitaminas del grupo B.

Cuando se utilizan procesos de fermentación para elaborar alimentos y bebidas se debe considerar otro factor fundamental, la calidad del agua utilizada. Su origen influye en el proceso de fermentación, ya que la eficiencia del proceso se ve afectada por la presencia de microorganismos, contaminantes o la concentración de sales y minerales. Las fuentes subterráneas son la mejor opción ya que esta agua es filtrada naturalmente por los sedimentos del suelo, y por esta razón deben protegerse de la contaminación causada por actividades humanas.

A lo que te truje chench: fermentación alcohólica

Antes de hacer tus fermentados (aunque sólo sea tepache) debes saber que la fermentación alcohólica es un proceso biológico en el que de forma ideal se convierten 180g de azúcar en 92g de etanol y en 88g de dióxido de carbono; esto sin considerar el crecimiento de las levaduras y la producción de otros metabolitos. Además del etanol, se han encontrado cerca de 400 subproductos que pueden afectar el sabor de las bebidas alcohólicas.

Existen otros factores que también afectan el sabor de las bebidas alcohólicas, principalmente en la producción de cerveza. Por ejemplo, las características genéticas de las cepas de las levaduras que eligen los productores. Hace algunos años se encontró que existe un gen en la levadura *S. cerevisiae* responsable del sabor y del aroma afrutado que producen las levaduras. Este gen le sirve a la levadura para atraer a las moscas y utilizarlas para colonizar otros lugares, las moscas quedan impregnadas y se convierten en portadoras de la levadura que depositan en otros sitios cuando se van. También influyen la viabilidad y vitalidad de las levaduras, la cantidad del inóculo inicial (cantidad inicial de microorganismos para propiciar la fermentación) y la contaminación del cultivo con otros microorganismos como

hongos. Ahora, cuando el lector dé un trago a su vaso de cerveza, copa de vino o tarro de pulque, sabrá que existe un complicado proceso para poder disfrutar estas bebidas.

Por último, el etanol que producen las levaduras durante el proceso de fermentación actúa en contra de ellas, ya que dependiendo de su concentración en el medio, el alcohol causa una disminución de la capacidad de transporte en su membrana celular, lo que conlleva a una disminución en la producción de ATP, molécula fundamental para el transporte de energía en la célula. Sin esta molécula las células no pueden ya llevar a cabo su ciclo metabólico. Entre las especies de levaduras que resisten mayores concentraciones de etanol son aquellas que lo producen en altas concentraciones como las levaduras *Saccharomyces bayanus*, *Saccharomyces ludwigii* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Regresando a nuestra bebida casi olvidada

Para la producción de pulque es necesaria la disponibilidad de magueyes, los cuales se preparan de forma especial para que produzcan aguamiel. Existen varias clases de magueyes productores de pulque, lamentablemente, el cultivo de esta planta decayó a partir de la disminución de consumidores de pulque en la Ciudad de México. El crecimiento de estas plantas es muy lento, tardan cerca de 10 años en madurar, emiten un tallo del que se despliegan numerosas flores llamado quiote, cuya altura aproximada es de 10 metros, allí fructifican. El quiote se corta cuando se desea que el maguey produzca aguamiel. A esto se suma la extracción desmedida de la fina tela que protege a las pencas, utilizada para cocinar mixiotes, que acelera el decaimiento de la planta. Por último, para la recolección de los gusanos blancos y rojos, ninfas de cigarra, que habitan dentro del maguey vendidos a altos precios, es necesario desgajar la planta antes de que produzca aguamiel lo cual merma su población.

Las principales especies utilizadas para la producción de pulque son el *Agave astrovirens* y el *Agave americana*. Cuando la planta tiene entre 5 y 10 años de edad se corta el quiote y se talla el centro del maguey para crear una cavidad interna cuya capacidad aproximada es de dos litros. La superficie de la cavidad se raspa

para facilitar la producción del aguamiel dentro del maguey. Posteriormente se cubre la cavidad con rocas, hojas o bolsas de plástico para protegerla de animales y del medio externo que pueden contaminarla con diversos microorganismos.

Tanto peca el que raspa el maguey, como el que saca el aguamiel

El aguamiel producido por el maguey debe ser recolectado dos veces al día, es rico en sacarosa, fructosa, glucosa, y fructanos; su fermentación tarda entre 12 y 24 horas para producir el pulque. El aguamiel se fermenta en barricas de madera y también es común que se utilicen contenedores de plástico. La fermentación puede iniciarse agregando pulque previamente fermentado en los contenedores donde se verterá el aguamiel.

La fermentación del pulque se suele llevar a cabo en entornos rurales donde los controles son mínimos. Las temperaturas a las cuales se realiza van de los 25 a los 50°C, y el producto final tiene una concentración de etanol del 3 al 6 %. La acidez del pulque es similar a la del jugo de naranja o a la de la cerveza. Su producción se debe principalmente a la bacteria *Zymomonas mobilis*, lactobacilos, y también a levaduras como *S. cerevisiae*.

La bacteria *Zymomonas* es capaz de crecer en medios con un rango de acidez variado, desde uno similar al jugo de naranja hasta otro cuya acidez es semejante al de la saliva humana. Esta bacteria se ha encontrado en bebidas fermentadas en forma artesanal en África y Asia además del continente americano, pero hay reportes sobre su uso a gran escala en aplicaciones tecnológicas como la producción industrial de etanol, ya que esta bacteria crece y fermenta rápidamente.



Figura 1. Tlachiquero raspando el maguey. Foto extraída de:
<http://www.fototeca.inah.gob.mx/fototeca/index.jsp>.

Es cosa de ciencia

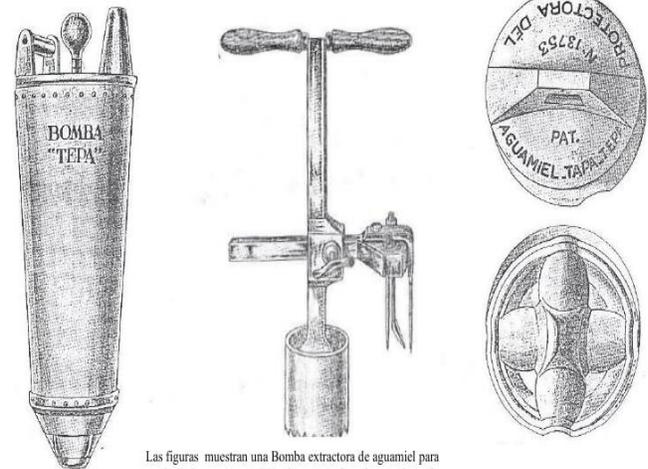
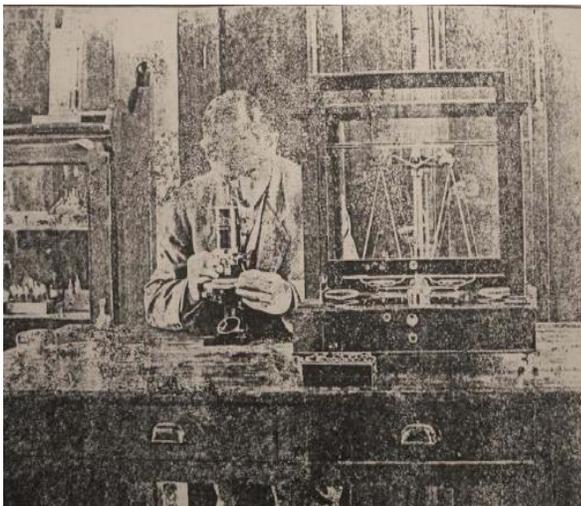
Es interesante que el primer aislamiento de la bacteria *Zymomonas mobilis* fue a partir del pulque. Se ha reportado en investigaciones que el contenido proteico del aguamiel no es afectado en la fermentación, aunque la concentración de minerales disminuye en este proceso. Entre las virtudes del pulque está su capacidad de aliviar deficiencias alimentarias crónicas, ya que contiene altas concentraciones de ácido ascórbico que ayuda a la absorción de hierro y posiblemente de zinc. Además tiene macro y micronutrientes, propiedades probióticas (gracias a las bacterias lácticas) y debido a la presencia de fitasas (fuente de fosfatos) se facilita el proceso digestivo. La presencia de fitasas incrementa la absorción de hierro y zinc, con lo cual se podría complementar nuestra dieta.

Lo que sube tiene que bajar y este pulque a mi panza irá a dar

El pulque tuvo su época dorada en los siglos XVIII y XIX durante el auge de las haciendas pulqueras. Este esplendor pulquero finalizó debido entre otras cosas a la Revolución Mexicana que provocó el abandono del campo y con esto el cultivo de magueyes; en 1900 había 100 millones de plantas, en 1930 unos 47 millones y en 1940 cerca de 24 millones. Con la reducción de magueyes la producción de pulque

se ve afectada; lo cual provoca que actualmente algunos productores busquen otros métodos para producir algo parecido al pulque utilizando nopales u otras cactáceas¹.

Durante los gobiernos de Obregón y Calles se crearon los impuestos llamados del timbre y la derrama sobre las utilidades de las haciendas pulqueras. A la vez desaparecieron otros impuestos locales, por lo cual se puede decir que buena parte de los programas de beneficio social de la Revolución se solventaron con los impuestos aplicados a la producción y venta de pulque. Luego durante el gobierno de Lázaro Cárdenas se pusieron en marcha campañas en contra del consumo de esta bebida, y lo que terminó por completo con esta industria fue una lucha sin cuartel con las cervecerías que acapararon el mercado mexicano. Actualmente la producción de pulque es artesanal y se concentra en los estados de Hidalgo, de México y Tlaxcala.



Las figuras muestran una Bomba extractora de aguamiel para

Figura 2. Desarrollo científico y tecnológico en torno al pulque a finales del porfiriato. Del lado derecho se muestra una bomba para extraer el aguamiel y las tapas para proteger la cavidad que se hacía en el maguey. Imagen extraída de la referencia 5.

1 Ver referencia 10.

Los pulques de Apan

“...Ricos curados de tuna y melón, de avena, piña, de fresa y limón...” Así Chava Flores nos antoja con su canción esos ricos pulques de sabores; de ajo pal final de la quincena y curado pala fiesta del santito o en un tíbiri de barrio muy popof.

La pulquería es un espacio mágico de penas y alegrías, donde igual se ven punketos, dones, travestis y jóvenes curiosos, siempre mayores de edad. Las antiguas de azulejos con canales para facilitar la limpieza del lugar y con el suelo cubierto de aserrín por aquel que deja caer algo de pulque durante una discusión acalorada o que pinta su alacrán (al tirar pulque en el aserrín se forma una línea con las gotas del pulque que asemeja la cola de un alacrán). Antes tenían separación para las mujeres pues no era bien visto que tomaran junto con los hombres, o para despachar a los chamacos a quienes mandaban por un litro. Ahora todos entran por igual. Hay pulquerías con rocola y en algunas todavía se sirve botana, comúnmente es un guiso muy sencillo. Al entrar uno debe andar listo para esquivar albuces y afilar la lengua previamente o resignarse. La rayuela con su tongolele y el dominó se utilizan para matar el tiempo, o bien se puede platicar con el pulquero de la barra, que en algunos casos es la generación que tomó el relevo del changarro.



Figura 3. Pulques de Apan. Foto extraída de: <http://www.fototeca.inah.gob.mx/fototeca/index.jsp>.

La danza de los Centzontotochtin

Más decían: que el vino se llama centzontotochtin, que quiere decir cuatrocientos conejos, porque tiene muchas y diversas maneras de borrachería.... Todas estas maneras de borrachos ya dichas decían que aquel borracho era su conejo o la condición de su borrachez, o el demonio que en él entraba. Si algún borracho se despeñó, o se mató, decían aconejose; y porque el vino es de diversas maneras y hace borrachos de diversas maneras le llaman centzontotochtin.

Descripción de Bernardino de Shagún, Op, cit., Libro IV, cap. V, p. 228. Extraído de la referencia 4

Centzontotochtin (400 conejos) es el nombre genérico que se refiere a las formas que puede cobrar alguien que se haya pasado de copas, y al carácter que comúnmente se asume en este estado. Cada uno posee su propio conejo y se aconeja cuando empina la botella. Se decía que los conejos entraban al borracho y actuaban dentro de él, así tenía metido al dios, por lo que era imposible castigar a una persona en ese estado. La bebida actuaba como algo sagrado cuyo vehículo pasajero era el cuerpo de quien doblaba demasiado el codo. Aquel que se excedía no era consciente de sus actos, y aun si bebía anticipando el desastre no recibía reprimenda.



Figura 4. Hasta las manitas. Se dice que el dicho “andar hasta las manitas” se originó de la costumbre que tenían los pulqueros de llevar su producto en cueros de chivo. Cuando llevaban el cuero lleno se decía que iba hasta las manitas. Foto extraída de:

<http://www.fototeca.inah.gob.mx/fototeca/index.jsp>.

El entorno del pulque ha sido objeto de numerosos estudios antropológicos, históricos, lingüísticos, químicos y biológicos que datan de finales del siglo XIX. En los acervos de la UNAM existe una tesis de 1884 titulada “Breve estudio higiénico sobre el pulque” y otras tantas más que sin duda contribuyen al conocimiento de esta bebida. Se hacen esfuerzos por enlatarlo, embotellarlo e incluso ya se destila para hacer una especie de mezcal. Las pulquerías de la ciudad buscan revivir el consumo entre los jóvenes, por lo que se inventan nuevos sabores que les parezcan atractivos. Se invita al lector para que la siguiente vez que tenga antojo de un trago vaya a una pulcata y pida uno de piñón o de hoja de higo, y no lo olvide nada con exceso todo con medida.



Figura 5. Distintas medidas que existían para tomar el pulque.

Referencias

1. A.R. Estrada-Godina, A.E. Cruz-Guerrero, P. Lappe, M. Ulloa, M. García-Garibay y L. Gómez-Ruiz, "Isolation and identification of killer yeasts from Agave sap (aguamiel) and pulque", *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 17: 557-560, 2001.
2. Inge Russell, Graham Stewart, y Charlie Bamforth (Editores), *Whisky. Technology, production and marketing*, Elsevier, 2003.
3. Patricia Sierra Longega, El maguey, el pulque y sus deidades, tesis de maestría disponible en los archivos digitales de la UNAM: <http://132.248.9.195/ptd2005/01042/0349732/Index.html>.
4. Rogelio Valadez-Blanco, Griselda Bravo-Villa, Norma F. Santos-Sánchez, Sandra I. Velasco-Almendarez, Thomas J. Montville, "The Artisanal Production of Pulque, a Traditional Beverage of the Mexican Highlands", *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, marzo 2012, 4:140-144
5. Ramírez Rodríguez Rodolfo, La querrela por el pulque : auge y ocaso de una industria mexicana (1890-1930), Tesis de doctorado disponible en los archivos digitales de la UNAM: <http://132.248.9.195/ptd2014/noviembre/506003327/Index.html>
6. Marisol Correa-Ascencio a , Ian G. Robertson b , Oralia Cabrera-Cortés c , Rubén Cabrera-Castro y Richard P. Evershed, "Pulque production from fermented agave sap as a dietary

- supplement in Prehispanic Mesoamerica”, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, septiembre 2014, 11(39), 14223-14228.
7. Sethn C. Rasmussen, *The quest for aqua vitae. The history and chemistry of alcohol from antiquity to the middle ages*, Nueva York, 2014.
 8. J. Swings and J. de Ley, “The biology of Zymomonas”, *Bacteriological Reviews*, marzo 1997, 1-46.
 9. Miguel Ángel Criado, “Gracias, moscas, por la cerveza”, *El País*, disponible en http://elpais.com/elpais/2014/10/10/ciencia/1412952158_666855.html.
 10. Dalia Argüello, “Pulque que no lo es”, *El Presente del Pasado*, disponible en: <http://elpresentedelpasado.com/2015/08/20/pulque-que-no-lo-es/>
 11. Adelfo Escalante, Martha Giles-Gómez, Georgina Hernández, María Soledad Córdova-Aguilar, Agustín López-Munguía, Guillermo Gosset, Francisco Bolívar, “Analysis of bacterial community during the fermentation of pulque, a traditional Mexican alcoholic beverage, using a polyphasic approach”, *International Journal of Food Microbiology*, 124(2008) 126-134.

Nota. Si desea buscar su pulquería más cercana consulte esta dirección electrónica:

https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=z_Y80X-TkSmA.kDa6QOzf1mQ8