

BONDADES MICROBIANAS

Posted on 16 agosto, 2016 by Moisés Santillán Zerón



Siendo originario de un pueblo pequeño en la zona pulquera del estado de Hidalgo, desde muy joven me familiaricé con el proceso de elaboración del pulque, y por tanto con la fermentación. Aunque entonces lo ignoraba, también había otros fermentos en casa...

Category: [Ciencia](#)

Tags: [Columnas ciencia](#), [El huevo del cocodrilo](#)



Siendo originario de un pueblo pequeño en la zona pulquera del estado de Hidalgo, desde muy joven me familiaricé con el proceso de elaboración del pulque, y por tanto con la fermentación.



Aunque entonces lo ignoraba, también había otros fermentos en casa: mis padres conservaban un cultivo de acetobacterias para elaborar vinagre a partir de piloncillo y teníamos nuestro cultivo de búlgaros para la elaboración de yogurt casero. Incluso, en alguna ocasión yo mismo llegué a fermentar jugo de tuna. Pero de eso tiene ya bastante tiempo. Además, en ese entonces no tenía plena conciencia de la importancia científica, histórica y antropológica del proceso de fermentación.

Mi interés por la fermentación renació hace un par de años, cuando mi esposa y yo empezamos a hacer pan en casa. Aunque más bien debería de decir que empezamos a aprender a hacerlo, pues el proceso es bastante más complejo y sutil de lo que aparenta. Desde que se elabora, hasta que termina de hornearse, la masa del pan es literalmente un ser vivo (o mejor dicho un ecosistema) que cambia con el tiempo y reacciona a las variables ambientales. Un buen panadero debe entender las reacciones de la masa; cómo cambian su sabor, olor, densidad, elasticidad, etc. al paso del tiempo como consecuencia de las condiciones iniciales y de los cambios en la temperatura y la humedad ambientales. Así, los mejores maestros panaderos son, en mi opinión, aquellos que con base en años de experiencia logran desarrollar un entendimiento intuitivo del ecosistema al que llamamos masa.

La panificación es un fenómeno científico fascinante.

Dada mi formación, la experiencia que he ido adquiriendo con el tiempo me ha permitido darme cuenta de que la panificación es un fenómeno científico fascinante, en el que confluyen la microbiología, la reología (la ciencia que estudia la deformación y el flujo de los materiales) y la ecología. Inspirado en lo anterior, me he dedicado por algún tiempo a investigar sobre la fermentación, y quisiera aprovechar el resto de este artículo para compartirles algunas de las cosas que he aprendido.

La fermentación es un proceso metabólico que transforma azúcares en gases, ácidos o alcohol.

El papel jugado por los microorganismos en la fermentación fue descubierto por Louis Pasteur, quien la describió como la vida en la ausencia de aire. Propiamente hablando, la fermentación es un proceso metabólico que transforma azúcares en gases, ácidos o alcohol. Este proceso ocurre típicamente en levaduras y bacterias, aunque también puede ser llevado a cabo en músculos

privados de oxígeno (fermentación de ácido láctico). Coloquialmente hablando, el término fermentación también se usa para referirse al crecimiento de microorganismos en un medio específico, usualmente con el propósito de producir alguna sustancia química de interés.

La fermentación ha sido empleada por el hombre desde tiempos inmemoriales con el objeto de preservar alimentos, o bien para hacerlos digeribles. Ejemplo de esto son las bebidas alcohólicas fermentadas: cerveza, vino, sake, pulque, pozol, etc., pero también el chocolate, los quesos añejos, algunos embutidos y el pan. Desde un punto de vista histórico resulta bastante interesante que la fermentación fue descubierta independientemente y en diferentes tiempos por muchas culturas, y que en todas ellas las bebidas y/o alimentos fermentados han jugado un papel sumamente importante en su mitología y religión.



Uno de los alimentos fermentados más difundidos es el chocolate. Los frutos del cacao son bayas que tienen forma ovalada y son de color amarillo o anaranjado al madurar; miden alrededor de 20 cm de largo y pesan alrededor de medio kilo. Típicamente, una baya de cacao tiene entre 30 y 50 semillas, rodeadas de una pulpa rosada y viscosa. Aunque la pulpa es dulce y comestible, las semillas son las protagonistas principales del cacao, pues es a partir de ellas que se produce el chocolate. Sin embargo, es necesario fermentar la pulpa junto con las semillas. Entre otras sustancias, los microorganismos que llevan a

cabo la fermentación producen alcohol y ácidos orgánicos a partir del azúcar contenido en la pulpa. La actividad de estos microorganismos es tan intensa que la temperatura del fermento puede elevarse hasta los 50 °C. Los cambios químicos y el aumento en la temperatura matan el germen del cacao y activan enzimas que catalizan una serie de reacciones químicas que degradan muchos de los taninos de las semillas, y les dan el cuerpo y el sabor tan característicos del chocolate. Después de la fermentación, las semillas del cacao todavía tienen que ser secadas, tostadas y molidas, pero la participación de los microorganismos es esencial en la elaboración de este producto de origen mexicano que ha conquistado al mundo.

En todos los fermentos participan comunidades de microorganismos.

En todos los fermentos tradicionales o artesanales participan comunidades de microorganismos (típicamente levaduras y bacterias) que se encuentran naturalmente en el medio. En sentido estricto, estos fermentos son ecosistemas en constante evolución. Por ejemplo, en bebidas como el pulque, las levaduras son más activas en un principio, cuando el medio es rico en azúcares. Pero conforme la concentración de éstas disminuye y la concentración del alcohol producido por las levaduras aumenta, las levaduras se vuelven menos activas, cediendo su lugar a bacterias productoras de ácidos orgánicos. Por esta razón, bebidas como el pulque y el vino se vuelven agrios si no están pasteurizados.

Desde un punto de vista ecológico, la fermentación es fascinante pues se asemeja por ejemplo al proceso de recuperación de un bosque después de un incendio: primero crecen pastos, luego maleza y arbustos, los cuales son reemplazados por arboles de maderas blandas, para finalmente dar lugar a los árboles de maderas duras. En cierta medida, cada especie aprovecha y modifica el ambiente, creando las condiciones para las especies que la sucederán. Además, en cada instante, es posible identificar una compleja red de interacciones entre las que se puede identificar: mutualismo, competencia, antagonismo, etc.

Gracias al desarrollo de la microbiología y la biotecnología, ha sido posible aislar cepas individuales.

Desde el punto de vista de la industria de alimentos, la complejidad descrita en el párrafo anterior es desafortunada porque dificulta el control de las diferentes variables involucradas en la fermentación. Esto, a su vez, impide garantizar que el producto final tenga siempre las mismas características de textura, sabor, consistencia, etc. Sin embargo, gracias al desarrollo de la microbiología y la biotecnología, ha sido posible aislar cepas individuales, que han sido muy bien caracterizadas, y con las que es posible llevar a cabo fermentaciones monocultivo en condiciones controladas. El mejor ejemplo de lo anterior es la industria cervecera. A pesar de que las características de las materias primas (granos, lúpulo, agua, etc.) varían año con año y dependen del lugar de origen, una botella de nuestra cerveza favorita tiene siempre el mismo sabor, el mismo color y la misma consistencia, sin importar dónde y cuándo la compremos; o al menos las diferencias son imperceptibles para la mayoría de los paladares. Esto se consigue mediante un estricto control de calidad en cada uno de los pasos de la elaboración de la bebida. Básicamente, para elaborar la cerveza se dejan germinar los granos de cereal por un tiempo determinado, para convertirlos en malta. Esto estimula la síntesis de amilasas que convierten el almidón de los granos en azúcar cuando la malta se mezcla con agua caliente. El resultado es un mosto dulce que se fermenta para convertir los azúcares en alcohol. Para producir un tipo específico de cerveza es muy importante asegurar que el mosto tenga siempre las mismas características físico-químicas, así

como de que la levadura que lleva a cabo la fermentación sea siempre la misma. Para ello, se pasteuriza el mosto y se inocula con una levadura específica, que es celosamente guardada por la compañía cervecera.

En la elaboración de vino no hay tanto control sobre las características del mosto, pues las uvas mismas varían dependiendo del clima. Además, la fermentación generalmente se lleva a cabo con las levaduras presentes en la cáscara de estas frutas. Por ello, las propiedades del vino cambian de una cosecha a otra, aunque se elabore en el mismo lugar y de la misma forma.



¿Y qué hay del pan? A diferencia de la fermentación de la pulpa del chocolate o del mosto de la cerveza o del vino, la harina de cereales como el trigo no es rica en azúcares sino en almidón. Sin embargo, la harina también contiene amilasas que, en presencia de humedad, transforman el almidón en azúcares (principalmente maltosa, fructosa y glucosa) que sirven de alimento a los organismos que llevan a cabo la fermentación. En la elaboración tradicional del pan, se emplea la masa madre (también

conocida como masa ácida). Ésta no es otra cosa que un cultivo estable de microorganismos que se origina a partir de esporas ya presentes en la harina, o bien a partir de microorganismos que se encuentran en frutos muy maduros. La masa madre se tiene que alimentar periódicamente con harina fresca y agua para evitar que el cultivo muera por inanición. Para elaborar la masa del pan, se toma una porción de masa madre como inóculo, se mezcla con agua y harina fresca, se amasa la mezcla restante, y se deja que los microorganismos hagan su magia. Ellos consumen los distintos azúcares sintetizados por las amilasas y producen alcohol, ácido láctico y ácido acético, además de bióxido de carbono. El proceso de amasado tiene como propósito que el gluten de la harina forme películas elásticas, que atrapan el bióxido de carbono resultado de la fermentación, haciendo que la masa se infle. Una vez que la masa se ha inflado lo suficiente, se hornea. Con el calor del horno, la masa se deshidrata y se cuece, matando en el proceso al cultivo de microorganismos. Si todo sale bien, el resultado es una olorosa e irresistible hogaza de pan recién horneado.

Cuando, como consecuencia de la revolución industrial, la panadería dejó de ser una labor artesanal para convertirse en una industria a gran escala, el uso de masa madre representaba un problema. Al no tratarse de un monocultivo, sino de un ecosistema, las variables a controlar eran demasiadas. Y por si fuera poco, las masa madre, aunque lentamente, cambian con el tiempo, puesto que las características físico-químicas y los microorganismos presentes en la harina con la



que se alimenta no son siempre los mismos. Para resolver este problema, los microbiólogos aislaron levadura que es capaz de digerir los azúcares de la masa y que tiene una elevada tasa de crecimiento; esto último con el objeto de que su población domine a las de los demás microorganismos presentes en la harina, y de que acelere el proceso de fermentación. Esta levadura tiene como nombre científico *Saccharomyces cerevisiae*, y vulgarmente se conoce como la levadura de la cerveza. Y sí, se trata del mismo microorganismo empleado en la elaboración de dicha bebida, aunque de una cepa diferente.

Cuando la producción del pan se industrializó, la gente no lo toleraba.

Curiosamente, cuando la producción del pan se industrializó, la gente no lo toleraba. Muchos de nosotros conocemos a alguien que es alérgico al gluten en mayor o menor medida. La respuesta de la industria alimenticia ha sido producir harinas sin gluten, pero adicionadas con otras sustancias químicas que juegan un papel similar en la elaboración del pan. Sin embargo, tal vez haya otra respuesta que implique volver a la masa madre. Como ya he dicho, en la masa convive una comunidad de microorganismos (principalmente bacterias y levaduras, siendo las primeras mucho más numerosas) que interactúan de forma compleja. Esto tiene como consecuencia que los recursos de la harina son aprovechados mucho más eficientemente por los microorganismos de la masa madre, que por una masa monocultivo con *S. cerevisiae*. Desde el punto de vista alimenticio, el resultado de usar masa madre es un pan más digerible y más nutritivo, puesto que muchas de las sustancias no digeribles de la harina (como el gluten), son parcial o totalmente metabolizadas por los diferentes microorganismos que en ella habitan. Un valor agregado adicional es que el pan de masa madre resiste mejor a los hongos pues es más ácido que el pan de levadura. Esto tiene que ver con el hecho de que el ecosistema de la masa madre es bastante robusto. A pesar de que no se produce ni conserva en condiciones estériles, las poblaciones de la masa madre son muy resistentes a invasiones de otros microorganismos. En una masa madre madura, las distintas poblaciones se mantienen por mucho tiempo, a pesar de que su abundancia puede cambiar con la temperatura, la humedad o la abundancia de nutrientes. Y si algún microorganismo nuevo logra establecerse, esto no hace más que abonar a la robustez del ecosistema. En pocas palabras, desde

un punto de vista ecológico, la diferencia entre una masa madre y otra de levadura es la misma que entre una selva tropical y cientos de hectáreas sembradas con maíz.

Hoy sabemos que los monocultivos de cualquier especie (maíz, trigo, plátano, café, etc.) son ecosistemas muy frágiles. Pero al parecer son un mal necesario pues hasta la fecha no conocemos una forma mejor de alimentar a la humanidad. Probablemente podamos aprender de ecosistemas microbianos, como la masa madre, las bacterias del yogurt, o los hongos con que se añejan los quesos, para encontrar soluciones ecológicamente sustentables a los grandes retos de la humanidad. Quiero creer que así será. Pero por lo pronto, mi esposa y yo seguiremos divirtiéndonos y aprendiendo con nuestro pan casero. C²