

e

c



C I E N C I A & N A T U R A L E Z A

www.cienciaynaturaleza.com.ar

REVISTA Nº 29 | 2012 | AÑO 8 | \$ 9,50



# ISLAS GALÁPAGOS

Tras los pasos de Darwin

**Técnicas de Fotografía**

Nidos e Insectos

**Aventura en los Desiertos**

Sahara, Neguev, Mongolia

**Acidificación oceánica**

De océanos de gran biodiversidad...  
¿A océanos de malezas?

**Pesca con mosca**

La Conquista del Oro

ISSN 1851-0620



Opinión: Naturalistas, Conservacionistas y Ambientalistas. ¿Ser o No Ser?  
Fichas: ave (tachurí sietecolores), mamífero (delfín franciscana), pez (candirú)  
Andanzas de un naturalista: Primer viaje al sur. El Origen de la Cerveza

# EL ORIGEN DE LA CERVEZA

## Levaduras de cerveza: Orígenes y Domesticación



La fabricación de cerveza es tanto un arte como una ciencia. Actualmente se conocen muy bien los procesos físicos, químicos y biológicos que transforman una mezcla de agua, cebada malteada y lúpulo, en presencia de un hongo unicelular (levadura), en la deliciosa bebida que conocemos como cerveza. No obstante, la preparación de una gran cerveza requiere de un hábil maestro cervecero que sepa dominar la enorme cantidad de variables que comprende el proceso de “brewing”, incluso al extremo de producir el surgimiento de una nueva especie de microorganismo cervecero.



### **Dr. Diego Libkind**

Investigador de CONICET (Instituto de Biología), Docente en la Universidad Nacional de Comahue, Bariloche, Río Negro.

### **Dr. Sebastián E. Collins**

Investigador de CONICET (INTEC), Docente en la Universidad Nacional del Litoral (FICH) y cervecero artesanal.

### **Breve historia de la humanidad a través de la cerveza**

Es posible recorrer gran parte de la historia humana siguiendo la fabricación de cerveza. De hecho, una de las características principales del surgimiento de la civilización es la domesticación de plantas (cereales), animales, y como veremos más adelante, de microorganismos como la levadura [1].

Figura 1. Jeroglíficos egipcios mostrando la fabricación de pan y cerveza.



La fabricación de cerveza se remonta a los antiguos pueblos elamitas, egipcios y sumerios. Las evidencias más antiguas de la producción de cerveza datan de alrededor de 4000 a.c., e incluso se piensa que puede haber surgido conjuntamente con la aparición del pan entre 10.000 a.c. y 6.000 a.c. ya que tiene una parecida preparación agregando más o menos agua, respectivamente. Se dice también que las pirámides fueron construidas por los egipcios gracias a que contaban con un alimento altamente nutritivo para las masas trabajadoras: pan líquido o cerveza que se escribe con los mismos jeroglíficos (Figura 1). Durante el proceso de fabricación se lleva a cabo una etapa de hervido que elimina numerosas enfermedades que se transmiten por el agua. Esto tuvo una enorme implicancia sanitaria al producirse la concentración de la población en ciudades sin sistemas de cloacas donde el agua de consumo era constantemente contaminada con bacterias patógenas. Más aún, es posible que algunas de las epidemias más importantes ocurridas en Europa durante la edad media hayan detenido su propagación debido al consumo de cerveza que era una bebida más segura que el agua de esa época. Por otra parte, la regulación del proceso de fabricación de cerveza mediante la "ley de pureza" establecida en el año 1516 por el rey Guillermo IV en Baviera, constituye el primer ejemplo moderno de una ley bromatológica. Esta ley determinaba que la cerveza solamente podía hacerse con agua, malta y lúpulo (aún desconocían la existencia de las levaduras y su rol en el proceso cervecero). Esto hizo desaparecer muchas recetas particulares de cerveza de los territorios donde se aplicó, especialmente las que eran poco seguras alimentariamente, como aquellas que incluían potenciales patógenos.

**Evolución de fabricación de cerveza**  
Sin entrar en detalles técnicos, que

dejaremos para un próximo artículo, el proceso de fabricación de cerveza consiste en primer lugar en transformar el almidón presente en los granos de malta en azúcares más sencillos (principalmente disacáridos) con la ayuda de las enzimas amilasas. Esta etapa conocida como maceración, produce una "sopa" dulce (mosto). El agregado de lúpulo durante el proceso de hervido, probablemente el adjunto más recientemente incorporado, le da amargor y aromas a la cerveza. Finalmente, el mosto es fermentado, es decir, transformado biológicamente por la levadura que utiliza los azúcares como fuente de energía produciendo dióxido de carbono y alcohol (etanol), y miles de otros metabolitos que dan en conjunto el bouquet a la cerveza.

Estas etapas básicas, más allá de algunos cambios en el tipo de cereales utilizados y la inclusión de una gran variedad de adjuntos, es similar desde la antigüedad.

De todo el proceso, la etapa de fermentación es la que permaneció más oscura durante la larga historia de la cerveza. Incluso, solamente fue posible esclarecer su origen hace poco más de cien años cuando Louis Pasteur identificó y caracterizó a las levaduras como los microorganismos responsables de este proceso. Estos hongos unicelulares son ubicuos en el ambiente, se conocen alrededor de 1500 especies distintas de levaduras, lo que representaría sólo el 1% de los que hay en la naturaleza. Sin embargo, sólo unas pocas especies son

de utilidad para la producción de cerveza. Esto se debe a una adaptación evolutiva a la presencia de altas concentraciones de alcohol.

Es así que hoy se conoce bien que la levadura tolerante al alcohol *Saccharomyces cerevisiae* o levadura tipo Ale, es la responsable desde la antigüedad de la fermentación para la producción de cerveza.

Con esta especie de levadura es posible fermentar mostos azucarados hasta concentraciones de entre 5 y 15% de alcohol a temperaturas de entre 18 y 24°C.

Un cambio notable en la fabricación de cerveza se desarrolló a partir del siglo XV y se profundizó durante el siglo XIX, cuando los cerveceros checos y alemanes comenzaron a producir un nuevo tipo de cerveza, más liviana de cuerpo, clara y sobre todo transparente. Para clarificar más la cerveza comenzaron a realizar la fermentación y maduración de la cerveza en cavas a temperaturas más bajas, de entre 7 y 12°C. Así apareció la cerveza **Lager** (en alemán, «almacén, bodega»), y dentro de esta categoría las **Pils**, originarias de la localidad checa de Pilsen. Pero esto no solamente produjo una cerveza más clara, sino que con el tiempo se generó una nueva especie de levadura tolerante tanto al alcohol como la *Saccharomyces cerevisiae* como a la baja temperatura: la levadura Lager o *Saccharomyces pastorianus*.

### La levadura Lager: un híbrido famoso pero misterioso

*Saccharomyces pastorianus*, por su excelente desempeño en la fermentación a bajas temperaturas, produce las cervezas tipo Lager transparentes, suaves, chispeantes y muy bebibles. Tal es la aceptación de este tipo de cervezas que el mercado mundial de Lagers alcanzó en 2008 los 250 billones de dólares [2].

Claro está que para diferenciar la *S. pastorianus* de la *S. cerevisiae* hizo falta la utilización de análisis genéticos. De esta forma se determinó

que levadura Lager contiene ADN de dos especies diferentes de levaduras, es decir que es una levadura híbrida producto de la difusión de la *S. cerevisiae* que posee los genes necesarios para resistir mayores concentraciones de alcohol y otra levadura que le dio la capacidad de fermentar a bajas temperaturas. Es así que hasta hace sólo unos meses, la mitad responsable de contribuir con su buen desempeño a bajas temperaturas permaneció siendo un misterio.

### **Misterio develado: Nativa de la Patagonia**

Finalmente, pudo develarse el origen de la crio-resistencia de la levadura Lager gracias al esfuerzo conjunto de un equipo de científicos de tres continentes. En un reciente trabajo publicado en la prestigiosa revista científica *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* por Libkind et al. [3] se concluyó que la levadura desconocida que generó el híbrido Lager provino de la Patagonia.

Para esto se realizaron miles de aislamientos de levaduras de todo el mundo y se utilizó la última tecnología de secuenciación de ADN. Después de descartar todas las levaduras europeas conocidas, el equipo expandió su búsqueda a través del planeta y así descubrió una especie de levadura nueva para la ciencia en los bosques de las frías montañas de la Patagonia Argentina. Luego de secuenciar su genoma completo (inédito para una levadura Argentina) se determinó que su ADN es 99.5% igual al de la mitad desconocida del híbrido Lager. Los investigadores bautizaron la nueva levadura *Saccharomyces eubayanus*. *S. eubayanus* se encontró en muestras de suelo, corteza, hojas y agua de los bosques de Lengua, Ñire y Coihue de los Parques Nacionales Nahuel Huapi y Lanin. Sin embargo, su hábitat preferido es el estroma de un hongo parásito de estos árboles que aparece en primavera y que es rico en azúcares, conocido localmente como Llao-llao o digüeñe. Al madurar, este hongo cae al suelo y fermenta espontáneamente por la acción de levaduras, en

particular por la *S. eubayanus*. Los pueblos originarios de la Patagonia aprovechaban este proceso natural para obtener una bebida alcohólica llamada chicha; posiblemente la única bebida alcohólica derivada de la fermentación de un hongo (un hongo que fermenta otro hongo).

### **El viaje extraordinario**

Una de las incógnitas que surgen de este trabajo es cómo y cuándo se generó el híbrido Lager. Si bien existen otros tipos de híbridos de levaduras como resultado de la fusión de dos especies o más, en este caso la levadura patagónica tuvo que ser trasladada más de 10000 km hasta las cavas de las cervecerías y monasterios de Baviera. Esto pudo haber ocurrido durante el auge del comercio transatlántico luego del descubrimiento de América y después de las primeras incursiones en la Patagonia (a partir de 1520). La levadura pudo haber viajado al transportar madera autóctona, alimentos y bebidas fermentadas, o a través de insectos (vectores comunes de levaduras). Esta teoría implica que la producción lager no contó con el híbrido en sus comienzos (siglo XV), sino que las levaduras europeas fueron, al inicio, las responsables de las fermentaciones a bajas temperaturas. La levadura patagónica adaptada al frío llegó a Europa y se fusionó con la levadura local. El híbrido resultante generó una cerveza superior que fue elegida y perpetuada por los maestros cerveceros. Estos colaboraron, sin saberlo, a que la levadura se vaya adaptando y mejorando, y consecuentemente produciendo más alcohol y una cerveza mejor, es decir que se produjeron cambios genéticos introducidos en el híbrido durante la domesticación de este microorganismo.

### **Domesticación e Impacto socio-económico**

Además de develar un misterio de larga data sobre uno de los microorganismos industriales de mayor importancia, este trabajo permitió encontrar genes afectados como resultado de la domesticación del

híbrido y relevantes para la fermentación alcohólica. Esta información puede ser aplicada en el desarrollo de cepas mejores fermentadoras para la obtención de bebidas fermentadas y bio-etanol. El trabajo demuestra también la importancia de conservar nuestros bosques nativos ya que representan un reservorio extraordinario de microorganismos de alto valor científico y biotecnológico. Estos compañeros microscópicos, invisibles a nuestros ojos, están allí y tienen el potencial de mejorar nuestra calidad de vida, como lo hace disfrutar de una buena cerveza Lager!

La fabricación de cerveza en forma casera o artesanal es una actividad que viene creciendo marcadamente en los últimos años en nuestro país. Así lo atestigua la reunión de más de 250 cerveceros artesanales en la ciudad de Santa Fe entre el 25 y el 27 de Noviembre en el marco del 4to Festival Internacional de la Cerveza Artesanal. Para mayor información sobre la fabricación de cerveza dirigirse a: [www.somoscervceros.com.ar](http://www.somoscervceros.com.ar) [haciendocerveza@gmail.com](mailto:haciendocerveza@gmail.com)

### **Referencias**

"Guns, Germs and Steel: A short history of everybody for the last 13,000 years" de Jared Diamon, W. W. Norton, 1997.  
Beer: Global industry guide. <http://www.researchandmarkets.com/reports/53577>  
"Microbe domestication and the identification of the wild genetic stock of lager-brewing yeast", Diego Libkind, Chris Todd Hittinger, Elisabete Valériod, Carla Gonçalves, Jim Doverb, Mark Johnston, Paula Gonçalves, José Paulo Sampaio, [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1105430108](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1105430108)

Figura 1. Tomado de : <http://cpmtutor.com/c02/egypt.html>  
Hay otras figuras en: <http://www.ancientegyptonline.co.uk/beer.html>