

## Biotecnología tradicional: La fabricación del vino

La producción de bebidas alcohólicas es, al igual que la fabricación del pan, un proceso que se remonta a las civilizaciones más antiguas (ver Cuadernos N° 1, 7, 13, 53). Aun así, el mecanismo en que se basan estos procesos se descubrió mucho más tarde. Hoy se sabe que en estos procesos intervienen microorganismos que transforman componentes del jugo de frutas o de cereales en alcohol, en el proceso de fermentación. Desde entonces, el hombre pudo intervenir y obtener una variedad más amplia de productos.

La mayoría de los jugos de frutas son fermentados por levaduras “salvajes” presentes naturalmente en las frutas, muchas de ellas pertenecientes a la especie *Saccharomyces cerevisiae*. A partir de esas fermentaciones naturales, se han ido seleccionando levaduras para llevar a cabo procesos más controlados, y actualmente la producción del vino y otras bebidas alcohólicas es una industria extensa en todo el mundo.

Las bebidas alcohólicas más importantes son: **el vino**, producto de la fermentación de jugos frutales, **la cerveza**, producto de la fermentación de granos malteados, y **las bebidas destiladas**, productos de la concentración por destilación del alcohol obtenido de una fermentación.

### ¿Qué es el vino?

El vino es aquella bebida que se obtiene por fermentación alcohólica (por levaduras) de jugos frutales u otras materias con alta cantidad de azúcares, y tiene un contenido de alcohol mínimo del 7% (v/v a 20°C). Prácticamente todo el vino se produce a partir de la uva (cuyo nombre científico es *Vitis vinifera*). Es por ello que la denominación **vino** se refiere al producto resultante de la fermentación del jugo de uva.

En los vinos no fortificados, el contenido final de alcohol varía entre el 8 y el 14%. En los vinos fortificados, como el jerez, el contenido de alcohol puede alcanzar el 20%. En estos casos, esa concentración del alcohol se logra con el agregado de bebidas alcohólicas destiladas como el brandy.

La fabricación de vino existe en cada lugar del mundo donde se puedan cultivar vides de manera económicamente favorable. Entre los países con mayor producción de vino se encuentran Italia, Francia, Argentina, España, Portugal y Estados Unidos.

### La historia del vino

Los historiadores creen que, probablemente, el vino fue descubierto accidentalmente en el área fértil entre el Nilo y el Golfo Pérsico entre los años 4000 y 3000 a.C. Las culturas antiguas estaban familiarizadas con las uvas, según demuestran dibujos en las paredes de cavernas ancestrales. Los historiadores creen que las uvas fermentaron en una primera etapa por accidente, debido a las levaduras que debían estar presentes en la piel de las uvas almacenadas.

Alrededor del año 3000 a.C., los egipcios y los persas parecían tener métodos sencillos para la fabricación del vino. Los egipcios crecían las uvas en la zona fértil próxima al río Nilo, y preparaban un vino blanco con la variedad de uva que hoy se conoce como uva Muscat de Alejandría. Estrujaban y fermentaban las uvas en grandes tinajas, y atribuían la bebida resultante al Dios Osiris, por lo que era utilizada en los rituales funerarios. En Persia, también creían que el vino era un regalo divino. De todas formas, se cree que los fenicios, maestros de la navegación, fueron el pueblo responsable de esparcir las técnicas para preparar el vino por toda la región Mediterránea y eventualmente Europa, conjuntamente con el conocimiento de la fabricación del vino.

Mientras que el vino era popular en Roma, estaba prohibido por el Islam, y por ende las áreas bajo control musulmán, como el sur de España, norte de África y norte de India, dejaron de producirlo. En cambio, la fabricación de vino prosperó enormemente con la Iglesia Católica y con ella en la Europa cristiana. Eventualmente, la práctica se extendió a Inglaterra. Los monjes cristianos de Francia y norte de Italia guardaron registros de sus prácticas relacionadas con el cultivo de la vid y la fabricación del vino. Los mismos ayudaron a varias regiones a encontrar las mejores variedades de uva para sus tierras, y gracias a ello, para el año 1800 d.C. Francia sería reconocida como la mejor región productora de vino del mundo.

Pero, no solo en Europa se producía vino. La viticultura chilena comienza en el siglo XVI, la surafricana en el siglo XVII, la estadounidense en el XVIII y la australiana en el siglo XIX. La tradición de los vinos franceses llegó a América junto con los españoles, que transportaban durante la Conquista las especies vegetales más importantes para ellos: la higuera, el olivo y la vid. A la Argentina la vid llegó desde Chile junto a los primeros colonizadores.



**Anforas de arcilla horneadas al sol en Ica, Perú.**

Fuente: <http://www.lifeinitaly.com/wines/history.asp>  
En América, antes de la llegada de los españoles, se empleaban estas grandes ánforas de arcilla para preparar distintas bebidas alcohólicas basadas en maíz, muelle, y otros (figura 1). En épocas de la conquista y desde las primeras cosechas de la vid, la extracción de los mostos o jugos de uva se depositaron en ese tipo de vasijas.

Durante la primera mitad del siglo XX, los conflictos políticos y las guerras afectaron la viticultura y la fabricación de vino, incluyendo la adulteración, el fraude y la sobreproducción, problemas controlados parcialmente a partir de 1930. Para la segunda mitad del siglo XX, se observaron grandes avances tecnológicos tanto en el cultivo de la vid como en la fabricación del vino, junto con la globalización de su producción, aumentando la variedad y la calidad de la oferta.

## El proceso de la fermentación

Antes de los descubrimientos de Luis Pasteur vinculados con la presencia de microorganismos, se interpretaba la fermentación como un proceso de descomposición espontánea del mosto (producto del prensado de la uva). Hoy se sabe que esta labor de transformar el azúcar del jugo de la uva en alcohol y otras sustancias, la realizan las levaduras, microorganismos formados por una sola célula. Cuando las condiciones en bodega son óptimas las levaduras comienzan a reproducirse, y en ausencia de oxígeno transforman los azúcares por un proceso fermentativo.

La fermentación es el proceso mediante el cual las células obtienen energía de los nutrientes en ausencia de oxígeno, es decir, de manera anaeróbica. Existen diferentes tipos de fermentación, según el organismo que la realiza:

fermentación láctica: la realizan bacterias y se emplean industrialmente durante la fabricación del yogurt, y de otros lácteos. También ocurre la fermentación láctica en las células musculares que deben actuar y no tienen suficiente suministro de oxígeno.

fermentación alcohólica: realizada por células eucariotas y procariontes. En el caso de la fabricación de bebidas alcohólicas, el proceso es realizado por levaduras. En ambientes ricos en azúcares como la mayoría de los jugos de frutas y néctares, las levaduras pueden llevar a cabo también el proceso de respiración celular por el cual obtienen energía en presencia de oxígeno. El cambio de metabolismo aeróbico a anaeróbico es crucial, por lo que se debe tener mucho cuidado, al fabricar bebidas alcohólicas, para asegurar que el aire no ingrese al tanque de fermentación.

El proceso de la fermentación se puede representar mediante la siguiente ecuación:

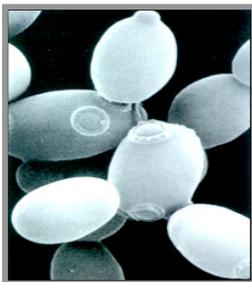


Durante la

fermentación alcohólica, y como lo indica la ecuación, se libera energía (proceso exotérmico). Por ello es necesario controlar la temperatura en la producción del vino, porque si supera los 25-30°, se inhibe el crecimiento de las levaduras, y por ende la fermentación. Otro de los compuestos obtenidos durante la fermentación es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que provoca burbujeo y un aroma característico durante la fermentación.

## Tipos de levaduras

Hay dos tipos de levaduras que se utilizan en la fabricación del vino:



- las levaduras "salvajes", que están presentes naturalmente en el campo y en la fruta, y que son transferidas al jugo,
- la levadura del vino cultivada, de la especie *Saccharomyces cerevisiae* que es adicionada al jugo de uva para comenzar la fermentación.

Microscopía electrónica de *Saccharomyces cerevisiae*. Fuente: <http://www.torinoscienza.it/>

Una diferencia importante entre estos dos tipos de levaduras es

---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.

su tolerancia al alcohol. La mayoría de las levaduras salvajes puede tolerar un 4% de alcohol, y cuando durante el proceso de fabricación se alcanza esta concentración, la fermentación se detiene. En cambio, las levaduras provenientes de cultivos pueden llegar a tolerar hasta un 14% de alcohol antes de que su crecimiento se detenga completamente. Además de la baja tolerancia al alcohol, las levaduras salvajes no producen algunos de los compuestos aromáticos deseables para el producto final, y por ello la presencia y el crecimiento de las levaduras salvajes durante la fermentación es indeseado.

### La fabricación del vino

Todas las operaciones mediante las cuales se transforma la uva en vino se denominan "vinificación". En términos generales, aunque los sistemas difieren de un lugar a otro y según se trate de uvas blancas o tintas, consta de las siguientes etapas:

- Estrujado o prensado: obtención del líquido de la uva, o mosto. Las uvas son prensadas en una máquina, obteniéndose un jugo denominado *mosto*. Dependiendo de las uvas utilizadas y de cómo se procesa el mosto, se puede obtener vino blanco o tinto. El **vino blanco** es aquel producido a partir de uvas blancas, o a partir del jugo de uvas rojas a las cuales se les removi6 la piel con los pigmentos. En cambio, cuando se produce **vino tinto**, se deja la pulpa (piel, semillas y restos de tallo) durante la fermentación. Aparte de la diferencia en color, el vino tinto tiene un sabor más intenso y fuerte que el blanco, debido a la presencia de grandes cantidades de compuestos denominados *taninos*, extraídos desde la piel hasta el jugo durante la fermentación. El mosto es enviado a tanques donde se produce la fermentación.

Fermentación alcoh6lica: Durante los primeros estadios, hay presencia de aire en el líquido favoreciendo un rápido crecimiento aer6bico de las levaduras. Una vez que el aire es consumido, comienzan las condiciones anaer6bicas y con ellas la producción de alcohol. La fermentación puede llevarse a cabo en cubas o tanques construidos con roble, cemento, piedra o metal. Un parámetro muy importante durante la fermentación es la temperatura, ya que el calor producido durante la fermentación puede impedir el crecimiento de las levaduras. Por esto, la temperatura debe mantenerse por debajo de los 29°C, y eso se logra mediante el uso de tanques a través de los cuales se hace circular agua fría. El fermentador es llenado con mosto hasta completar el 80-90% de su capacidad, dejando un espacio para la espuma que se formará durante la fermentación. En su parte superior se colocan "válvulas de fermentación" que permiten liberar el dióxido de carbono producido por la fermentación y, a la vez, impedir la entrada de oxígeno y de otros microorganismos. En el caso de un vino tinto, luego de 3-5 días de fermentación, la extracción de taninos y color de la piel y otros restos (pulpa) ya es suficiente, por lo que el vino es trasvasado a otro tanque para seguir fermentando una o dos semanas más. Además del azúcar, otras sustancias presentes en el mosto son transformadas por acción de los microorganismos presente durante el proceso de fermentación. Algunos microorganismos aerobios presentes durante el desarrollo de la uva y en las etapas iniciales de la fermentación, pueden producir compuestos indeseables, como acetaldehído, perjudicando las características finales del producto. Para evitarlo, en

---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.

muchas bodegas, se suele eliminar las levaduras salvajes presentes en el mosto mediante el agregado de dióxido de sulfuro (en las etiquetas suele denominarse “sulfitos”). La levadura del vino cultivada que se adiciona durante la elaboración del vino es resistente a tales niveles de dióxido de sulfuro.

- Separación del vino, Clarificación, Filtración, Estabilización: el vino es separado del sedimento que contiene levaduras y precipitados orgánicos, para luego ser almacenado a una temperatura menor (tratamiento en bodega) para el proceso de añejado, desarrollo del sabor y mayor clarificación. El agregado de algunos compuestos como caseína o procesos de filtrado a través de tierra de diatomeas y otros, conducen a la *clarificación* final (otorgándole un aspecto translúcido y brillante).
- Maduración. El envejecimiento del vino en barricas, o maduración, provoca cambios significativos del vino en su desarrollo hacia la madurez. Es importante el tiempo y el tipo de madera de los toneles. El tratamiento en bodega (añejamiento) es un paso muy importante en la elaboración del vino. Puede durar varios años en condiciones de baja temperatura (10-15°C) en ausencia de oxígeno. Durante el añejamiento, ocurren en el vino cambios químicos complejos, incluyendo la reducción de compuestos amargos, mejorando así el sabor y el aroma, características conocidas como *bouquet*, además de generarse compuestos que ayudan a su conservación y estabilización.
- Embotellado. Por último, el vino es embotellado para mayor añejamiento o para su venta. El vino tinto es usualmente añejado por varios años luego del embotellamiento, a diferencia del vino blanco que usualmente es vendido sin realizar dicho proceso.



**Fermentadores y Toneles.** A la izquierda se observan los tanques de fermentación, construidos en metal en este caso. A la derecha, se observan las barricas o toneles construidos en madera (roble, etc.) para la etapa de tratamiento en bodega (añejamiento). Tomado de <http://www.familiabarberis.com/>

### Diferentes clases de vino

Existen muchas clases de vinos, que varían en su calidad y características:

- **Vinos secos**: en los cuales la fermentación de los azúcares es casi completa
- **Vinos dulces**: se obtienen debido a que parte del azúcar permanece sin fermentar, o se agrega exógenamente.
- **Vinos fortificados**: se les agrega una cantidad extra de alcohol, que puede provenir de un brandy u otra bebida alcohólica luego de la fermentación, alcanzando un porcentaje de alcohol del 14 al 23%. El jerez es el más conocido y más popular

---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



de los vinos fortificados. El Vermouth es un vino aromático al cuál se le han adicionado determinadas hierbas. Los aperitivos, bebidas que se toman antes de las comidas, se incluyen dentro de los vinos aromáticos.

- **Vinos espumantes:** son aquellos que contienen una cantidad considerable de dióxido de carbono, debido a una fermentación final por levaduras en la botella. Un ejemplo es el champagne.

### Producción de vinos espumantes

La elaboración del champán o vinos espumantes comienza con una fermentación similar a la del vino, pero se utiliza como mosto el primer producto de aspecto claro obtenido luego del estrujado. El mismo es pobre en nitrógeno, taninos y fosfatos, dificultando el crecimiento de bacterias y permitiendo el de levaduras. La fermentación continúa hasta alcanzar un porcentaje de alcohol entre el 9 y 11%, allí se interrumpe por agregado de sulfitos, y se vuelve a filtrar. A continuación se agrega entre un 2-5% de azúcar en forma de jugo de uva concentrado y, por el adición de levaduras especiales para champán, se lleva a cabo una nueva fermentación en botellas de vidrio con paredes gruesas cerradas, o en tanques metálicos resistentes a la presión. Estas nuevas levaduras pueden fermentar incluso a altas concentraciones de alcohol y dióxido de carbono disuelto.

El champán de consumo corriente se fermenta en tanques cerrados a presión, cuya temperatura se ajusta mediante refrigerantes. Es posible lograr una fermentación a gran escala si se controlan temperatura y presión. El proceso culmina con un enfriamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$ , se añaden diferentes de licor (“dosificación”), se filtra bajo presión de dióxido de carbono y se embotella automáticamente.

El champán de calidad se fermenta en botellas, a pesar que el procedimiento es más laborioso porque requiere llenar las botellas con el vino filtrado, azucarado e inoculado, dejándolas fermentar y manipulándolas individualmente. La fermentación ocurre a temperaturas bajas, alrededor de  $10^{\circ}\text{C}$ , para evitar que la presión sea demasiado elevada y haga estallar las botellas; y dura aproximadamente 2 semanas. Luego se giran las botellas para lograr que las levaduras se depositen en el corcho, para posteriormente sumergir el cuello de las botellas en un baño frío favoreciendo la formación de una capa de hielo sobre el corcho que engloba las levaduras. Finalmente el corcho se elimina junto con las levaduras, se añaden cantidades diferentes de licor (en función del sabor que se quiera conseguir), proceso denominado “dosificación” con un contenido de azúcar del 1-5% y se vuelve a colocar un nuevo corcho.



## CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

En ediciones anteriores de El Cuaderno se ha explicado detalladamente qué es la biotecnología, y qué diferencias existen entre la Biotecnología tradicional y la moderna. En este Cuaderno se ha elegido un ejemplo concreto de biotecnología tradicional que ha estado relacionado al ser humano desde tiempos remotos: la fabricación del vino.

Uno de los aspectos fundamentales para trabajar a partir de este tema es la idea de que la intervención del hombre sobre la naturaleza no es exclusiva de estos tiempos modernos, ni que comenzó a partir de la biotecnología moderna en las últimas décadas. El hombre siempre ha intervenido sobre la naturaleza, y ha hecho uso de microorganismos, aun sin saberlo, para beneficio propio. La biotecnología moderna y los conocimientos que se adquirieron acerca de los mecanismos que emplean los microorganismos, u otros seres vivos, sus funciones y genomas, no hizo más que mejorar y complementar esas técnicas tradicionales, y lograr un mayor control sobre las reacciones involucradas y los productos finales.

También es interesante trabajar con los alumnos el contacto permanente que tiene el ser humano con los microorganismos, los beneficiosos y los perjudiciales. Por ejemplo, la levadura que se compra en los comercios no suele asociarse con los seres vivos, especialmente por el hecho de que se conservan durante mucho tiempo en las góndolas y no tiene “aspecto de ser vivo”. Es interesante realizar experiencias a partir de esos productos comerciales, identificar las levaduras con los seres vivos y sus funciones y características, conocer su forma a través del microscopio, e identificar mediante reacciones los productos de la respiración o fermentación (ver Actividades sugeridas en el Cuaderno N° 53) . Se sugiere también realizar la Actividad 3, sugerida en el Cuaderno N° 13, referida a la fabricación del pan. En este caso, se sugiere trabajar con los alumnos cómo a partir de un mismo proceso de fermentación realizado por el mismo tipo de levadura se obtienen productos tan diferentes como el pan y el vino, según el sustrato empleado y los productos que el hombre aprovecha en cada proceso de elaboración. En este caso en particular, el etanol (en las bebidas alcohólicas) y el dióxido de carbono (en el pan).

Otro aspecto interesante para mencionar con los alumnos es el hecho de que algunos de los alimentos en cuya elaboración intervienen microorganismos, contienen estos organismos en su producto final, en algunos casos están vivos y en otros no. De cualquier forma, los componentes de estos microorganismos ingresan al sistema digestivo y pueden ser digeridos como otros productos provenientes de vegetales o de animales. Este es un aspecto interesante para trabajar, especialmente al hacer referencia a la biotecnología tradicional que no emplea técnicas de ingeniería genética, ya que el rechazo al “consumo de genes extraños” se atribuye a los productos transgénicos. Sin embargo, la alimentación en sí misma implica el consumo de células y genes de otros organismos (transgénicos o no transgénicos), que el sistema digestivo degrada y aprovecha para la obtención de materia y energía en el organismo (nutrición).



La Actividad 3 propone un **Trabajo de investigación**. El trabajo de investigación no resulta sencillo para los alumnos, e implica ciertas pautas que el docente debe trabajar previamente para que sea productivo:

- **Fuentes de información:** se debe ayudar a los alumnos a seleccionar fuentes de información que resulten confiables. Por ejemplo, aquellas que provienen de universidades, institutos de investigación, industrias reconocidas, productores o investigadores especialistas en el tema.
- **Conocimiento del tema:** los alumnos deben tener una primera aproximación del tema, a partir de una clase con el docente, para que puedan conocer los conceptos básicos y, a partir de ellos, comprender y aprovechar otras fuentes de información.
- **Diseño de preguntas:** antes de acudir a la fuente de información los alumnos deben diseñar una lista de preguntas o cuestiones que les interesaría averiguar. Estas preguntas deben estar correctamente planteadas, para lo cual se sugiere la revisión del docente. A continuación se sugiere algunas preguntas guía que podrían ayudar en este tema particular.
- **Lectura y análisis de la información:** los alumnos deben leer diferentes fuentes de información y seleccionar la información que les resulta clara y precisa. La información que vuelcan en su trabajo no debe ser una mera repetición o copia de conceptos extraídos de las fuentes, sino que debe reflejar un proceso de elaboración, comprensión y expresión de los alumnos.
- **Presentación de los resultados:** los alumnos deben organizar la información de manera escrita, con texto e ilustraciones, y presentar el trabajo escrito y una presentación oral. Es importante la presentación desde el aspecto formal y desde lo organizativo. Los resultados deben evidenciar el trabajo de investigación y la comprensión del tema, expresado mediante un lenguaje claro y acorde al nivel de los alumnos.
- **Conclusiones del trabajo:** un aspecto fundamental de todo trabajo de investigación o experimentación son las conclusiones a las que llegan los alumnos. Las conclusiones no deben ser una repetición de los conceptos aprendidos, sino que deben reflejar los logros y dificultades con las que se encontraron los alumnos durante la investigación, ya sea desde el punto de vista conceptual como metodológico.

## CONCEPTOS RELACIONADOS

Seres vivos, estructura y funciones. Microorganismos, estructura y funciones.  
Respiración celular. Fermentación. Industria alimenticia. Biotecnología tradicional.

## Actividades

### Actividad 1. Repaso de conceptos

Responder Verdadero o Falso a las siguientes afirmaciones. Justificar.

---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- a) La biotecnología tradicional emplea microorganismos en la producción de alimentos. Rta. verdadero. En el caso del vino, del pan, del queso y yogurt emplea microorganismos (levaduras y bacterias).
- b) La fermentación del jugo de uva sólo puede ocurrir con el agregado de levaduras comerciales. Rta.: Falso. En la fruta cosechada hay levaduras presentes que, si se dan las condiciones adecuadas, van a fermentar. No son de interés en la fabricación industrial de vino ya que toleran poca concentración de alcohol y, a veces, llevan a cabo transformaciones metabólicas no deseadas para el producto final.
- c) La producción de CO<sub>2</sub> es resultado de la fermentación láctica. Rta.: Falso. La producción de CO<sub>2</sub> es resultado de la fermentación alcohólica.
- d) La fermentación láctica es el proceso involucrado en la fabricación del pan. Rta.: Falso. La fermentación que ocurre durante la fabricación del pan es la alcohólica, y el levado de las masas es resultado de la producción de CO<sub>2</sub>, un subproducto de dicha fermentación.
- e) La producción de vinos fortificados se logra con fermentaciones posteriores para aumentar el porcentaje de alcohol. Rta.: Falso. El incremento en el porcentaje de alcohol en tales vinos se logra por el agregado de bebidas alcohólicas destiladas, ya que las levaduras ven inhibido su metabolismo a concentraciones de alcohol tan elevadas.
- f) La presencia de oxígeno durante el proceso de fermentación en la fabricación del vino es indispensable. Rta.: Falso. La presencia de oxígeno es necesaria en la primer etapa del proceso para favorecer la multiplicación de las levaduras y su crecimiento, pero solamente cuando se agota dicho gas puede comenzar el proceso de fermentación y con el la producción de alcohol.

## **Actividad 2. Novedades en biotecnología moderna**

Fuente: Novedades del sitio [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org/) / <http://www.argenbio.org/h/novedades/index.php?id=3296>

El objetivo de esta actividad es presentar otros posibles usos de las levaduras en beneficio del hombre, a partir de técnicas de ingeniería genética (biotecnología moderna).

### **“Levaduras que producen más etanol, y más rápido”**

“Un grupo de investigadores del MIT modificó genéticamente levaduras para mejorar la velocidad y eficiencia del proceso de producción de etanol. Usado actualmente como un aditivo de la gasolina para mejorar su combustión, el etanol se propone como uno de los sustitutos del petróleo. Pero hay ciertos obstáculos en la obtención del etanol, como por ejemplo, que los niveles altos de este alcohol resultan tóxicos para las levaduras que lo producen. Manipulando el genoma de las levaduras, lograron una nueva cepa capaz de tolerar niveles muy altos de etanol, y que además lo produce mucho más rápido. Esta vez los investigadores modificaron la información genética correspondiente a factores de transcripción, proteínas que a su vez controlan la fabricación de proteínas a partir de otros genes, en este caso, los involucrados en la tolerancia al etanol. El uso de esta cepa podría impactar en gran medida la producción industrial de etanol.”

---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Preguntas para analizar el texto:

a) ¿A qué industria beneficia este adelanto científico?

Rta.: a la industria de los biocombustibles, ya que el objetivo original es poder producir, a partir de sustratos fermentables como los azúcares presentes en la caña de azúcar y otros, grandes cantidades de etanol

b) ¿Cuál era la limitación que impulsó el desarrollo de estas nuevas cepas de levaduras?

Rta.: la tolerancia limitada que las levaduras tienen al alcohol, por lo que alcanzado cierto porcentaje del mismo, el metabolismo de dichos microorganismos se ve inhibido.

c) ¿Cómo se le ocurre que este desarrollo podría impactar en la industria del vino?

Rta.: Se ha descrito en el texto que los vinos fortificados y las bebidas alcohólicas destiladas tienen un alto porcentaje de alcohol, más del que las levaduras pueden tolerar, por lo que se deben realizar procedimientos accesorios para alcanzarlo, encareciendo los costos y añadiendo pasos extra al proceso. Si la misma modificación que propone este artículo pudiera realizarse en las levaduras empleadas para la fabricación del vino, podrían alcanzarse mayores porcentajes de alcohol sin necesidad de etapas adicionales.

d) En qué se diferencia un proceso de biotecnología moderna, como el que expone este artículo, con uno de biotecnología tradicional. Rta. al diferencia radica básicamente en que las levaduras se modifican de manera controlada por técnicas de ingeniería genética para que produzcan los beneficios buscados. Esto, en lugar de buscar y seleccionar artificialmente un tipo de levadura que posea este tipo de característica beneficiosa, lo que podría ser más lento e infructuoso.

### **Actividad 3. Trabajo de investigación**

Se propone a los docentes guiar a los alumnos en un trabajo de investigación acerca de “La Industria vitivinícola en Argentina”.

**Nota:** Se recomienda al docente leer previamente las pautas presentadas en las Consideraciones Metodológicas, acerca de los aspectos fundamentales a trabajar con los alumnos acerca de la Investigación para que resulte productiva.

A continuación se sugieren algunas preguntas guía que podrían resultar útiles en este tema:

- ¿Cuáles son las zonas productoras de vinos más importantes en nuestro país?
- ¿Cuáles son las variedades de uvas de mayor relevancia en la industria argentina?
- ¿Qué características presenta el proceso de producción del vino?
- ¿Qué tipos de vino se producen preferentemente? ¿Por qué?
- ¿En qué situación se encuentra Argentina en cuanto a producción de vino a nivel mundial?
- ¿Es una industria con altos niveles de exportación? ¿A qué países?
- ¿Cómo es el consumo interno de vinos?

Una de las fuentes que se sugiere consultar es: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/vinos\\_04/vinos\\_04.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/vinos_04/vinos_04.htm)

---

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



## Material de consulta

- Los microbios al servicio del hombre. La Ciencia para todos. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. México.  
[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/43/html/sec\\_8.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/43/html/sec_8.html)
- Vinos al Mundo. Noticias de Argentina y del mundo sobre vinos.  
[http://www.vinosalmundo.com/ver\\_articulo.asp?id=106](http://www.vinosalmundo.com/ver_articulo.asp?id=106)
- Fermentación alcohólica. Práctica de laboratorio. Sitio español de prácticas y pasatiempos en temas de biología, bioquímica, y citología.  
[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/concurso2001/accsit\\_4/fermentacion.html](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/concurso2001/accsit_4/fermentacion.html)
- Vinos. Análisis de cadena alimentaria. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Dirección Nacional de Alimentación. Ministerio de Economía. Argentina.  
[http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/vinos\\_04/vinos\\_04.htm](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/vinos_04/vinos_04.htm).
- Brock. "Biology of Microorganisms", 8va. Edición y siguientes. Editorial Prentice Hall 1997.