



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

EL SUEÑO DE LA LEVADURA MULTIPROPÓSITO

Página 12

futuro

Sábado, 15 de diciembre de 2012

El sueño de la levadura multipropósito

Por Jorge Fornó

Al igual que los programadores a sus circuitos electrónicos de computadores, los biotecnólogos sueñan con construir sistemas biológicos a medida. Una disciplina en auge, la biología sintética, trata entre sus objetivos generar organismos que actúen como verdaderos fábricas biológicas. Es decir que a partir de pequeños cambios en su configuración genética puedan convertirse en herramientas para múltiples propósitos, que van desde la fabricación de medicamentos a la bioremediación de ambientes contaminados.

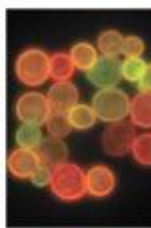
En este terreno las levaduras son actualmente las estrellas de moda. Pertenecientes a la humanidad desde hace siglos en la producción de bebidas, y siempre presentes en la cocina familiar y en panaderías y pastelerías, algunos especies de este género de hongos -clasificados científicamente como "Saccharomyces"- han despertado en los últimos tiempos el interés de un variado grupo de investigadores. Así, en la cocina de la biología sintética también las levaduras se han convertido en ingredientes estrella.

A decir verdad, estos hongos constituyen seres atractivos de natura para que los biólogos sintéticos se interesen en conocerlos íntimamente -científicamente hablando, claro- los secretos de sus genes. Para empezar, las células son eucariotas, por lo que tienen su información genética guardada dentro de una estructura celular bastante robusta. Además que las diferencias de los factores, y que los genes -aunque situados en distantes- e organismos más complejos, como por ejemplo los seres humanos. Pero eso no es todo, el de la información genética se trata. El ADN de las células eucariotas tiene la particularidad de encontrarse asociado a unas proteínas propias del núcleo celular, formando un complejo conocido como cromatina. Así los genes, si bien los científicos conocen bastante como para operar y efectuar cambios sobre el ADN de las bacterias, en el caso de las levaduras la cuestión se hace mucho más compleja.

[LAS LEVADURAS EN SU SITIO \(WEB\)](#)

Conocer un genoma, aun de organismos aparentemente simples, es una labor que tiene sus límites. Para facilitar, secuenciar y ordenar, la biología sintética no está sola sino que cuenta con la ayuda de las formidables capacidades de procesamiento que ofrece la informática moderna.

El secuenciamiento del genoma completo de la especie *Saccharomyces cerevisiae* -la tan conocida levadura de cerveza- fue patrocinado por la Unión Europea e involucró a una cadena de laboratorios. El trabajo duró cuatro años y permitió que para 2006 se conociera a fondo toda la información genética de la levadura y que esa información sea de acceso público. En más, la levadura de cerveza goza de tanta popularidad entre los científicos que hasta tienen un sitio de Internet: <http://www.pirbright.ac.uk>



La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, levadura de la cerveza, manipulada con genética.

REFERENCIA: 1ACH113

Los retos de la salud y la alimentación

Sábado, 15 de diciembre de 2012

El sueño de la levadura multipróposito

Por Jorge Forno

Así como los programadores y usuarios avanzados de computadoras aman las aplicaciones versátiles y configurables, los biotecnólogos sueñan con construir sistemas biológicos a medida. Una disciplina en auge, la biología sintética, tiene entre sus objetivos generar microorganismos que actúen como verdaderas fábricas biológicas. Es decir que a partir de pequeños cambios en su configuración genética puedan convertirse en herramientas para múltiples propósitos, que van desde la fabricación de medicamentos a la biorremediación de ambientes contaminados.

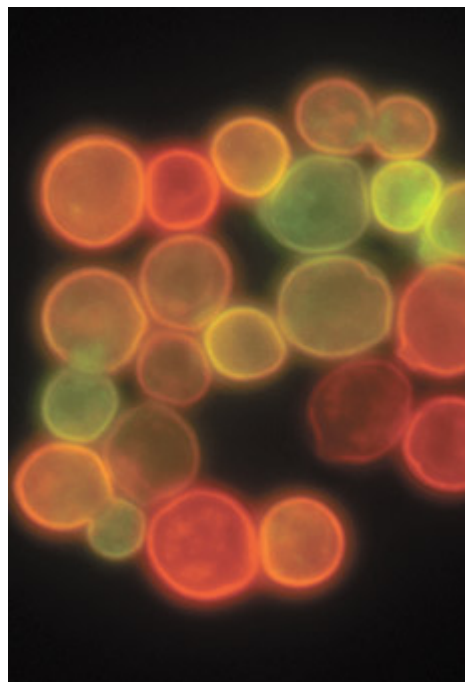
En este terreno las levaduras son actualmente las estrellas de moda. Fieles compañeras de la Humanidad desde hace siglos en la producción de bebidas, y siempre presentes en la cocina familiar y en panaderías y pastelerías, algunas especies de este género de hongos –bautizado científicamente como *Saccharomyces*– han despertado en los últimos tiempos el interés de un variopinto grupo de investigadores. Así, en la cocina de la biología sintética también las levaduras se han convertido en ingredientes infaltables.

A decir verdad, estos hongos unicelulares tienen atractivos de sobra para que los biólogos sintéticos se interesen en conocer íntimamente –científicamente hablando, claro– los secretos de sus genes. Para empezar, sus células son eucariotas, por lo que tienen su información genética guardada dentro de una estructura celular llamada núcleo. Asunto que las diferencia de las bacterias, y que las semejan –aunque salvando visibles distancias– a organismos más complejos, como por ejemplo los seres humanos. Pero eso no es todo si de la información genética se trata. El ADN de las células eucariotas tiene la particularidad de encontrarse asociado a unas proteínas propias del núcleo celular, formando un complejo conocido como cromatina. Así las cosas, si bien los científicos conocen bastante como para operar y efectuar cambios sobre el ADN de las bacterias, en el caso de las levaduras la cuestión se hace mucho más compleja.

LAS LEVADURAS EN SU SITIO (WEB)

Descifrar un genoma, aun de organismos aparentemente simples, es una labor que tiene sus bemoles. Para localizar, secuenciar y ordenar, la biología sintética no está sola sino que cuenta con la ayuda de las formidables capacidades de procesamiento que ofrece la informática moderna.

El secuenciamiento del genoma completo de la especie *Saccharomyces cerevisiae* –la tan conocida levadura de cerveza– fue patrocinado por la Unión Europea e involucró a una centena de laboratorios. El trabajo duró cuatro años y permitió que para 1996 se conociera a fondo toda la información genética de la levadura y que esa información sea de dominio público. Es más, la levadura de cerveza goza de tanta popularidad entre los científicos que hasta tienen un sitio de Internet: <http://www.yeastgenome.org>. La



La famosa *saccharomyces cerevisiae*, levadura de la cerveza, marcada con proteínas fluorescentes.

web se presenta como un lugar que reúne la información biológica sobre la *Saccharomyces cerevisiae*, y además provee herramientas de búsqueda y análisis para “comprender las relaciones funcionales entre secuencia y productos de genes en hongos y organismos superiores”.

GENES A MEDIDA

Cambiar las instrucciones del código genético para que una célula modificada haga lo que los científicos quieren que haga implica aplicar engorrosas técnicas como la introducción de múltiples inserciones, sustituciones o eliminaciones en el ADN. En las últimas décadas se han logrado producir verdaderas fábricas de sustancias, modificando parcialmente el genoma de bacterias. Un caso rutilante –pero no el único– es el de la bacteria *Escherichia coli* modificada para producir insulina. Cortar y pegar es un buen método para agregar genes funcionales, utilizado en este y otros casos exitosos de la biotecnología.

Otro tema es fabricar un trozo del genoma de un organismo vivo y que este sea funcional. Y además que la célula receptora sobreviva al experimento. Un hallazgo en ese terreno conmocionó al mundo en mayo de 2010 cuando un equipo liderado por el científico y empresario Craig Venter logró insertar un genoma bacteriano sintetizado químicamente en otra bacteria del mismo género (*Mycoplasma*), pero de distinta especie. Algo así como un trasplante de material genético, que permitió que la bacteria receptora restableciera sus funciones vitales. Esta bacteria, pomposa y erróneamente bautizada como la primera bacteria artificial logró replicarse formando colonias a partir las instrucciones del material genético insertado sin dejar rastros de las proteínas de la célula original, utilizando un genoma construido en el laboratorio y generado por un potente programa informático.

LAS MANOS EN LA MASA

En 2011, las levaduras protagonizaron una de las noticias más importantes acerca de la biología sintética. Un equipo de la Facultad de Medicina de la Universidad Johns Hopkins, de los EE.UU.; publicó en la revista *Nature* un artículo en el que anunciaba que había sintetizado un fragmento artificial de un cromosoma de levadura, y que era funcional al incorporarse al organismo vivo. Este fragmento de cromosoma sintético no tenía programada ninguna función específica, pero haber conseguido la fabricación íntegra del fragmento en el laboratorio era todo un avance. Con el perfeccionamiento de la técnica utilizada, podría construirse en el futuro un genoma completo de levadura totalmente optimizado para múltiples propósitos.

En boca de algunos economistas de triste fama, las características de este genoma darían miedo, ya que los investigadores hablan de racionalidad y flexibilidad como premisas básicas a la hora de diseñarlo. Por suerte, los científicos no se refieren a recortes salariales o de puestos de trabajo, sino a recortar fragmentos de información genética que no son imprescindibles para la existencia de la levadura, y reemplazarlos por otros que tengan utilidad para los fines humanos. El diseño se hizo con un sistema informático que permite dejar marcas bioquímicas y programar modificaciones a medida para explorar en el futuro nuevas funciones sobre el fragmento cromosómico.

El trabajo publicado en *Nature* el año pasado abrió una puerta gigantesca al diseño del genoma en organismos complejos –la bacteria de Venter tenía un solo gen y la levadura dieciséis– y además a posibles aplicaciones muy prometedoras. Las levaduras son viejas conocidas de la industria por uso en los procesos de fermentación.

Para los panaderos, una levadura multipropósito es la que funciona de maravillas tanto para masas dulces como saladas. En el campo de la biología sintética la cosa es bastante más complicada y estas levaduras modificadas jugarían en las grandes ligas industriales para la fabricación de vacunas, medicamentos y productos para el cuidado del ambiente. Y lo harían contando con decisivas ventajas sobre las bacterias modificadas genéticamente ya que las levaduras carecen de patogenicidad y son más fáciles de aislar y menos proclives a sufrir cambios genéticos naturales por mutaciones.

¿PÚBLICO O PRIVADO?

En relación con la capacidad de programar el genoma de la levadura también se están amasando formidables negocios. Para pasar de la teoría a la práctica, a principios de 2012 un consorcio de laboratorios privados y públicos comenzó a trabajar en la síntesis de un brazo de cromosoma de levadura multipropósito totalmente funcional y configurable. En agosto pasado, un laboratorio privado que fabrica una amplia gama de productos biológicos y medicinales anunció que aportará una batería de costosas herramientas biotecnológicas para lograr este cometido. Según el comunicado dado a conocer por el laboratorio Genscript, el Proyecto de Síntesis del Genoma de Levadura tendrá como objetivo final “generar un organismo modelo ideal y diseñar un sistema biológico sintético para la producción de fármacos, combustibles y otros materiales”.

La carrera por obtener innovaciones a partir de la síntesis del genoma de la levadura no sólo impacta en el ámbito científico sino también en el mundo de los negocios. En ese juego de intereses, Genscript y las empresas de Craig Venter no están solas. Muchos laboratorios dedicados a la biología sintética aspiran a lograr patentes de alto rendimiento económico en el corto plazo. Todo un debate sobre la propiedad del conocimiento que día a día acrecienta su vigencia, casi tanto como la levadura en los asuntos culinarios.



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Ficha de catalogación

Título:	El sueño de la levadura multipropósito	
Autor:	Jorge Forno	
Fuente:	<i>Página 12</i> (Argentina)	
Resumen:	La utilidad de las levaduras en los procesos de fermentación es bien conocida en panaderías e industrias relacionadas con la producción de algunas bebidas. Pero quizá también puedan ser útiles para muchas más cosas. Diversas investigaciones en biología sintética han demostrado que tienen ventajas sobre las bacterias como laboratorios en los que producir vacunas, medicamentos y otros productos. La posibilidad de modificar su material genético y adaptarlo a diversas necesidades humanas abre un interesante campo de investigación e innovación.	
Fecha de publicación:	15/12/12	
Formato	☐	Noticia
	☒	Reportaje
	☐	Entrevista
	☐	Artículo de opinión
Contenedor:	☒	1. Los retos de la salud y la alimentación
	☐	2. Los desafíos ambientales
	☐	3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía
	☐	4. La conquista del espacio
	☐	5. El hábitat humano
	☐	6. La sociedad digital
	☐	7. Otros temas de cultura científica
Referencia:	1ACH113	



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Actividades para el alumnado

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre la levadura multipropósito:

1. Las levaduras no son un descubrimiento reciente, se vienen usando desde hace siglos para la producción de algunos alimentos y bebidas.	V	F
2. Saccharomyces es el nombre de una especie de levadura.	V	F
3. Las células de las levaduras no tienen núcleo.	V	F
4. Las bacterias no tienen núcleo.	V	F
5. En el núcleo de las células eucariotas no hay ninguna proteína.	V	F
6. Aún no se ha secuenciado el genoma completo de la levadura de la cerveza.	V	F
7. La Escherichia coli es un tipo de levadura que ha sido genéticamente modificada para producir insulina.	V	F
8. En 2011 se consiguió sintetizar un fragmento artificial de un cromosoma de levadura.	V	F
9. Las levaduras son buenas candidatas a ser modificadas genéticamente porque son fáciles de aislar y menos proclives a las mutaciones naturales que las bacterias.	V	F
10. Las patentes a partir de la síntesis del genoma de la levadura pueden resultar un gran negocio.	V	F

2. ¿Qué son los hongos? ¿Qué son las levaduras? Busca información sobre sus diferencias con otros tipos de seres vivos.

3. Busca más información sobre las diferencias entre las levaduras y las bacterias. ¿Por qué son más interesantes las levaduras para las investigaciones de la biología sintética?

4. ¿De que manera intervienen las levaduras en la producción de alimentos como el pan o de bebidas como la cerveza? ¿Conoces a alguien que utilice levadura para producir algún alimento? ¿Puedes pedirle que te la enseñe y te explique o te muestre cómo la usa?

5. ¿Qué tipo de información sobre la levadura de la cerveza contiene la página web que se cita en el reportaje?

6. ¿Cómo se consigue que determinadas bacterias sean capaces de producir insulina? ¿Cómo se producía antes la insulina? ¿Qué ventajas tiene su producción mediante bacterias?

7. Busca más información sobre el trasplante de material genético bacteriano que logró el equipo de Craig Venter en mayo de 2010. ¿Qué importancia tuvo ese proyecto? ¿Qué aplicaciones podrían llegar a tener técnicas de ese tipo? Analiza de forma análoga la relevancia de que, al año siguiente, un equipo de la Universidad John Hopkins de los EE.UU., lograra sintetizar un fragmento artificial de un cromosoma de levadura que resultaba funcional al incorporarse a un organismo vivo.

8. Busca otras investigaciones más recientes relacionadas con las anteriores y explica las consecuencias que podrían derivarse de ellas.

9. Comenta el significado y las implicaciones de las siguientes frases que aparecen en la parte final del reportaje:

a) *Un consorcio de laboratorios privados y públicos comenzó a trabajar en la síntesis de un brazo de cromosoma de levadura multipropósito totalmente funcional y configurable*

b) *El Proyecto de Síntesis del Genoma de Levadura tendrá como objetivo final “generar un organismo modelo ideal y diseñar un sistema biológico sintético para la producción de fármacos, combustibles y otros materiales”*

10. “¿Público o privado?” Así se titula el último apartado del reportaje. Redacta un pequeño ensayo sobre ese dilema en relación con este tipo de investigaciones.

11. ¿Son importantes este tipo de investigaciones? ¿Te parecen interesantes las profesiones de las personas que las realizan? ¿Serían recomendables para alguno de tus amigos o para ti?



CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS
CENTRO DE ALTOS
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

Propuesta didáctica
Sugerencias para el profesorado

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.
- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. Las actividades 2 y 3 proponen ampliar la información contenida en el reportaje sobre algunos de los conceptos que se tratan en él. La actividad 4 sugiere un acercamiento a los usos tradicionales de la levadura a partir de informaciones diversas entre las que podrían estar las de personas del entorno que la utilicen. La actividad 5 sugiere analizar, siquiera someramente, el tipo de información científica que se aporta en la página señalada en el reportaje sobre el genoma de la especie *Saccharomyces cerevisiae*. La actividad 6 propone recabar más información sobre la forma en que se utilizan bacterias para producir sustancias tan importantes como la insulina. Las actividades 7 y 8 sugieren buscar más información sobre los dos experimentos a los que se alude en el reportaje y sobre otros más recientes en relación con esos temas. La actividad 9 centra la atención sobre dos afirmaciones relevantes que aparecen al final del reportaje sobre las que se propone comentar su significado e implicaciones. La reflexión propuesta en la actividad 10 podría suscitar un interesante debate en torno a los intereses públicos y privados en relación con el desarrollo de este tipo de investigaciones.
- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir los trabajos sobre las actividades 4, 7 y 8.
- Podría ser oportuno registrar algunos de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 9, 10 y 11. Tales apreciaciones pueden ser útiles para entender las percepciones que los jóvenes tienen sobre este tipo de investigaciones y las implicaciones de que su desarrollo se potencie desde iniciativas privadas y/o públicas. Asimismo, podría ser interesante analizar las actitudes de los jóvenes hacia estos campos de estudio, así como la existencia de posibles vocaciones hacia ellos.