



## ¿Qué es la biotecnología?

El término “biotecnología” es relativamente nuevo para el público amplio. Pero, la biotecnología está presente en la vida cotidiana más de lo que la gente se imagina. De hecho, la biotecnología es una actividad antigua, que comenzó hace miles de años cuando el hombre descubrió que al fermentar las uvas se obtenía un producto como el vino. También es biotecnología la fabricación de cerveza a partir de la fermentación de cereales que el hombre empezó a elaborar hace 4.000 años, y la fermentación de jugo de manzanas para la fabricación de sidra. En estos procesos intervienen microorganismos que transforman componentes del jugo de frutas o de cereales en alcohol.

También es biotecnología la fabricación de pan mediante el uso de levaduras, la elaboración de quesos mediante el agregado de bacterias, y también de salames. El yogurt también es un producto que se obtiene mediante procesos biotecnológicos desde la antigüedad.

Aunque en ese entonces los hombres no entendían cómo ocurrían estos procesos, ni conocían la existencia de microorganismos, podían utilizarlos para su beneficio. Estas aplicaciones constituyen lo que se conoce como **biotecnología tradicional** y se basa en la obtención y utilización de los productos del metabolismo de ciertos microorganismos. Se puede definir la biotecnología tradicional como “la utilización de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre”.

### **Biotecnología tradicional aplicada a la industria**

La biotecnología se aplica a diferentes ramas de la industria: alimenticia, textil, detergentes, combustibles, plásticos, papel, farmacéutica. En general lo que se usa son productos del metabolismo de los microorganismos. Por ejemplo, algunas de las aplicaciones de la biotecnología tradicional a la industria son:

- ü El alcohol que se puede usar para la industria alimenticia o farmacéutica, pero también se puede usar como combustible (en Brasil se produce alconafta a partir de la caña de azúcar).
- ü Producción de yogures probióticos en los que se usa el microorganismo entero que está presente en el producto final.
- ü A partir de microorganismos se pueden fabricar ácidos orgánicos para diferentes aplicaciones, como el ácido cítrico para endulzar gaseosas y golosinas.
- ü Muchos antibióticos son fabricados por microorganismos, como la penicilina que la fabrica un hongo de la familia *penicillium*.
- ü Los plásticos son polímeros de diferentes estructuras químicas. La mayoría de ellos se producen a partir de derivados de petróleo. Pero hay microorganismos que fabrican polímeros que son biodegradables.
- ü Las enzimas son proteínas que tiene la función de catalizadores biológicos, que aceleran reacciones químicas, haciendo que el proceso sea más rápido y eficiente que cualquier otro proceso químico. Las enzimas se utilizan habitualmente en los detergentes o polvo para lavar la ropa. Por ejemplo, lipasas para sacar manchas de grasas, proteasas para sacar

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



manchas de proteínas, etc. Cada tipo de enzima tiene un rango de temperaturas dentro del cual es activa. En la temperatura óptima actúa al 100% y al alejarse de esa temperatura disminuye su función. Para determinados procesos en los cuales se necesitan temperaturas extremas, se van a emplear enzimas provenientes de organismos extremófilos que pueden actuar a temperaturas extremas (altas o bajas). Por ejemplo, la ropa de hospital que requiere esterilización se lava con productos que tengan enzimas que funcionen a temperaturas altas, mientras que el lavado en agua fría emplea enzimas provenientes de microorganismos que se desarrollan en temperaturas bajas.

- ü En la industria alimenticia también se usan enzimas. Por ejemplo en la etapa final de la fabricación de jugos cuando hay que sacar los restos de pepitas de frutas antes de la pasteurización, se emplea la enzima *pectinasa* que degrada la pectina, el principal componente de la semillas.
- ü Las enzimas también se usan en la industria textil para ablandar los jeans. En este caso se usa *celulasa*, que degrada la celulosa que es el principal componente de las células vegetales (entre ellas, las células del algodón que es el principal componente de la tela de jean). Mediante un proceso controlado (temperatura, tiempo, cantidad y tipo de celulasa) se logran diferentes texturas de jean. También se usa la enzima celulasa en la industria del papel (que está formado por celulosa) para lograr diferentes texturas.

### La biotecnología moderna

Actualmente, los científicos comprenden mucho más cómo ocurren los procesos biológicos que permiten la fabricación de productos biotecnológicos. Esto les ha permitido desarrollar nuevas técnicas a fin de modificar o imitar algunos de esos procesos y lograr una variedad mucho más amplia de productos. Los científicos hoy saben, además, que los microorganismos sintetizan compuestos químicos y enzimas que pueden emplearse eficientemente en procesos industriales. Estos conocimientos dieron lugar al desarrollo de la biotecnología moderna.

A diferencia de la biotecnología tradicional, la biotecnología moderna surge en la década de los '80, y utiliza técnicas, denominadas en su conjunto **ingeniería genética**, para modificar y transferir genes de un organismo a otro. El siguiente esquema resume la definición actual del término *biotecnología*:

**biotecnología:**

#### **Biotecnología tradicional**

Empleo de organismos para la obtención de un producto útil para la industria

+

#### **Biotecnología moderna**

Es la que emplea las técnicas de ingeniería genética

**La biotecnología** es el empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre, e incluye la producción de proteínas recombinantes, el mejoramiento de cultivos vegetales y del ganado y el empleo de

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



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

EDICIÓN N° 1

A través de la biotecnología moderna es posible producir insulina humana en bacterias y, consecuentemente, mejorar el tratamiento de la diabetes. Por ingeniería genética también se fabrica la quimosina, enzima clave para la fabricación del queso y que evita el empleo del cuajo en este proceso. La ingeniería genética también es hoy una herramienta fundamental para el mejoramiento de los cultivos vegetales. Por ejemplo, es posible transferir un gen proveniente de una bacteria a una planta, tal es el ejemplo del maíz Bt. En este caso, los bacilos del suelo fabrican una proteína que mata a las larvas de un insecto que normalmente destruyen los cultivos de maíz. Al transferirle el gen correspondiente, ahora el maíz fabrica esta proteína y por lo tanto resulta refractaria al ataque del insecto.

La biotecnología moderna avanza y, en la actualidad, son muchos los países que utilizan las técnicas de ingeniería genética para la obtención de diferentes productos que tienen aplicación en la producción de alimentos, de medicamentos, y de productos industriales.

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



# El Cuaderno de PorquéBiotecnología

EDICIÓN N° 1

## ACTIVIDADES

### Objetivos

- Comprender el concepto de biotecnología clásica y moderna.
- Interpretar a partir de esquemas o de casos concretos la diferencia entre las técnicas que emplea la biotecnología tradicional y la moderna.
- Valorar la función de los microorganismos en procesos productivos.

### Destinatarios

El contenido de este cuaderno se aplica perfectamente a alumnos de EGB 2 y 3 así como a alumnos de Polimodal. Se puede incluir al trabajar temas vinculados con la diversidad biológica, la estructura y la función de los microorganismos, la utilidad de los microorganismos en procesos industriales. Asimismo es posible aplicar estos conceptos al abordar la estructura y la función del ADN, para comprender la base de la biotecnología moderna.

### Consideraciones metodológicas

Este tema permite trabajar con los alumnos las funciones beneficiosas que tienen los microorganismos en diferentes aspectos de la vida cotidiana. De esta forma se busca cambiar la “mala imagen” que tienen en general los microorganismos al asociarlos fundamentalmente con la causa de enfermedades. Con alumnos de Polimodal es posible incluir estos temas al estudiar las defensas del organismo, particularmente las defensas inespecíficas entre las que se encuentran los microorganismos que habitan el intestino delgado (la flora bacteriana).

Resulta interesante el trabajo con representaciones gráficas. Las representaciones gráficas (tablas, esquemas, cuadros, gráficos, etc.), pueden resultar una herramienta útil para la comprensión de ideas y conceptos ya que permiten comprimir información, localizar ideas claves y establecer relaciones entre ellas. Es recomendable dedicarle un tiempo al análisis de esquemas para favorecer su interpretación y, en consecuencia, la comprensión de los conceptos que se pretende transmitir a través de su utilización. Se sugiere explicitar los códigos y simbolismos que se emplean, construir equivalencias con otros lenguajes (traducir los textos en esquemas y los esquemas en textos), y favorecer la explicitación por parte de los alumnos.

### Actividad 1. Comprensión de conceptos

Las preguntas que se sugieren a continuación tienen por objetivo repasar los conceptos trabajados en el texto, y evaluar su comprensión.

1. ¿A qué se denomina biotecnología tradicional?
2. Aportar ejemplos de productos que se obtiene a través de la biotecnología tradicional, y que se emplean en diferentes industrias.
3. Explicar cuál es la función de las enzimas y dar ejemplos de enzimas que se emplean en productos biotecnológicos.
4. ¿Cuál es la principal diferencia entre la biotecnología tradicional y la moderna?

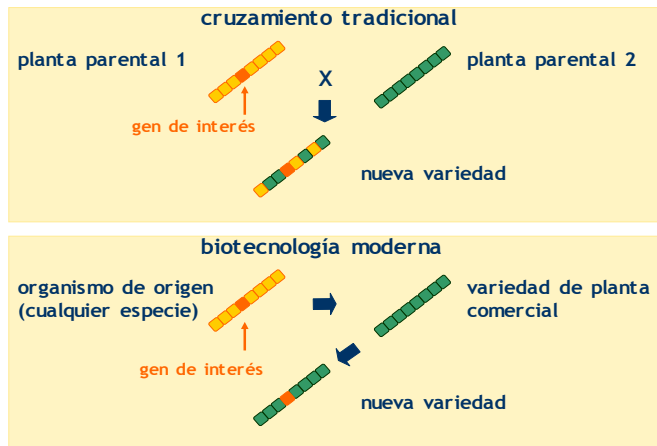
"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo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



5. Enumerar ejemplos de productos obtenidos por biotecnología moderna.

### Actividad 2: Biotecnología en esquemas

El siguiente esquema representa las técnicas de la biotecnología tradicional y de la biotecnología moderna empleadas en la obtención de nuevos cultivos. Se formulan preguntas que guían el análisis del esquema por parte de los alumnos.



**Nota para el docente:** se podría sacar el título de cada esquema y pedir a los alumnos que indiquen qué técnica representa cada esquema. La nueva variedad, que contiene un gen proveniente de otro organismo se denomina transgénica.

1. ¿Qué representan las cadenas o hileras de eslabones dibujadas en el esquema?  
**Rta.** Un fragmento de la molécula de ADN de la planta.
2. ¿Por qué se representan estas cadenas de diferente color?  
**Rta.** Cada cadena representa el ADN de un individuo diferente.
3. ¿Qué representa el eslabón pintado de color rojo?  
**Rta.** Un gen (fragmento de ADN) que codifica para una proteína que determina una característica de interés.



4. Observar las flechas empleadas en cada esquema y su dirección. ¿Qué diferencia hay entre ambos esquemas y a qué se atribuye? **Rta.** En el primer caso la flecha hacia abajo indica la generación de un nuevo individuo a partir del cruzamiento sexual de ambas especies originales. En el segundo esquema la flecha hacia la derecha indica la transferencia del gen de interés de un organismo al otro, y la flecha hacia abajo muestra la obtención de la nueva variedad a partir de una de las plantas originales (la comercial) modificada.
5. ¿Cuál es la principal diferencia que se observa entre ambos esquemas en las características de la nueva variedad obtenida? **Rta.** La principal diferencia es que la cadena resultante en el primer caso es una mezcla de los diferentes genes de ambos progenitores, mientras que en el segundo esquema la variedad resultante solo difiere en un gen respecto de la variedad comercial original. La nueva variedad es igual a la original excepto en que incluye un gen que determina una característica de interés.
6. ¿Qué esquema representa las técnicas de biotecnología tradicional y cuál la de biotecnología moderna? **Rta.** Esquema 1: biotecnología tradicional; esquema 2: biotecnología moderna.

### Principales conceptos a trabajar a partir del esquema:

El híbrido que resulta por cruce sexual tiene una combinación genética de los progenitores. Esta recombinación es al azar, mientras que con biotecnología moderna se pasan uno o unos pocos genes, que codifican una característica específica conocida. La nueva planta está integrada con todos los genes originales de la planta y unos pocos genes que son introducidos de manera precisa y dirigida. La biotecnología moderna permite saltar las barreras reproductivas entre especies, pero el nuevo organismo no va a tener las características del organismo del cual se obtuvo el gen deseado. A partir de estos datos se podría concluir que la biotecnología moderna permite:

1. Reducción del azar frente a un aumento de la direccionalidad (se pasan unos pocos genes determinados de manera precisa, que se estudiaron previamente).
2. Obtención de resultados en menos tiempo que al producir híbridos.
3. Posibilidad de saltar la barrera de especie.

### **Actividad 3. Novedades de Biotecnología**

A continuación se reproducen dos artículos publicados recientemente en Novedades del sitio [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar) y se sugieren preguntas para su análisis. Es posible ingresar libremente a este sitio y seleccionar otras Novedades para trabajar en el aula con los alumnos.

### **Papas transgénicas con más carotenoides**

Publicado el 25/11/2004

Investigadores del Instituto Escocés de Investigaciones Agrícolas en Invergowrie, Escocia, desarrollaron plantas transgénicas de dos variedades de papa, las llamadas Desiree y Mayan Gold, transformadas genéticamente para producir niveles mucho más altos de carotenoides. Los resultados fueron publicados recientemente en la revista científica *The Journal of Experimental Botany*. Los carotenoides son pigmentos que les otorgan a las frutas y hortalizas, como la

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



zanahoria, el tomate, los cítricos y los pimientos, sus característicos colores rojo, amarillo y naranja. Además, se cree que estos pigmentos protegen contra el cáncer, las enfermedades cardíacas y el deterioro de la visión en la vejez. Por ejemplo, el licopeno, presente en los tomates, se lo ha relacionado con un efecto protector frente al cáncer de próstata. La luteína y la zeaxantina, presentes en las verduras de hojas oscuras, frutas, maíz y yema de huevo, aparentemente demoran la degeneración macular relacionada con la edad (enfermedad común del ojo asociada con el envejecimiento, que destruye gradualmente la nitidez de la visión central). Los investigadores introdujeron el gen de la enzima fitoeno-sintasa (crtB) de la bacteria *Erwinia uredovora*, en las plantas de papa, junto con los elementos genéticos necesarios para producir la enzima en los tubérculos. Los ensayos demostraron que los tubérculos de las plantas transformadas efectivamente contenían altos niveles de carotenoides, en particular, violaxantina, luteína, anteraxantina y beta-caroteno. Este trabajo es muy importante ya que la papa es la cuarta fuente de calorías en el mundo, y toda mejora nutricional que se haga en los tubérculos tiene un beneficio potencial enorme.

### **Petunias transgénicas tolerantes a heladas**

Publicado el: 23/12/2004

El grupo de investigadores de la Universidad de Toledo (Ohio, Estados Unidos) creó petunias que sobreviven a temperaturas muy bajas. A través de la introducción de un gen proveniente de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*, lograron que las petunias sobrevivieran a 22° grados Fahrenheit (-5° Celsius). "Podríamos transformar genéticamente a cualquier otro cultivo", señaló R. V. Sairam, miembro del grupo de investigación. La modificación también confiere tolerancia a la sequía y a la salinidad. Las plantas tolerantes a heladas les permitirían a los productores reducir la temperatura de los invernaderos considerablemente. "Suena interesante", declaró Gene Klotz, propietario de Klotz Flower Farm. "Los costos de calefacción hoy constituyen al menos el 35% de los costos totales de la producción". Las petunias serán ensayadas por el Departamento de Agricultura, que además financió el proyecto. Probarán a qué temperatura pueden cultivarse y cómo crecen y cuánto tiempo las petunias transgénicas sobreviven a esa temperatura.

### Preguntas para el análisis del texto:

1. ¿A qué tipo de técnica, tradicional o moderna, se refieren estas notas?
2. ¿Dónde se realizan estos desarrollos?
3. ¿Cuál es el organismo modificado en cada caso?
4. ¿Cuál es la modificación practicada?
5. ¿Cuál es el organismo de origen, del cual se obtiene el gen de interés?
6. ¿Cuáles son las ventajas que ofrecería el nuevo producto (al consumidor y/o al productor)?

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



## Material de consulta

- Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Editores Viviana Echenique, Clara Rubinstein y Luis Mroginski. Ediciones INTA – Argenbio. 2004.  
<http://www.argenbio.org/h/biblioteca/libro.php>
- “Biotecnología al desnudo. Promesas y olección”. Eric S. Grase. olección Anagrama. olección Argumentos.
- Sitio destinado a la capacitación docente en temas de biotecnología.  
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/>
- Pengue, Walter. (2000). Lugar Editorial. Cultivos transgénicos. ¿Hacia dónde vamos?
- Sitio en español destinado al trabajo de temas de genética con los alumnos. Ofrece sugerencia de actividades interactivas (Construcción de una molécula de ADN) y de experiencias de laboratorio (Extracción de ADN).  
<http://gslc.genetics.utah.edu/es/>
- Libedinsky, Marta (2000). ¿Qué son los organizadores gráficos? Disponible en URL:  
<http://www.catedras.fsoc.uba.ar/tecned/>