



## **Biotecnología moderna, alimentos y salud**

### **¿Qué diferencia hay entre los alimentos generados por biotecnología moderna y los obtenidos por biotecnología tradicional?**

En principio, no existen diferencias sustanciales. En ambos casos se trata de alimentos que fueron modificados por el hombre con el fin de obtener características que considera beneficiosas. En cuanto a la forma de modificar los alimentos, las técnicas fueron variando y se fueron complementando a lo largo del tiempo. Las técnicas tradicionales incluyen procesos microbianos como la fermentación y el mejoramiento genético tradicional, que se basa en la variación genética por cruzamiento o por mutagénesis, y la posterior selección de los descendientes que manifiestan los caracteres de interés (ver Cuadernos N° 7 y N° 5)

La biotecnología moderna incorpora a la biotecnología tradicional las herramientas de la ingeniería genética. Esto permite trabajar con genes aislados de manera menos aleatoria, más controlada, y en tiempos considerablemente menores (ver Cuaderno N° 4). Además, permite nuevas opciones como saltar la barrera de especie y, por ejemplo, introducir un gen humano en una bacteria. Muchos de los productos biotecnológicos aplicados a la alimentación están en desarrollo y aún no se hallan en el mercado (ver Cuadernos N° 45, 52, 53, 54 y 66).

### **Alimentos mejorados y sus beneficios para la salud**

La biotecnología moderna puede contribuir con soluciones puntuales a problemas particulares, como determinados problemas de desnutrición y alteraciones de la salud. Una nutrición insuficiente, en la que frecuentemente se unen la escasez con la falta de diversidad de los alimentos, puede corregirse mediante el desarrollo de cultivos más productivos (resistentes a plagas, sequías, alta salinidad) y/o de nuevas variedades que incorporen nutrientes deficitarios en la dieta de la población (por ejemplo vitaminas). De esta forma, la biotecnología moderna podría contribuir a atenuar al menos las carencias nutricionales y a mejorar la salud de las personas afectadas. La biotecnología moderna aplicada a los alimentos puede también contribuir a solucionar problemas específicos que afectan a un grupo de personas, como es el caso de determinadas alergias, o reducir el contenido de compuestos tóxicos en productos de consumo habitual en la población. Algunos de estos “nuevos alimentos” generados por biotecnología moderna, al igual que los tradicionales, pueden contribuir a mejorar la salud humana (ver Cuaderno N° 21). De hecho, algunos alimentos están siendo modificados para agregarles componentes que eleven su valor nutricional, entre ellos aminoácidos esenciales, vitaminas, ácidos grasos insaturados, etc. (ver Cuadernos N°25, 45, 66). Otra aplicación relacionada con la salud es el diseño de alimentos enriquecidos en compuestos derivados de plantas, como el licopeno y otros carotenoides, fitoestrógenos, flavonoides, etc., que ofrecerían una protección frente a diversas patologías.

Un ejemplo concreto es el desarrollo del “arroz dorado” que se muestra en la figura.

**"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.**



**Arroz dorado.** A la izquierda se observan granos de arroz tradicional, y a la izquierda granos de arroz dorado obtenido por biotecnología moderna, con alto contenido de vitamina A.

Por ingeniería genética se logró completar en el arroz común la ruta para la síntesis de pro-vitamina A (precursora de la vitamina A), y obtener así el arroz dorado. Este producto sería de mucha importancia en poblaciones que basan su alimentación en el arroz, alimento que naturalmente no posee pro-vitamina A. La carencia de vitamina A en estas poblaciones (Asiática principalmente) provoca altos niveles de ceguera y mortalidad.

Más aún, algunos alimentos generados por biotecnología moderna pueden actuar como probióticos y/o prebióticos ejerciendo una función reguladora de la flora intestinal (ver Cuaderno N° 7). Otro aporte de la biotecnología moderna a la alimentación y a la salud humana es el desarrollo de vacunas comestibles (ver Cuaderno N° 29 y N° 74).

### Productos biotecnológicos hipoalergénicos

Una de las posibilidades que ofrece la biotecnología moderna es la de eliminar o reducir los problemas de intolerancia, toxicidad y alergias causados por compuestos presentes en los alimentos tradicionales. La idea se basa en modificar los alimentos de manera tal que las proteínas que resultan alergénicas para determinadas poblaciones, se eliminen o reemplacen por otras que cumplan la misma función pero que no causen los efectos indeseados, o la de crear vacunas que prevengan las reacciones alérgicas.

Algunos ejemplos de este tipo son:

- Ricino atóxico: el aceite de ricino se extrae de las semillas de la planta, y se usa en lubricantes, pinturas, shampoo, cosmética y otra serie de productos. El gran inconveniente es que la semilla contiene sustancias tóxicas que dificultan el cultivo de esta oleaginosa, y hacen riesgosa su manipulación, ya que pueden causar alergias, asma y shock anafiláctico. Los intentos por obtener semillas de ricino sin tóxicos mediante métodos de mejora genética tradicionales han fracasado hasta la fecha. Sin embargo, un grupo de científicos del Servicio de Investigaciones Agrarias (ARS) de Estados Unidos, logró obtener variedades de ricino no tóxicas mediante técnicas de ingeniería genética. Los científicos del ARS han conseguido una docena de plantas transgénicas sin el alcaloide.

- Vacuna contra alergias estacionales: una vacuna creada mediante técnicas de ingeniería genética basada en el polen de abedul, mejora el tratamiento de las alergias estacionales que afectan a un

"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.



cuarto de la población que vive en países industrializados. Los tratamientos actuales consisten en exponer a los pacientes a los alérgenos naturales, con los riesgos consecuentes de reacciones alérgicas y efectos colaterales que pueden ser severos. Mediante ingeniería genética se logró fabricar una vacuna hipoalérgica basada en el polen. Los investigadores alteraron el gen correspondiente al principal alérgeno del polen de abedul, de tal manera que la proteína resultara 100 veces menos alérgica que la original. Luego se la administraron a más de cien personas alérgicas al polen de abedul, a través de ocho inyecciones aplicadas antes del período de floración. Los investigadores responsables encontraron que las personas vacunadas presentaban altos niveles de anticuerpos IgG (inmunoglobulinas G), que inhiben las reacciones alérgicas.

- Maní hipoalérgico: La alergia a determinados componentes del maní es una de las alergias alimentarias más serias, que se manifiesta con síntomas tales como urticaria, hinchazón, problemas respiratorios, dificultades gastrointestinales, y shock anafiláctico. Biotecnólogos de la Universidad Alabama A&M lograron transformar plantas de maní y “silenciar” al gen que codifica para el principal alérgeno eliminando así a una de las proteínas más importantes que provoca estas reacciones alérgicas.
- Arroz hipoalérgico: una vacuna comestible producida en arroz transgénico podía evitar la respuesta inmune propia de la alergia al polen del cedro japonés, responsable del mayor número de casos de la fiebre del heno en Japón. Científicos japoneses crearon una vacuna usando pequeños fragmentos de las proteínas alérgicas encontradas en el polen del cedro japonés. Insertando el ADN que codifica para estos fragmentos proteicos en el genoma del arroz, consiguieron cultivar plantas de arroz que contenían proteínas de polen. Alimentaron con este arroz a ratones y luego los expusieron durante varias semanas al polen de cedro. Los ratones alimentados con la vacuna comestible mostraron una respuesta inmune más débil hacia el polen y síntomas alérgicos más leves.

### **La seguridad de los alimentos modificados por ingeniería genética**

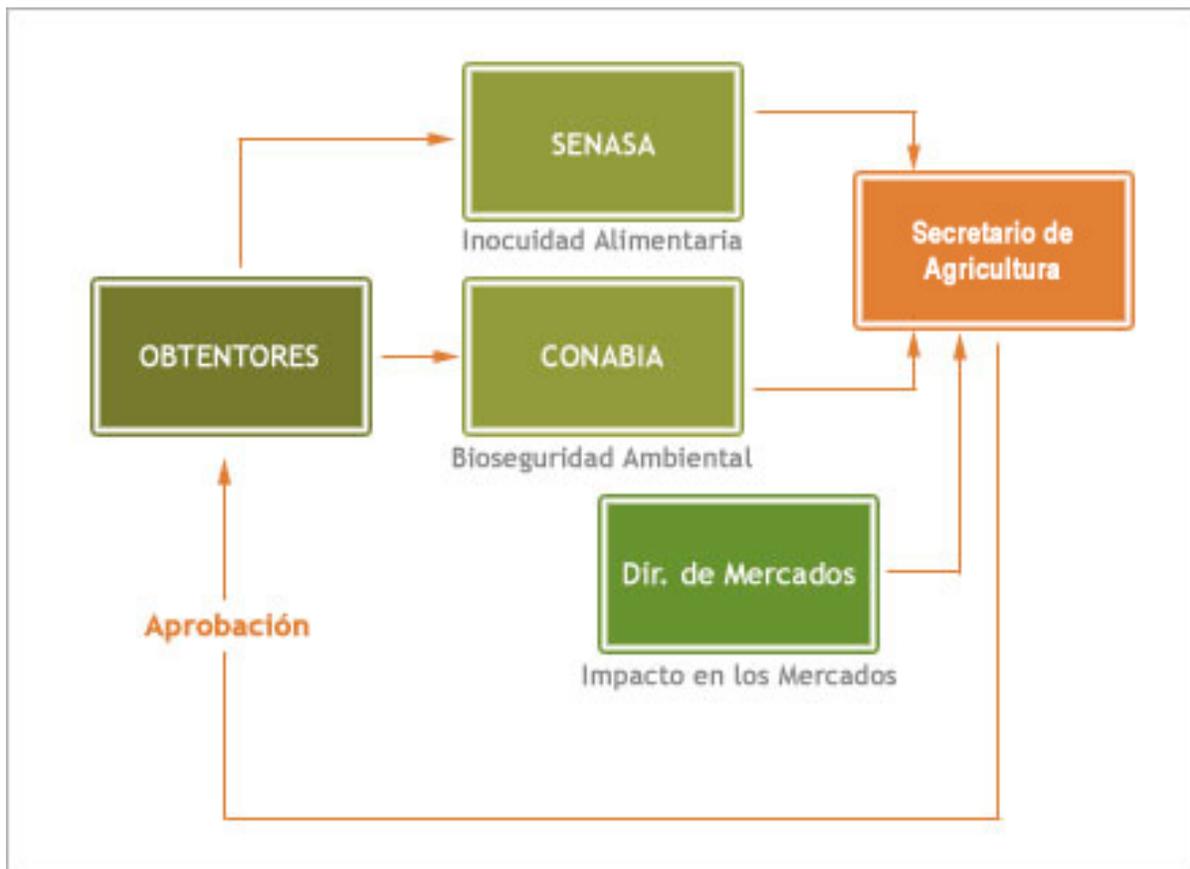
Hasta la fecha no se ha publicado ningún estudio epidemiológico que demuestre que los alimentos obtenidos por biotecnología moderna sean menos seguros que los alimentos tradicionales. Son seguros hasta el máximo nivel de seguridad que permite garantizar el conocimiento actual, al igual que los alimentos tradicionales. El historial de uso es uno de los parámetros más importantes al momento de hablar de seguridad alimentaria. Después de varios años de consumo de distintos alimentos transgénicos en países de América y Europa, entre otros, por millones de personas, no se ha detectado ningún caso de efecto adverso para la salud humana.

Los cultivos genéticamente modificados autorizados para su comercialización producen alimentos seguros para el consumo humano y animal (ver Cuaderno N° 10 y N°62). Se han estudiado cuidadosamente y cumplen con las normas de seguridad ambiental y alimentaria establecidas en Argentina por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) y sus comités científicos asesores, así como por las autoridades correspondientes en los países donde están aprobados. En Argentina, y en el ámbito de la SAGPyA, el Comité Técnico Asesor sobre uso

**"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 Organismos Genéticamente Modificados del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) estudia la bioseguridad alimentaria de los cultivos o sus subproductos, la CONABIA (Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria) analiza los posibles impactos ambientales del cultivo y la Dirección de Mercados Agroalimentarios evalúa los efectos de su comercialización.



Fuente: [http://www.monsanto.com.ar/h/bio\\_marco\\_reg.html](http://www.monsanto.com.ar/h/bio_marco_reg.html)

"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.



## **ACTIVIDADES**

### **Objetivos**

- Repasar los conceptos trabajados en el texto.
- Interpretar la información a partir de representaciones gráficas.
- Conocer las potenciales aplicaciones de la biotecnología a la industria alimenticia y sus efectos en la salud.

### **Destinatarios y conceptos relacionados**

Por tratarse de un cuaderno introductorio, expresado con un lenguaje accesible y sin detalles de las técnicas de ingeniería genética, se adapta al trabajo con los diferentes niveles de la enseñanza escolar. Algunos de los conceptos que se trabajan a partir de este tema serían: nutrición, alimentación y salud, prevención, vacunas, seguridad y control de los alimentos.

### **Consideraciones metodológicas**

Uno de los conceptos más importantes que se transmite desde el comienzo del texto se refiere a la biotecnología moderna como una vía más de modificación genética, que se suma a las técnicas tradicionales de mejoramiento genético que comenzaron hace cientos de años.

A diferencia de algunos argumentos que se esgrimen en contra de la biotecnología moderna, y de los transgénicos en particular, la biotecnología moderna no pretende, ni puede, paliar el hambre en el mundo sino contribuir a solucionar problemas puntuales u ofrecer nuevas posibilidades a consumidores, productores e industrias. En este caso particular, el tema se refiere a alimentos que ofrecen beneficios a consumidores desde el punto de vista nutritivo y de la salud. Es interesante plantear con los alumnos más grandes el hecho de que la biotecnología aplicada a la salud no encuentra resistencia en la opinión pública, como ocurre en ocasiones con los alimentos transgénicos. Es importante dejar en claro que los productos de la biotecnología moderna se usan y se consumen hace décadas, y que no existe riesgo cero ni para los alimentos transgénicos, ni para los “convencionales” ni para los denominados “orgánicos”. Por otra parte, es interesante conocer que, a diferencia de otros sectores de la producción en los que existen sospechas o experiencias de escaso control, el sistema regulatorio y de control en lo que respecta a los productos biotecnológicos es estricto en cuanto a su normativa y cumplimiento en la Argentina. Las actividades trabajan fundamentalmente a partir de las láminas simples y accesibles para los diferentes niveles escolares. El trabajo con imágenes supone optimizar una imagen de manera que resulte útil para la comunicación. Esto implica utilizar ilustraciones que faciliten la percepción de las formas significativas en detrimento de los aspectos secundarios de la imagen. Las ilustraciones favorecen en los lectores la construcción de un modelo mental que contribuye a mejorar la comprensión del texto. En este proceso de construcción de un modelo mental y de comprensión, se suman también los conocimientos previos de los alumnos. Se sugiere un trabajo pormenorizado con las imágenes, que los alumnos puedan traducir a texto, o sugerir completar o complejizar la

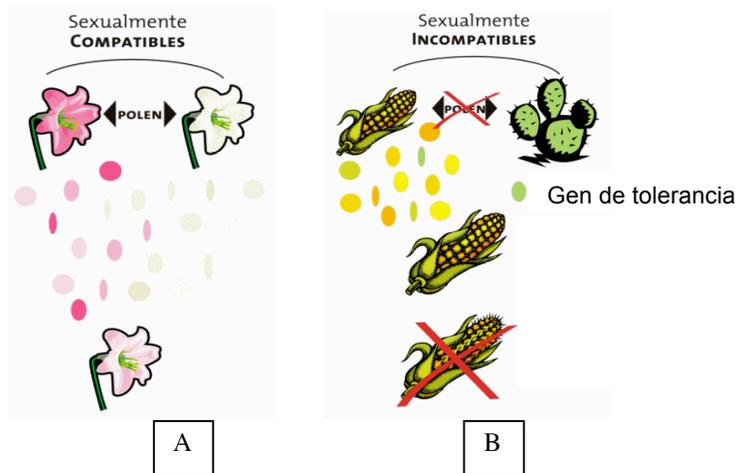
**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa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



información de las ilustraciones, e investigar para aportar otros ejemplos concretos similares a los representados gráficamente. También se sugiere trabajar la Actividad 1 del Cuaderno N° 43 donde se analiza otra representación gráfica del mismo tema.

### Actividad 1. Interpretación de esquemas

Analizar el esquema presentado y responder las siguientes preguntas:



a) ¿Qué representa el proceso A y el B?

Rta.: A representa el mejoramiento por cruzamiento tradicional

B representa el mejoramiento por biotecnología moderna

b) ¿Qué contiene el polen? Rta. El polen contiene las células sexuales masculinas de la planta.

c) ¿Qué se transfiere de una planta a la otra a través del polen? Rta. A través del polen se transfiere el material genético de una planta a la otra (o de una flor a la otra en caso de ser una planta hermafrodita).

d) ¿Por qué en el caso B, el término “polen” está tachado? Rta. Porque al ser plantas de especies diferentes no existe naturalmente una cruce entre ambas; las células sexuales masculinas no van a fecundar naturalmente a las células sexuales femeninas, o en todo caso resultará una descendencia inviable.

e) ¿Cuál es la característica que se quiere transferir al maíz, y cuál sería el beneficio de esta transformación? Rta. Se busca transferir la tolerancia a la sequía, y esto representaría una ventaja para los productores y consumidores ya que se podría cultivar el maíz en zonas que hasta ahora no eran aptas para este cultivo.

"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.



f) ¿Por qué se elige al cactus como planta dadora? Rta. Porque esta planta crece en zonas secas y manifiesta la característica de resistencia a la sequía, por lo tanto puede ser donante del gen de interés.

g) ¿Cómo se produce la transferencia de material genético en ambos ejemplos?

Rta.: En el caso A (mejoramiento tradicional por cruzamiento), miles de genes pertenecientes a una planta se combinan con los miles de genes de su compañera de cruzamiento. Los organismos resultantes son variados y tienen diferentes combinaciones de características de ambos progenitores. Este proceso seguramente transfiere aquella característica deseada, pero también puede transferir rasgos no deseados. Por ejemplo, la planta híbrida puede llegar a tener un aspecto o color no deseado. Esto requiere que los agricultores tengan que realizar muchos cruzamientos más para eliminar la característica no deseada, y esto puede llevar mucho tiempo (meses o años). Es decir que, con el cruzamiento tradicional, la incorporación del rasgo deseado se produce al azar.

En B (mejoramiento por biotecnología moderna) existe una herramienta más precisa que permite incorporar sólo el rasgo deseado en menor tiempo. Esto se realiza mediante técnicas de ingeniería genética (que no se muestran en la lámina) por las cuales se transfiere solo el gen de interés; aquel que codifica para la característica buscada. El maíz resultante (transgénico o genéticamente modificado), posee todos los genes que conforman su genoma más el gen de cactus que le confiere la tolerancia a sequía.

C) ¿Qué representa el maíz tachado? Rta. Significa que no podría surgir en el caso B un maíz con espinas porque mediante ingeniería genética sólo se transfirió el gen para la tolerancia a sequía y no otros genes, como el correspondiente a la fabricación de espinas (ver Lámina en <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/laminas/laminas.asp>)

## Actividad 2: Investigar nuevos desarrollos de la biotecnología

Buscar en el texto y en artículos relacionados información acerca de productos biotecnológicos que responden a los siguientes términos, y explicar en qué consisten estos desarrollos (ver estos y otros casos en el Cuaderno N° 45):

- a) Papas fritas más saludables
- b) Vacunas comestibles
- c) Arroz dorado
- d) Café sin cafeína

a) Se están desarrollando papas con el objetivo de hacer papas fritas más saludables y con menos calorías. Al contener más almidón que las papas comunes, se doran sin la necesidad de absorber tanto aceite. La estrategia es introducir genes que mejoran la transformación de azúcares en almidón en el tubérculo

b) Se espera que en un futuro no muy lejano algunas vacunas inyectables sean reemplazadas por vacunas comestibles. Se obtienen transfiriendo a las plantas genes de los agentes infecciosos que codifican para los antígenos que desencadenan la respuesta inmune. De esta forma, la planta fabrica el producto de este gen en las hojas, frutos, tubérculos o granos y cuando se comen. Al comerlos o al recibir un preparado de

"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.



- estas plantas se previenen determinadas enfermedades. También los animales se podrán beneficiar con esta tecnología, como en el caso de la alfalfa que protege al ganado de la fiebre aftosa.
- c) A este arroz se le agregaron los genes para producir  $\beta$ -carotenos, a ello se debe su color amarillento. El  $\beta$ -caroteno es el precursor de la vitamina A, fundamental para el desarrollo de la visión. El arroz dorado podría mejorar la salud de millones de chicos, sobre todo en Asia, que sufren de ceguera y otras enfermedades relacionadas con la deficiencia de esta vitamina.
- d) Los científicos descubrieron cuáles son los genes relacionados con la fabricación de la cafeína. Ahora están tratando de "apagarlos" para que no funcionen y así obtener un café con menos cafeína pero con todo el sabor y las propiedades originales del café.

### Actividad 3. Análisis de Novedad en biotecnología

**Según las autoridades europeas, las papas transgénicas no son un problema para la salud**

Publicado el : 09/03/2006 en [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)

Las Autoridades en Seguridad Alimentaria de la UE (EFSA) evaluaron una variedad de papa transgénica que tiene modificada su composición de almidón, y concluyeron que no presenta riesgos para la salud humana. Son papas obtenidas por la compañía BASF Plant Science, evento EH92-527-1, y que tienen una mayor relación amilopectina:amilosa. Estas papas ricas en amilopectina se emplearían para la producción de almidón con fines industriales, aunque no se descarta que ciertos subproductos de estas papas puedan llegar a los alimentos. La evaluación de riesgo alimentario realizado por la EFSA incluyó el análisis del ADN introducido y de la naturaleza y seguridad de la modificación en la expresión de las proteínas con respecto a la toxicidad y alergenicidad. Además de la seguridad alimentaria para animales y humanos, se analizaron en forma comparativa las características agronómicas y la composición. Según los expertos, el análisis del ADN revela que la inserción no es motivo de preocupación y que hay evidencia suficiente sobre su estabilidad. El evento de papa EH92-527-1 deriva del cultivar Prevalent. Los discos de hojas se transformaron con *Agrobacterium* y la modificación consistió en la inhibición de la expresión de la proteína GBSS, responsable de la síntesis de amilosa. Como resultado, el almidón producido tiene muy poco (o nada) de amilosa y es prácticamente todo amilopectina (almidón ramificado), lo que modifica las propiedades del almidón.

Preguntas para el análisis del artículo:

1. ¿Dónde se produjo en nuevo desarrollo biotecnológico al que hace referencia la nota?  
Rta. En la Unión Europea.

"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.



2. ¿En qué consiste el nuevo producto y con qué fines se emplearía?  
Rta. Son papas transgénicas a las que se modificaron las propiedades del almidón. Tienen mayor contenido del carbohidrato amilopectina y podrían emplearse para la producción de almidón con fines industriales, aunque no se descarta que ciertos subproductos de estas papas puedan llegar a los alimentos.
3. ¿Cuáles fueron los controles que realizaron las Autoridades en Seguridad Alimentaria de la UE?  
Rta. análisis del ADN introducido, seguridad en cuanto a que la proteína que se expresa no sea alergénica ni tóxica.
4. ¿A qué conclusiones llegaron después de realizar los análisis de seguridad?  
Rta. Concluyeron que la inserción del nuevo gen no es motivo de preocupación y que hay evidencia suficiente sobre la estabilidad del nuevo producto.

## MATERIAL DE CONSULTA

1. "Biotecnología y alimentos: preguntas y respuestas" , Sociedad Española de Biotecnología (SEBiot), 2003. Se puede descargar del sitio <http://www.sebiot.org/espa/publicaciones.htm>
2. "Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias", 2005. Departamento de la inocuidad de los alimentos, Organización Mundial de la Salud. Disponible en [http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech\\_sp.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_sp.pdf)
3. "Novedades" de Por Qué Biotecnología  
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/reportes.asp>  
[http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result\\_indiv.asp?Id=388](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result_indiv.asp?Id=388)  
[http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result\\_indiv.asp?Id=1968](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result_indiv.asp?Id=1968)  
[http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result\\_indiv.asp?Id=2729](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/doc/reportes/result_indiv.asp?Id=2729)
4. Láminas del programa educativo "Por qué biotecnología"  
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/laminas>
5. Marco Regulatorio de la biotecnología agropecuaria en la Argentina  
[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/biotecnologia/marco\\_reg.php](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/biotecnologia/marco_reg.php)

"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.



# El Cuaderno de Por Qué Biotecnología

EDICIÓN N° 11

6. Biotecnología y Bioseguridad Agropecuaria en la Argentina. Oficina de Biotecnología  
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación  
<http://www.argenbio.org/h/biotecnologia/pdf/bioseguridad-SAGPyA.pdf>

"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.