



BIOTECNOLOGÍA Y ALIMENTOS MÁS SALUDABLES

Beneficios para los consumidores

Las plantas transgénicas que se cultivan y comercializan actualmente fueron desarrolladas con el fin de mejorar rasgos agronómicos, como por ejemplo el maíz y el algodón resistentes a insectos y la soja tolerante a herbicidas. Es decir, se les han introducido características que aumentan el rendimiento agrícola y dan lugar a una mayor producción cuyos beneficios han sido capitalizados principalmente por los productores.

La futura generación de productos transgénicos, que se halla en etapa de desarrollo, promete beneficios más directos para los consumidores en lo que se refiere a mejorar o complementar la calidad de su dieta alimentaria y proporcionar beneficios a la salud, más allá de los asociados con una nutrición adecuada. Por ejemplo, el desarrollo del "arroz dorado" mediante ingeniería genética permitiría suplementar la dieta deficitaria en vitamina A que afecta a más de 100 millones de niños en África, Asia y América Latina, donde el arroz es un alimento básico. La deficiencia de vitamina A causa, entre otros efectos, una elevada incidencia de ceguera en estas poblaciones.

Si bien el mejoramiento de los vegetales no es un hecho nuevo y se viene realizando hace muchos años mediante el cruzamiento tradicional, la disponibilidad de técnicas de ingeniería genética y el mayor conocimiento de la función de los alimentos y del metabolismo humano, posibilitará un desarrollo más rápido y preciso de tales alimentos.

¿Por qué mejorar los alimentos?

Se denomina *alimento*, según el Código Alimentario Argentino, a toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que ingeridas por el hombre aportan a su organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos. La designación "alimento" incluye las sustancias o mezclas de sustancias que se ingieren por hábito, costumbres, o como coadyuvantes, tengan o no valor nutritivo (colorantes, saborizantes, conservantes, etc.).

La aprobación de cualquier alimento para su consumo, asume que el producto no representa un riesgo para la salud humana. De todas formas, algunos productos naturales que son componentes de los alimentos pueden tener asociados ciertos riesgos tolerables, como sustancias tóxicas naturales o productos alergénicos, entre otros.

El mejoramiento de los alimentos busca evitar o reducir los posibles efectos secundarios vinculados a algunos alimentos, y aumentar la presencia de componentes que se reconocen como beneficiosos para la salud.

"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.



Por lo tanto, las razones por las cuales el hombre busca mejorar los alimentos serían:

- **Eliminar o inhibir la presencia de alérgenos alimentarios.** Una gran diversidad de alimentos e ingredientes alimentarios parecen estar ligados a las reacciones alérgicas. Los alérgenos relacionados con el huevo, leche, pescado, mariscos, maní, sésamo, soja, trigo y los frutos secos son responsables de más del 90% de los casos de alergias alimentarias.
- **Agregar valor nutricional.** La variación en el contenido o la calidad de vitaminas, minerales, carbohidratos, grasas y proteínas, permitiría completar los requerimientos nutricionales que no se cubren a través de la dieta habitual.
- **Eliminar toxinas inherentes a los alimentos.** Muchas plantas contienen toxinas que son sustancias de defensa que protegen a la planta, como la solanina, una toxina natural presente en la papa. En general, pueden tolerarse dentro de ciertos límites si el alimento tiene un valor nutritivo.
- **Eliminar sustancias *antinutrientes* de algunos alimentos.** Algunos componentes de los alimentos interfieren en la digestión y por tanto disminuyen el valor nutritivo del alimento. Entre ellos, las lecitinas e inhibidores de proteasas de los frijoles y la soja.
- **Reducir o eliminar la exposición a microorganismos patógenos o a sustancias tóxicas producidas por ellos.**

Mejoramiento de alimentos por ingeniería genética.

Cada vez más se reconoce la relación que existe entre dieta y salud. Esto promueve el diseño de alimentos fisiológicamente “funcionales” que benefician la salud. En este sentido la agrobiotecnología juega un papel útil ya que permite:

- eliminar o disminuir los niveles de factores antinutritivos, compuestos tóxicos o compuestos alérgicos;
- introducir o aumentar los niveles de factores promotores de la salud;
- modificar la proporción de macro o micronutrientes (vitaminas, minerales).

Productos en desarrollo en la actualidad

Si bien los cultivos mejorados por agrobiotecnología todavía no se comercializan en nuestro país, algunos ya están siendo evaluados como alimento para el consumo humano.

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de los productos que se encuentran actualmente en desarrollo o en estudio y que ofrecerían un beneficio al consumidor:

"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.



| Eliminación o disminución de sustancias perjudiciales para la salud | | | |
|---|--|---|---|
| PRODUCTO | CARACTERÍSTICA ASOCIADA | MEJORAMIENTO POR INGENIERÍA GENÉTICA | RESULTADO |
| Arroz | Una proteína del arroz puede provocar una reacción alérgica en la piel, que predomina entre los niños japoneses. Esta proteína es estable al calor y resistente a la degradación en el intestino. La destrucción enzimática de la proteína es excesivamente cara. La mutagénesis química tradicional produjo una serie de plantas con cantidades reducidas del alérgeno. | Es posible reducir significativamente el alérgeno al suprimir la expresión del gen que tiene la información para la producción de esa proteína alérgica, sin afectar a las características agronómicas del arroz. | Arroz más sano. Métodos similares pueden ser utilizados para eliminar las proteínas alérgicas del maní, la soja o la nuez del Brasil. |
| Soja | La soja contiene una proteína, denominada P34 que puede producir alergia en ciertas personas. | Es posible obtener una variedad de soja menos alérgica mediante la inhibición de la expresión del gen correspondiente sin alterar la maduración ni la composición de las semillas. | Soja menos alérgica |
| Café | En todo el mundo existe un gran interés por el desarrollo de café sin cafeína. Los métodos actuales para prepararlo emplean solventes orgánicos para extraer la cafeína, lo cual genera la preocupación de la posible presencia de residuos de los solventes en el café. Otros métodos son criticados por alterar el sabor final de la bebida. | Se identificaron los genes involucrados en la síntesis de la cafeína y se están ensayando diferentes estrategias para inhibir su expresión y así obtener un café con menos cafeína pero que conserve su sabor y características originales. | Café descafeinado |

"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.



| Eliminación o disminución de sustancias perjudiciales para la salud | | | |
|---|---|---|--|
| PRODUCTO | CARACTERÍSTICA ASOCIADA | MEJORAMIENTO POR INGENIERÍA GENÉTICA | RESULTADO |
| Gluten | Las proteínas del gluten, presentes en el trigo (gliadina), en el centeno (secalina), en la avena (avenina) y en la cebada (hordeína) al ser ingeridas por determinadas personas, provocan la enfermedad celíaca, que afecta el intestino. El tratamiento actual consiste en eliminar el gluten de la dieta. | Recientemente, se descubrieron los genes que intervienen en la producción de las proteínas del gluten, responsables de la enfermedad celíaca. A partir de este hallazgo se busca mediante ingeniería genética reemplazar o modificar estos genes para que la planta sintetice proteínas del gluten aptas para celíacos. | Gluten apto para celíacos |
| Mandioca | La mandioca es una fuente importante de hidratos de carbono y contiene glucósidos cianogénicos, unas sustancias que pueden provocar una enfermedad degenerativa si la comida no se prepara correctamente antes de su consumo. Las técnicas de mejoramiento tradicional son difíciles debido al modo de reproducción de la yuca. | Para disminuir los niveles de glucósidos cianogénicos mediante ingeniería genética se utiliza una estrategia que permite inhibir la expresión de los genes cuyos productos intervienen en la síntesis de tales compuestos. | Mandioca (yuca) con menor contenido de glucósidos cianogénicos |
| Introducción o aumento de sustancias promotoras de la salud | | | |
| PRODUCTO | CARACTERÍSTICA ASOCIADA | MEJORAMIENTO POR INGENIERÍA GENÉTICA | RESULTADO |
| Vegetales varios | Existen sustancias vegetales, llamadas "fitoquímicas", que estarían involucradas en proporcionar efectos beneficiosos para la salud. Por ejemplo, se cree que algunos fitoquímicos presentes en la cebolla y el ajo, los fitoestrógenos | Las especies del género <i>Brásica</i> como el brócoli o el coliflor tienen alto contenido en glucosinolatos, lo que les daría su sabor y olor característicos. Se están realizando esfuerzos tanto con la ingeniería genética como con la mejora vegetal convencional, para aumentar el | Vegetales con propiedades beneficiosas para la salud. |

"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.



| | presentes en la soja, y los glucosinolatos presentes en el brócoli o coliflor, podrían tener efectos en la prevención de algunos tipos de cáncer. Por otra parte, los flavonoides de frutas y verduras son importantes antioxidantes de la dieta (reducen los efectos perjudiciales de los radicales libres). | nivel de glucosinolatos de sabores suaves agradables y beneficiosos para la salud. | |
|---|---|--|---|
| Tomates | El licopeno es un componente del tomate y tiene un efecto antioxidante, es decir que neutraliza los radicales libres que se producen en el organismo y que llevan al envejecimiento celular y al desarrollo de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. | Mediante ingeniería genética se pueden aumentar los niveles de licopenos agregando los genes que tienen la información para fabricar las enzimas que intervienen en la síntesis del licopeno. | Tomates con mayor contenido de licopeno |
| Modificación en la proporción de macro o micronutrientes | | | |
| PRODUCTO | CARACTERÍSTICA ASOCIADA | MEJORAMIENTO POR INGENIERÍA GENÉTICA | RESULTADO |
| Arroz | El arroz es un alimento básico de muchas áreas de África, Asia y América Latina, pero es deficitario en varios nutrientes esenciales, entre ellos la vitamina A. Su carencia puede provocar ceguera, y exacerba la diarrea, afecciones respiratorias y enfermedades infantiles como el sarampión. La administración oral de vitamina A es problemática, principalmente por la falta de una estructura de transporte | Se ha desarrollado mediante técnicas de ingeniería genética arroz suplementado con provitamina A (betacaroteno). Debido a que no existen variedades de arroz que produzcan provitamina A en el endospermo (parte nutritiva del grano) no es factible un método de mejora convencional. | Arroz dorado, suplementado con provitamina A. |

"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.



| | | | |
|----------------------|---|--|--|
| | y distribución en algunas de las regiones más seriamente afectadas. | | |
| Cultivos oleaginosos | Aceites que se emplean como ingredientes en una serie de productos alimentarios. El consumo de algunos tipos de ácidos grasos, que componen los lípidos, podrían tener consecuencias indeseables sobre el sistema cardiovascular. | Una canola genéticamente modificada que contiene un gen del laurel de California produce aceite rico en laurato, que podría reemplazar algunos aceites que se emplean en productos alimentarios. Se están desarrollando cultivos de canola y soja con una composición de lípidos alterada que podría dar lugar a aceites con una composición más sana, como ácidos grasos insaturados omega-3. | Vegetales con aceites y ácidos grasos de mayor valor nutricional. |
| Cultivos varios | Presencia de almidón que puede tener diferentes aplicaciones industriales. | Cultivos genéticamente modificados con una composición alterada de almidón para adecuar su utilidad a aplicaciones determinadas, como agentes espesantes, excipientes y estabilizantes alimentarios, u otras aplicaciones industriales no alimentarias. | Almidón de composición alterada para su utilización con fines específicos. |
| Papa | Presencia de almidón que absorbe aceites. | Se han desarrollado papas con una composición de almidón alterada que absorbe menos grasa al freírse. | Papas con almidón modificado. |

ACTIVIDADES

Objetivos:

- Interpretar los conceptos explicados en el texto.
- Analizar nuevos desarrollos biotecnológicos y sus aplicaciones.

"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.



- Relacionar los conceptos estudiados con temas vinculados a los requerimientos nutricionales de los seres humanos.
- Relacionar los conceptos estudiados con temas vinculados a las defensas del organismo y la prevención de enfermedades.
- Reconocer los beneficios que los nuevos OGM's ofrecen a diferentes sectores de la población (productores, consumidores, industrias).
- Promover una discusión y debate acerca de las aplicaciones y beneficios de la biotecnología.

Destinatarios: las actividades 1 y 3 pueden aplicarse a los alumnos de EGB y de Polimodal, ya que abordan temas vinculados a la nutrición y la salud que, con diferentes niveles de complejidad, se abordan con estos alumnos. La actividad 2, en particular, está destinada a alumnos de Polimodal ya que profundiza temas vinculados al metabolismo, la genética y la síntesis de proteínas que requieren de un mayor nivel de conceptualización.

Consideraciones metodológicas: A partir del desarrollo de los alimentos transgénicos, un tema controvertido en la sociedad, se han planteado argumentos que van desde la biotecnología como la salvación del hambre en el mundo hasta su rechazo por considerarla perjudicial para el ambiente y la salud. Esta controversia en ocasiones deriva en un debate en el cual se desvía la atención de un punto fundamental, que se refiere al uso adecuado y responsable de los descubrimientos científicos y las nuevas tecnologías.

Al considerar temas controvertidos es interesante alentar en los alumnos la discusión a través del planteo de conocimientos y puntos de vista que expliquen las diferentes posiciones en el tema. La propuesta de una argumentación fundamentada sugiere la construcción del conocimiento a partir de información concreta, aportada por fuentes confiables que dan cuenta de los conocimientos científicos que se están estudiando.

Las actividades que se plantean en este Cuaderno aportan información acerca de las investigaciones científicas y las posibles aplicaciones de los nuevos desarrollos biotecnológicos. Los ejemplos que se ofrecen en las Actividades y en el texto central, pueden contribuir al planteo de una argumentación fundamentada acerca de las posibilidades de la biotecnología para atender las necesidades de la producción agrícola y las demandas de una población en constante crecimiento, sin destruir el ambiente y los recursos naturales.

ACTIVIDAD 1: Aplicaciones de nuevos OGM's

"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.



A continuación se presentan textos breves referidos al desarrollo de nuevos productos biotecnológicos. Estos fragmentos fueron extraídos de *Novedades de Biotecnología* publicadas recientemente en el sitio www.porquebiotecnologia.com.ar al que se puede acceder para ampliar la información acerca de estos casos y muchos otros que allí se exponen.

Nota para el docente: se sugiere seleccionar y agregar otros casos, que se pueden extraer del sitio mencionado arriba, para enriquecer la discusión y ampliar el estudio de nuevos OGM's. Si fuera posible, se recomienda que los alumnos accedan al sitio mencionado y busquen los desarrollos biotecnológicos de interés. Es interesante aprovechar este trabajo para identificar y analizar con los alumnos las fuentes de las cuales proviene la información científica, su procedencia y confiabilidad. ¹

A continuación de estos casos, se plantea una serie de consignas para analizar y discutir en grupo acerca de estos OGM's.

- a. Un grupo de científicos australianos están desarrollando vacunas comestibles contra el sarampión basada en un fragmento del virus que pueda ser insertado en una planta comestible. Según los investigadores, las vacunas orales derivadas de cultivos que crecen fácil y localmente podrían mejorar la distribución, la administración e inclusive podrían provocar una respuesta inmune más eficiente que las vacunas convencionales.
- b. La Comisión Californiana de Arroz aprobó la solicitud para sembrar por primera vez en el Estado de California un cultivo transgénico que produce fármacos. El arroz fue modificado genéticamente para producir dos proteínas humanas que combaten las infecciones: la lactoferrina y la lisozima. Estas proteínas se aplicarían para prevenir infecciones en niños.
- c. Científicos del Servicio de Investigación Agraria de EEUU han obtenido cepas del hongo *Fusarium sporotrichoides* transformadas genéticamente para que produzcan licopeno y otros carotenoides. El licopeno es el pigmento carotenoide que hace que los tomates sean rojos, y es considerado como un "nutraceútico" por sus propiedades beneficiosas (en este caso antioxidantes) para la salud. En el mercado puede encontrarse suplementos dietarios con licopeno para aquellas personas que no comen este tipo de alimento. Este hongo genéticamente modificado evitaría la purificación de licopeno a partir de tomates.
- d. Cuatro centros de investigación mundial, de EE.UU., Suiza y Holanda, dedican su tiempo a mejorar genéticamente el cultivo de yuca (mandioca). Con la transferencia de genes, lograron plantas de yuca que:

¹ Para acceder a la fuente original de la cual fueron extraídas las noticias del *Novedades*, ingrese al buscador en la página central de www.porquebiotecnologia.com.ar, seleccione la noticia de interés y al final de la misma, haga click en el botón IR.



- retienen la caída de sus hojas: esto aumenta la capacidad de fotosíntesis de la planta y, por ende, su productividad, lo mismo que una mayor disponibilidad de hojas para las comunidades rurales que las consumen como legumbre;
- tienen menor contenido de cianuro: así muchas variedades amargas –que son más resistentes en el campo– podrán hacerse comestibles;
- contienen mayor contenido de carbohidratos: esto se traduce en mayores contenidos de almidón para la agroindustria;
- resisten el ataque de malezas, plagas y enfermedades que arrasa con las plantaciones.

Comentarios para el docente sobre los textos a analizar

- 1) Los textos a y b citan ejemplos de lo que se popularizó como "tercera ola de OGMs": la utilización de plantas como fábricas de moléculas. Ej: obtención de fármacos, vacunas, etc. La presente edición de El Cuaderno se focaliza en la producción de mejores alimentos eliminando o disminuyendo sus factores anti-nutritivos, toxinas o alérgenos, introduciendo o aumentando los factores promotores de la salud (como los antioxidantes) y / o modificando la proporción de sus componentes (como la modificación de la proporción de ácidos grasos en el aceite). Para profundizar sobre el empleo de las plantas modificadas genéticamente como fábricas de moléculas recomendamos revisar El Cuaderno N° 27.
- 2) El ejemplo c se focaliza en cepas de hongos para la producción de aditivos o suplementos alimentarios. Es importante aclarar que no se consideraría al hongo MG un alimento mejorado en sí mismo, sino un organismo generador de un producto útil para la industria, en este caso, alimenticia.
 1. A partir del análisis de cada caso:
 - Identificar cuál es el organismo modificado.
 - Determinar cuál es la característica alterada o introducida.
 - Establecer cuál es el resultado de la modificación genética.
 - Señalar si ofrecería un beneficio al productor y/o al consumidor.
 - Explicar cuál podría ser el beneficio para el productor y/o para el consumidor (rendimiento, nutrición, salud, etc.).
 2. Diseñar una tabla para incluir las respuestas anteriores.

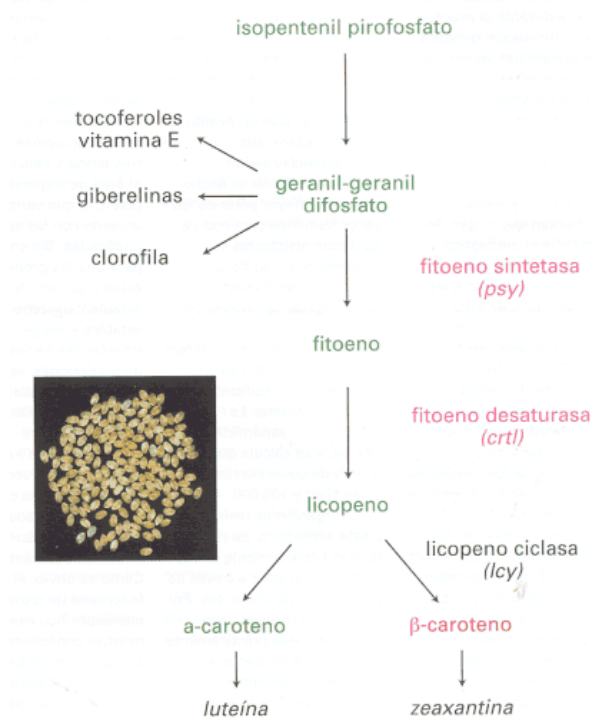
"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo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



ACTIVIDAD 2. Modificaciones genéticas y metabolismo

Nota para el docente: Esta actividad está destinada particularmente a alumnos de Polimodal que pueden interpretar el significado de una ruta metabólica como una secuencia de reacciones químicas catalizada por enzimas (proteínas que aceleran reacciones químicas), cuya síntesis está codificada en los genes. Es importante que los alumnos puedan comprender que la ingeniería genética interviene justamente en la información genética y, en consecuencia, en las proteínas que participan en las rutas metabólicas. Esto significa que los investigadores deben poseer un conocimiento detallado de las rutas metabólicas del organismo que intentan modificar.

A continuación se muestra un esquema que representa la ruta de síntesis de los carotenos y representa las modificaciones genéticas para obtener “arroz dorado”, que produce beta carotenos (provitamina A). El objetivo de la actividad es interpretar las modificaciones genéticas que alteran el metabolismo vegetal y permiten desarrollar el “arroz dorado”, a partir de las consignas que se plantean luego.



Un grupo del Instituto de Tecnología de Basilea (Suiza) ha introducido en el cultivo de arroz los genes de las enzimas *fitoeno sintetasa* y *fitoeno desaturasa* obtenidas de otros organismos. Se han remarcado en color magenta las enzimas cuyos genes fueron introducidos en el cultivo. Este cultivo transgénico está actualmente en etapa de desarrollo y será introducido en forma gratuita en los países asiáticos cuando termine de evaluarse su aptitud nutricional. (Extraído y adaptado de *Ciencia Hoy, Volumen 11 - N° 62* Abril / Mayo 2001).

Consignas para la interpretación del esquema:

- El tejido del grano de arroz produce geranil - geranil difosfato, una sustancia que es precursora de la síntesis de los carotenos a partir de los cuales se sintetiza la provitamina A. ¿Por qué, sin embargo, el grano de arroz no produce la provitamina A?

"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.



- b. ¿Cuál es la modificación que se introduce en esta ruta metabólica para permitir la síntesis de carotenos en esta planta?
- c. Mediante la ingeniería genética se modifica el ADN de la planta. ¿Cómo es posible alterar una ruta metabólica a partir de la modificación del ADN? Detallar el proceso por el cual la información genética se expresa en la célula (síntesis de proteínas).
- d. ¿Cuál es el sustrato y cuál es el producto de la enzima fitoeno sintetasa?
- e. ¿Cuál es el sustrato y cuál es el producto de la enzima fitoeno desaturasa?
- f. A partir de esta modificación se produce β -caroteno, un precursor de la vitamina A, el objetivo para el cual esta planta fue modificada. ¿Qué significado tiene el término “precursor”?

"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.



ACTIVIDAD 3. Alimentos para consumo humano

A continuación se presentan dos textos extraídos y adaptados de la monografía “*Alimentos y Tecnología de Modificación Genética. Salud y Seguridad en el Consumidor*”. ILSI Europe Concise Monograph Series. 2003.

Se propone leer ambos textos y responder a las preguntas que aparecen a continuación, destinadas a debatir el tema de la seguridad de los alimentos (transgénicos y no transgénicos) destinados a consumo humano.

Texto 1: La papa – un alimento “convencional” que contiene toxinas naturales

Millones de personas consumen diariamente papas: el consumo de papas es únicamente superado por el de trigo, maíz y arroz. El cultivo de la papa redujo el nivel de compuestos amargos tóxicos naturales, los glicoalcaloides (GA) tales como la solanina y la chaconina. Si la papa se hubiera introducido hoy en día como un nuevo alimento sería necesario llevar a cabo una evaluación cuidadosa y un examen detallado de su seguridad para decidir su idoneidad para el consumo humano dada la presencia de estos compuestos. Como los GA se encuentran presentes en un alimento básico que se ha consumido durante milenios, sus efectos no se han examinado rigurosamente como se habría hecho si hubieran sido aditivos sintéticos. Los niveles de GA en las variedades comerciales no presentan, en general, ningún riesgo, aunque ciertos factores como un tiempo frío, los daños causados por las plagas, las heridas u otros tipos de estrés, pueden dar lugar a unos niveles elevados y toxicológicamente inaceptables de GA.

Texto 2: Soja MG que contiene una proteína de la nuez del Brasil

La proteína 2S de la nuez del Brasil, que es rica en aminoácidos azufrados, fue introducida en la soja para mejorar el valor nutritivo de la harina de soja. Sin embargo, se sabe que la nuez del Brasil provoca reacciones alérgicas severas en un pequeño porcentaje de la población humana, y por ello fue necesario realizar una evaluación que determinara si se había introducido o no en la soja una proteína alergénica. Utilizando un ensayo inmunológico en fase sólida se obtuvo un resultado positivo en suero de ocho de un total de nueve individuos con una sensibilidad documentada hacia la nuez del Brasil. Dado que se utilizan derivados de soja como ingredientes en alimentos procesados se decidió que este producto no era adecuado, por lo que su proyecto de desarrollo fue cancelado.

Preguntas para el análisis del texto 1:

- ¿Por qué, según el texto, si la papa se hubiera introducido hoy en día sería necesario un examen de su seguridad para el consumo?
- ¿Por qué, sin embargo, se acepta que es un alimento seguro? ¿Cuál es la evidencia acumulada para asegurarlo?

"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.



- c. ¿Qué ventaja ofrecería en este caso la agrobiotecnología como estrategia para mejorar la calidad de este tipo de alimento?

Preguntas para el análisis del texto 2:

- a. ¿Cuál fue el objetivo del cambio introducido en la soja, en este caso?
- b. ¿Qué efectos secundarios podría provocar esta alteración genética?
- c. ¿Qué exámenes se realizaron para verificar la presencia de la proteína alergénica?
- d. ¿Cuál fue la decisión de los organismos reguladores respecto de este producto antes de destinarlo al consumo humano?

Consignas para el debate de ambos textos:

- **La seguridad alimentaria.** ¿Qué se podría concluir acerca de la seguridad de los alimentos, transgénicos y no, según ambos textos?

Nota para el docente: Es importante tomar en cuenta que ningún alimento, incluidos los convencionales, puede garantizarse como absolutamente seguros, bajo cualquier condición de siembra, cosecha, almacenamiento y consumo para todos los sectores de la población. Los alimentos aprobados poseen un riesgo “normal” aceptable, que se puede controlar.

- **Control y aprobación de los alimentos.** ¿Qué se puede concluir acerca de los estudios de control que atraviesan los alimentos antes de ser aprobados para el consumo humano?

Nota para el docente: El objetivo es llegar a la siguiente idea: los alimentos provenientes de OGM, al igual que los alimentos convencionales, atraviesan controles rigurosos, y que su comercialización en el mercado implica que se ha demostrado su inocuidad. Cada nuevo OGM se evalúa en particular. Esto se relaciona también con la confianza, en ocasiones discutida, en los organismos de regulación y control.

- **Uso apropiado y responsable de los desarrollos científicos.** ¿Cuál fue el resultado del desarrollo de la soja transgénica ejemplificada en el texto?

Nota para el docente: Es interesante discutir con los alumnos que cualquier desarrollo científico, o tecnológico en este caso, resulta bueno o malo según el uso que se le da. La solución no está en detener el avance científico-tecnológico sino en aplicarlo responsablemente. En el caso particular de la soja con proteínas de la nuez de Brasil, un control y uso responsable determinó la cancelación del proyecto y la eliminación del producto.

"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.



Fuentes y Bibliografía de consulta

- Biotecnología de los alimentos. Introducción. Serie de monografías concisas ILSI Europa-Traducción ILSI Sur –Andino. (2000)
- Genetic Modification technology and Food. Consumer health and safety. Serie de monografías concisas ILSI Europa (2001)
- Lámina titulada "La imaginación al poder" con un listado de las aplicaciones de la ingeniería genética que actualmente están en estudio y desarrollo para obtener mejores alimentos y más saludables.
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/laminas/l-hi/imaginacion.pdf>
- “¿Los OGM alimentarán al planeta?” El Correo de la UNESCO. Septiembre 2001.
www.unesco.org/courier/2001_09/sp/planet.htm
- “Del hambre a los OGM: La iniciativa campesina”. El correo de la UNESCO. Enero 2001.
- Alimentos transgénicos. Ciencia Hoy. Vol. 11, N° 62. Abril /Mayo 2001.
<http://www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy62/genetica4.htm>
- Tamborini, Ezequiel. *Biotecnología: la otra guerra*. Fondo de Cultura Económica. 2003.

"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.