

Cultivos Transgénicos, lo que hay y lo que vendrá

La biotecnología moderna basada en la ingeniería genética ha llegado para quedarse. Y, como toda nueva tecnología, es motivo de debates públicos y de algunas campañas que la cuestionan. Es que la biotecnología moderna con el uso de la tecnología del “ADN recombinante” es aún desconocida para algunos, y esto despierta incertidumbre y dudas, si no se cuenta con información confiable y precisa. Por el contrario, La realidad es que desde hace más de 15 años, el mundo siembra cultivos genéticamente modificados y consume sus derivados. De a poco, con información certera, y con las ventajas concretas que ofrece la biotecnología agrícola, las dudas se van disipando. Hoy el mundo se dirige hacia la producción de alimentos más seguros y de mayor calidad y hacia una agricultura que respeta el medioambiente. La biotecnología es una de las herramientas apropiadas que, acoplada al agro, puede generar una amplia gama de beneficios en estos aspectos.

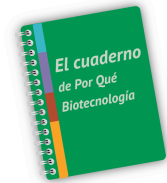
Cultivos transgénicos en la mesa

Los alimentos transgénicos son aquellos que derivan de organismos transgénicos (genéticamente modificados). Aunque comúnmente se habla de alimentos transgénicos para referirse a aquellos que provienen de cultivos vegetales modificados genéticamente, también se emplean enzimas y aditivos obtenidos de microorganismos recombinantes en la elaboración y procesamiento de muchos de los alimentos que ingerimos. La quimosina para coagular las proteínas de la leche y producir queso o algunas pectinasas usadas en la fabricación de mermeladas o el ácido cítrico, son algunos ejemplos de productos derivados de la ingeniería genética que se utilizan desde hace varios años.

En lo que respecta a cultivos agrícolas sólo unas pocas variedades transgénicas son comercializadas en el mundo y sus modificaciones apuntan a mejoras en caracteres agronómicos ([Distribución por cultivo y característica](#)). La superficie estimada sembrada con variedades transgénicas en el mundo va aumentando año a año ([Mapa de distribución del área sembrada con OGM en el mundo](#)). Además de los cultivos principales como la soja, maíz, algodón y canola se sembraron, en superficies mucho más pequeñas, alfalfa, papaya, calabaza, remolacha azucarera, álamo, tomate y pimiento transgénicos. Es decir sólo 11 tipos de cultivos ([Distribución por país](#) y [Distribución por cultivo y características](#)).

En Argentina, los cultivos autorizados para su siembra, consumo y comercialización son la soja, el maíz y el algodón ([Cultivos aprobados y adopción](#)).

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



La importancia de disponer de cultivos tolerantes a herbicidas

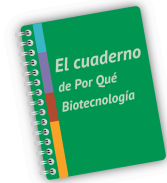
Uno de los mayores retos que debe afrontar el agricultor al producir sus cultivos es el control de las malezas, es decir de todas aquellas plantas que crecen en el agroecosistema y compiten con los cultivos provocando una drástica disminución del rendimiento y la calidad de los mismos. Debido a esto los productores vienen utilizando rutinariamente, desde muchas décadas, diferentes técnicas de control que incluyen la utilización de una batería de herbicidas. Esto es porque la mayoría de los herbicidas comercializados combaten sólo ciertos tipos de maleza y están aprobados para ser usados únicamente en determinados cultivos y en etapas específicas del desarrollo de las plantas. Por otro lado los residuos de algunos herbicidas permanecen en el suelo un año o más y esto debe ser tenido cuenta a la hora de planificar la siguiente siembra. Los cultivos transgénicos tolerantes a los herbicidas pueden resolver muchos de estos problemas porque presentan transgenes que proporcionan tolerancia a herbicidas de amplio espectro, como el glifosato y el glufosinato de amonio, lo que implica que controlan a casi todos los tipos de plantas excepto aquellas que tienen el gen de la tolerancia al herbicida ([Cultivos tolerantes a herbicida \(TH\)](#)). Así, el agricultor puede aplicar un solo herbicida en sus campos sembrados con cultivos tolerantes en la mayoría de las etapas de desarrollo de los cultivos, según se requiera. Otro beneficio importante es que esta clase de herbicidas elegidos se descompone con rapidez en el suelo, lo cual elimina el problema de los residuos de la campaña anterior y reduce los efectos ambientales. El glifosato es “no tóxico” para humanos y otros mamíferos, y es rápidamente degradado por microorganismos del suelo.

La importancia de tener cultivos resistentes a insectos

Numerosas plagas atacan los cultivos agronómicos en diferentes épocas del año y los agricultores deben utilizar distintos plaguicidas sintéticos para salvar las cosechas y evitar grandes pérdidas de rendimiento. Estas aplicaciones traen aparejado problemas de contaminación ambiental y para la salud de los trabajadores y consumidores.

Con la biotecnología moderna y más precisamente con los cultivos “BT”, surgió una forma alternativa o complementaria de proteger la producción agrícola. Los cultivos transgénicos “Bt” constituyen cultivos a los que se les ha incorporado la característica de resistencia a insectos. Este desarrollo fue posible gracias al descubrimiento de una proteína insecticida (y el gen involucrado en su expresión) presente en las esporas de una bacteria del suelo, *Bacillus thuringiensis* (de ahí el nombre BT de los cultivos) ([Cultivos resistentes a insectos o Bt](#)). Sin embargo, a

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



pesar de que los cultivos BT son relativamente nuevos, durante más de cincuenta años se han usado más de 2000 toneladas de esporas Bt o proteínas derivadas de ellas, como alternativas biológicas a los pesticidas convencionales en agricultura orgánica. Estos insecticidas Bt son considerados inocuos para mamíferos y pájaros y menos peligrosos que otros productos tradicionales para los insectos no perseguidos. Sin embargo los pesticidas Bt son de producción costosa y debido a que se degradan rápidamente es necesaria una reaplicación frecuente.

¿Cómo actúa esta proteína? Cuando la proteína es ingerida por un insecto (dípteros, lepidópteros, coleópteros), al llegar al intestino se descompone y libera una toxina llamada “endotoxina delta”. Esta toxina se une al revestimiento intestinal y crea poros que dan como resultado un desequilibrio iónico y parálisis del sistema digestivo del insecto. Después de unos días, el insecto deja de comer y muere. Lo innovador de los cultivos transgénicos Bt, reside en que una versión modificada del gen que codifica la proteína BT ha sido incorporada en el ADN vegetal, de tal modo que la planta transgénica resultante produce la toxina. Cuando el insecto mastica una hoja o barrena el tallo de la planta que contiene Bt, ingiere la toxina y muere a los pocos días.

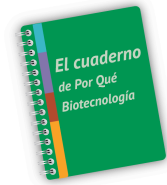
Más recientemente también se han incorporado al maíz genes para otras proteínas insecticidas, las denominadas Vip. En lugar de producirse en las esporas de *Bacillus thuringiensis*, las proteínas Vip forman parte de las estructuras cristalinas que aparecen durante la fase vegetativa de la bacteria. Al igual que las proteínas Cry, se unen específicamente a receptores del sistema digestivo de los insectos plaga que controlan.

El empleo de variedades transgénicas resistentes a insectos (Bt) ha permitido reducir notablemente la cantidad de plaguicidas sintéticos, a la vez que los rendimientos han sido mayores.

¿Hay tomates transgénicos en nuestra mesa?

No hay tomates transgénicos que se comercialicen en Argentina ni en el mundo en la actualidad. Sin embargo, mucha gente supone que el tomate larga vida es un producto transgénico. Sucede que, en algún momento, hubo un tipo de tomate transgénico de lata en Estados Unidos y en el Reino Unido, ahora discontinuado.

El tomate es uno de los cultivos con mayor historia de mejoramiento dado su popularidad como hortaliza. Después de varios años de estudio se identificó una enzima clave en el proceso de maduración del tomate, denominada



poligalacturonasa (PG). A medida que los tomates maduran, la PG degrada la pectina que mantiene unidas las paredes celulares, lo que hace que la fruta se ablande. Un grupo de investigadores descubrió una forma de inhibir el gen de la PG sin intervenir con otros procesos de la maduración, al introducir el *gen antisentido* (imagen especular del gen) en la planta del tomate. De esta forma se obtuvo un tomate con menor producción de PG que maduraba lentamente (ver glosario).

El primer tomate transgénico conocido como *FlavrSavr* fue producido en 1994. El objetivo era conseguir tomates que pudieran cosecharse lo más tarde posible y que llegaran al consumidor con el sabor y la textura óptimas. Para eso se introdujo el gen para retardar la madurez en un cultivar de baja calidad y el producto transgénico fue destinado a la producción industrial y no al consumo fresco. El tomate enlatado se vendió durante algunos años pero luego fue retirado del mercado por motivos comerciales y de percepción pública.

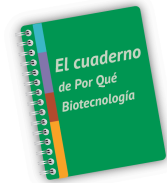
Actualmente no hay ningún tipo de tomate transgénico que se comercialice en el mundo, aunque se demostró científicamente que los primeros tomates transgénicos producidos no representaban riesgo alguno para la salud humana ni animal.

El tomate larga vida corresponde a una variedad que, como otras, se ha obtenido por mejoramiento convencional, esto es, por cruzamientos u otras técnicas y posterior selección de los individuos buscados. En el caso del larga vida, se obtuvo un tomate seleccionado para “durar más en el estante” (así lo describen los productores), logrando así un tomate que soporta mejor el transporte y almacenamiento. Pero no es genéticamente modificado (en el sentido estricto de la palabra), ya que no se le ha agregado genes o material genético a su genoma. Es evidente que en el tomate larga vida se perdieron (no intencionalmente) algunas propiedades de sabor y color, lo que ocurre en el mejoramiento convencional, donde se mejora algún aspecto sin controlar otras propiedades que pueden verse afectadas.

El futuro llegó hace rato... y la biotecnología presenta sus avances

En un futuro no muy lejano, aparecerán los cultivos de segunda generación que ofrecen beneficios directos para la industria y los consumidores. Dentro de estos cultivos se incluyen los que brindan alimentos más sanos y nutritivos que los convencionales (hipoalergénicos, con betacarotenos, etc), alimentos de mayor calidad (mejor sabor), los que producen mayor cantidad o mejor calidad de metabolitos de interés industrial (hidratos de carbono, ácidos grasos,

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



aminoácidos), o los diseñados para ser usados como biorreactores de moléculas de interés farmacéutico (especialmente no producidas por las plantas, como vacunas y anticuerpos), y/o de enzimas de interés industrial. Estos cultivos están hoy siendo ensayados a campo y su comercialización ocurrirá posiblemente en los próximos años. También existen proyectos en desarrollo que involucran otros cultivos transgénicos mejorados en caracteres agronómicos como resistencia a enfermedades provocadas por hongos, bacterias y virus, con resistencia a estrés abiótico (sequía, salinidad, frío, etc.), de maduración retardada, etc.

Nuevas tendencias alimentarias

La agrobiotecnología puede contribuir a la generación de alimentos más sanos a través de la eliminación o disminución de los niveles de factores anti-nutritivos, toxinas o alérgenos; la introducción o aumento de los niveles de factores promotores de la salud o la modificación de la proporción de los nutrientes. Algunos ejemplos son:

Gluten apto para celíacos: La gliadina del trigo, la secalina del centeno, la avenina de la avena y la hordeína de la cebada son proteínas del gluten (prolaminas) que al ser ingeridas por determinadas personas provocan la enfermedad celíaca. El tratamiento actual consiste en eliminar el gluten de la dieta. Recientemente, investigadores descubrieron que las secuencias de aminoácidos responsables de la enfermedad celíaca son similares en todas las prolaminas, lo que constituye un hallazgo alentador para encarar una estrategia de modificación genética. En esta estrategia los genes correspondientes serían reemplazados o modificados para que la planta sintetice una prolamina que no contenga tales secuencias.

Mandioca (yuca) con menor contenido de glucósidos cianogénicos: La mandioca es una fuente importante de hidratos de carbono en todo el mundo y contiene glucósidos cianogénicos, que provocan una enfermedad degenerativa en las personas si la comida no es procesada correctamente antes de su consumo. Las técnicas de mejoramiento tradicional son dificultosas debido a la forma de reproducción de la yuca. Para disminuir los niveles de glucósidos cianogénicos se eligió silenciar genes cuyos productos intervienen en la síntesis de tales compuestos.

Soja menos alergénica: La soja es uno de los alimentos que puede producir alergia en ciertas personas. La mitad de los casos se deben específicamente a una proteína, denominada P34. Recientemente, un grupo de investigadores demostró que es posible silenciar la expresión del gen correspondiente sin alterar la maduración ni la composición de las semillas. También se ha producido una variedad de maní hipoalergénico.

Café descafeinado: 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. Los investigadores

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



identificaron los genes involucrados en la síntesis de la cafeína café y están ensayando diferentes estrategias para silenciarlos y así obtener un café con menos cafeína pero que conserve su sabor y características originales.

Tomates con mayor contenido de licopeno: El licopeno es un carotenoide antioxidante, 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. Se pueden aumentar los niveles de estos compuestos agregando los genes correspondientes a las enzimas que intervienen en su síntesis.

Arroz dorado: A este arroz se le agregaron los genes necesarios para producir beta caroteno, el precursor de la vitamina A. El arroz dorado podría mejorar la salud de millones de chicos, sobre todo en Asia, que sufren de ceguera y cuadros intestinales y respiratorios graves asociados a la deficiencia de esta vitamina.

Canola con una proporción de ácidos grasos más sana: La canola es un importante cultivo oleaginoso. La biotecnología se propone mejorar la calidad del aceite modificando su composición de ácidos grasos, como por ejemplo, elevando la proporción de ácido oleico el cual la hace más saludable. Algunas de estas variedades ya se cultivan.

Batata con mayor contenido proteico

Soja con una proporción más saludable de ácidos grasos.

Maíz con mayor contenido de los aminoácidos lisina, metionina y triptófano.

Papa con mayor contenido de sólidos (especialmente almidón) en los tubérculos y a la vez reduce el contenido de agua. Esto significa que las papas absorben menos grasas cuando se fríen y en consecuencia son más saludables.

Maíz con mayor contenido de almidón.

Potencial de la biotecnología aplicada al mejoramiento de plantas

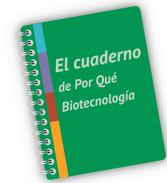
Maduración retardada

Con el retraso en la maduración de los frutos es posible almacenarlos por más tiempo o reducir las pérdidas durante el transporte. El retraso en la maduración también minimiza la pérdida de vitaminas de algunos alimentos antes de que lleguen al consumidor. La tecnología de retraso de la maduración, desarrollada inicialmente para los tomates, se ha aplicado también a otros cultivos como fresas, frambuesas, cerezas, melones, banana, ananá, pimientos, papaya, coliflor y brécol. Hasta el momento ninguno de estos desarrollos ha sido liberado al mercado.

Mejor sabor

La modificación del sabor podría tener beneficios indirectos para la salud al aumentar el consumo de frutas y verduras. Para ello se trabaja en el estudio de ciertas enzimas vegetales llamadas *lipooxigenasas*, involucradas en la defensa de

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



la planta. Algunas de esas enzimas también contribuyen al sabor agradable de frutas y verduras, mientras que otras son responsables del “sabor rancio” que se produce en las verduras congeladas que no han sido sometidas a un corto calentamiento a alta temperatura antes de su congelado. La modificación de los enzimas podría mejorar tanto los sabores como los aromas.

Frutas más dulces sin azúcar adicional.

Se han producido cultivos más dulces (por ejemplo, lechugas y tomates) al transferirles genes de los edulcorantes proteicos naturales, la monelina y la taumatina. Los genes de ambas proteínas provenían originalmente de plantas tropicales. La taumatina es 3.000 veces más dulce que el azúcar. Hasta el momento no hay productos de este tipo en el mercado.

Inhibición del pardeamiento

A través de la modificación de las rutas enzimáticas también es posible retrasar o inhibir el pardeamiento de las frutas como manzanas, peras, bananas o inclusive de la papa. En Argentina, investigadores del INGEBI-CONICET obtuvieron una variedad de papa con alto grado de inhibición del pardeamiento que actualmente continúa en estudio.

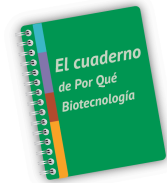
Cultivos como biofábricas de fármacos

Existen desarrollos en alfalfa, maíz, arroz, tabaco, banana y papa como fábricas biológicas que producen fármacos, vacunas y plásticos. Varias ya llegaron a fase de pruebas de campo. Estas plantas deberán ser cultivadas en confinamiento y ser procesadas separadamente de las plantas comunes. La industria farmacéutica deberá extraer y purificar las proteínas recombinantes. Estos compuestos deberán pasar por todas las fases de análisis requeridas por cualquier otro fármaco para su aprobación y posterior comercialización.

Resistencia a enfermedades

Virus, hongos y bacterias producen reducciones importantes en la producción, además de afectar de manera adversa la calidad de los cultivos. Los cultivos resistentes a plagas y enfermedades tienen un enorme potencial de reducir el empleo de compuestos agroquímicos. Para los trabajadores agrícolas esta reducción en el uso de plaguicidas se traduce en beneficios para su salud derivados de una reducción del contacto o del riesgo de inhalación de plaguicidas durante su aplicación.

Distintos genes que codifican las proteínas de Bt han sido insertados en diversas plantas alimenticias, incluidos la col, mostaza, colza, maíz, papas y tomates. La esperanza es que esos cultivos con dicha resistencia incorporada reducirán la dependencia de los pesticidas convencionales. En Argentina existen diferentes proyectos de producción de plantas resistentes a plagas o enfermedades en



etapa de estudio, desarrollo o análisis de bioseguridad como cítricos resistentes a bacterias, soja resistente a hongos, etc. La SAGPYA del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca está evaluando una papa tolerante a virus que probablemente en poco tiempo sea liberada al mercado y un maíz resistente al virus del mal de Río IV. También se están desarrollando poroto, melón, sandía, zucchini y pepino resistentes a virus.

Tolerancia a estreses bióticos

Tolerancia a heladas, sequía, salinidad, etc. Ej. Tomate tolerante a heladas. Soja tolerante a sequía.

Cambios aplicados a plantas ornamentales

La producción de plantas ornamentales demanda mejoras que tienen que ver no solo con la sanidad vegetal sino también con la disponibilidad de nuevos colores, tamaños, cambios en la arquitectura floral, etc. Ya existe en el mercado una rosa y clavel de color azul. También se han desarrollado petunias con un amplio rango de pigmentación, claveles con senescencia retardada, flores con modificaciones estructurales, por ejemplo con mayor número de pétalos.

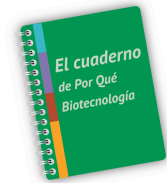
CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

El tema abordado en este Cuaderno acerca de las múltiples aplicaciones que tienen los derivados de OGMs en productos de consumo cotidiano, en concreto, los alimentos, ofrece la oportunidad de replantear y reflexionar acerca de qué se considera un producto transgénico, su injerencia en la vida personal, y sus implicancias en la vida social y productiva del país. Estas reflexiones permiten acercar a los alumnos a los conceptos y los métodos científicos en que se basa la biotecnología.

Es importante aclarar qué se considera alimento transgénico. Los alimentos transgénicos son aquellos que derivan de organismos transgénicos o genéticamente modificados. Aunque comúnmente se habla de alimentos transgénicos para referirse a aquellos que provienen de cultivos vegetales modificados genéticamente, es importante recalcar que en la elaboración y procesamiento de muchos de los alimentos que ingerimos también se emplean enzimas y aditivos obtenidos de microorganismos transgénicos (o recombinantes).

Resulta interesante plantear la alimentación y el mejoramiento de alimentos no sólo como parte de la función biológica de la nutrición, sino como una actividad que involucra otros aspectos de la vida humana y que, por lo tanto, fue variando

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

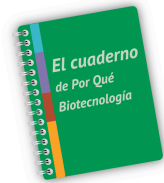


en el tiempo, en diferentes épocas y culturas. La alimentación involucra aspectos sociales, económicos y ambientales, y afecta tanto la salud individual como el desarrollo de una población. El caso particular de los alimentos transgénicos, se inserta en un contexto de desarrollo científico y tecnológico dominado por la "revolución genética".

Respecto de la controversia alrededor de los alimentos transgénicos, los ejemplos que se analizan en el texto permiten concluir que la biotecnología puede responder a necesidades puntuales y ofrecer soluciones a circunstancias específicas relacionadas con la alimentación, la salud y la disponibilidad de alimentos. También es importante dejar en claro que la biotecnología moderna complementa (y no reemplaza) a las técnicas que emplea la agricultura tradicional en el mejoramiento de los cultivos, y que ofrece soluciones puntuales a problemáticas específicas, como plantas resistentes a las sequías, o una mayor proporción de nutrientes en alimentos que constituyen la base de la dieta en determinadas regiones.

CONCEPTOS RELACIONADOS

Ingeniería genética. Alimentación y nutrición. Seguridad alimentaria. Agricultura. Biotecnología tradicional y moderna.



ACTIVIDADES

Actividad 1. Repaso de conceptos

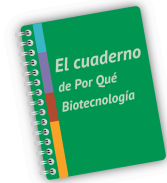
A partir de la teoría presentada en el cuaderno trabajar la siguiente grilla, y las preguntas de múltiple opción que se enumeran luego. Si fuera necesario, consultar otros Cuadernos a los que se hace referencia en el texto, que amplían la información.

a) Grilla:

1.										A												
2.										G												
3.										R												
4.										O												
5.										B												
6.										I												
7.										O												
8.										T												
9.										E												
10.										C												
11.										N												
12.										O												
13.										L												
14.										O												
15.										G												
16.										I												
17.										A												

1. Cultivo transgénico resistente a virus cultivado en algunos países
2. Tipo de herbicida.
3. Plaga del maíz al que apunta la resistencia en los maíces BT.
4. Cultivo agronómico transgénico con resistencia a insectos aprobado en Argentina.
5. Nombre dado a los primeros cultivos transgénicos resistentes a insectos.
6. Hormona producida por ingeniería genética a partir de la década del 80 que se suministra a los diabéticos.

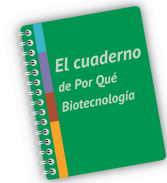
El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso.



7. Enzima derivada de un microorganismo genéticamente modificado que es utilizada por la industria láctea en la producción de queso.
8. Bacteria del suelo que forma cristales de una proteína insecticida.
9. Agroquímicos utilizados para controlar el crecimiento de malezas.
10. Tipo de metodología usada para obtener el tomate larga vida en Argentina: Cruzamiento.....
11. Tipo de rasgo mejorado en los cultivos transgénicos de primera ola o primera generación.
12. Variedad de arroz transgénico que posee los genes necesarios para producir beta caroteno, el precursor de la vitamina A.
13. Nuevo cultivo transgénico tolerante al herbicida glifosato cultivado en otros países (no así en Argentina).
14. Comisión Nacional dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca que evalúa el riesgo ambiental inherente a un nuevo cultivo transgénico en Argentina.
15. Tecnología que permite cortar y pegar moléculas de ADN de diferente origen.
16. Tecnología utilizada para silenciar el gen de la poligalacturonasa en el tomate de madurez retardada Flavr savr.
17. Uno de los cultivos transgénicos aprobados en Argentina para consumo y comercialización.

Respuestas:

1. PAPAYA
2. GLIFOSATO
3. BARRENADOR DEL TALLO
4. ALGODÓN
5. BT
6. INSULINA
7. QUIMOSINA
8. BACILLUS THURINGIENSIS
9. HERBICIDA
10. TRADICIONAL
11. AGRONÓMICO
12. ARROZ DORADO
13. ALFALFA
14. CONABIA



15. INGENIERÍA GENÉTICA

16. ANTISENTIDO

17. SOJA

b) Preguntas de múltiple opción

Indicar la respuesta correcta con una X

1- El maíz Bt es:

- un cultivo mutante
- un OGM X

2- En Argentina se cultivan variedades transgénicas de:

- tomate
- arroz
- algodón X
- maíz X
- trigo
- uva
- lechuga
- soja X

3- El tomate larga vida que se consume en Argentina es:

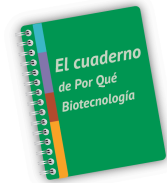
- una variedad mutante
- un híbrido X
- un cultivo OGM

4- La soja transgénica que se cultiva principalmente en el mundo es:

- Resistente a insectos
- Tolerante a herbicidas X
- Tolerante a sequía
- Tolerante a herbicidas y resistente a insectos

5- Se llama evento a:

- una recombinación o inserción particular de ADN ocurrida en una célula vegetal a partir de la cual se originó la planta transgénica X
- una mutación en una célula vegetal a partir de la cual se originó una planta transgénica
- una planta transgénica



6- En Argentina los organismos que regulan la aprobación de una planta transgénica son:

- SENASA X
- Ministerio de salud
- INDEC
- Dirección de Mercados Agrícolas X
- CONABIA X
- AFA

Actividad 3. Propuestas y debate

Esta actividad tiene como disparador plantear en clase la siguiente pregunta:

¿Qué cambios les gustaría introducir en las frutas o en otras plantas?

El docente podría ilustrar con ejemplos: manzanas más dulces, sandías menos pesadas, bananas con vacunas incorporadas.

Es importante discutir entre todos si las propuestas son pertinentes y si tienen en cuenta su aporte al bienestar de las personas, o del agricultor o el industrial. El docente señala aquellas que son “aprobadas” por todos. Si la actividad se desarrolla con niños pequeños, se pueden dibujar estas ideas y ser expuestas en las paredes del aula con el nombre de: ‘El descubrimiento del año’.

Actividad 4

Análisis de una tabla de datos. La tabla del siguiente link presenta los países que cultivaron transgénicos en el último año, los cultivos, y el área con OGM

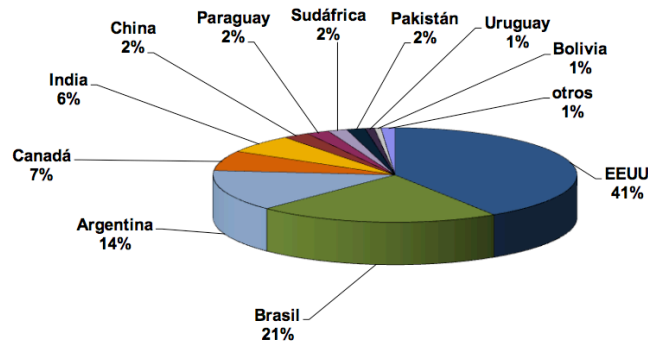
([Distribución por país](#))

- 1-¿Qué país es el principal productor de cultivos transgénicos?
- 2-¿Cuáles son los cultivos transgénicos más cultivados en el mundo?
- 3- Si el total de OGM cultivados en el 2012 alcanzó las 170 millones de hectáreas ¿cuál es el porcentaje de cultivo de OGM por país?
- 4- ¿Qué país cultivó aproximadamente el 14% del total de transgénicos en el mundo durante el último año?
- 5- ¿Qué países Europeos cultivaron transgénicos en el último año?
- 6- ¿Qué cultivos transgénicos se cultivaron en el mundo durante el último año?

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



**Área global cultivada con OGM, por país
(sobre 170 millones de hectáreas)**



Fuente: ISAAA, 2012

Respuestas:

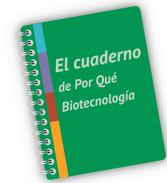
1. USA
2. Soja, maíz y algodón.
4. Argentina
5. Rumania, España, Portugal, R. Checa, y Eslovaquia
6. Soja, maíz, algodón, alfalfa, papaya, calabaza, remolacha azucarera, canola, álamo, tomate y pimiento transgénicos.

NOTA: Este gráfico se actualiza año a año en www.argenbio.org, sección Cultivos aprobados y adopción.

Material de consulta

1. *BIO... ¿QUÉ? Biotecnología, el futuro llegó hace rato.* Alberto Díaz. (2005). Colección "Ciencia que ladra...". Siglo XXI Editores Argentina S.A. Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
2. Documentos de la biblioteca del Consejo Argentino para la Información y el desarrollo de la Biotecnología (ArgenBio). Adopción, beneficios e impacto.
<http://www.argenbio.org/index.php?action=biblioteca&opt=8>
3. Clive James, ISAAA, 2013. Situación global de los cultivos transgénicos comercializados 2012 (resumen ejecutivo). - Idioma Español. Informe actualizado que muestra la adopción y distribución de los cultivos transgénicos en todo el mundo.
www.isaaa.org <http://www.argenbio.org/index.php?action=notas¬e=6422>

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



4. *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal*. (2004). Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Editores: Dra. Viviana Echenique, Dra. Clara Rubinstein, Ing. Agr. Luis Mroginski.

<http://www.argenbio.org/>

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