

¿QUÉ SON LOS TRANSGÉNICOS?

PARTE A. ¿QUÉ SON Y CÓMO SE OBTIENEN LOS ORGANISMOS TRANSGÉNICOS?

El término "transgénico" está a la orden del día en los medios de comunicación (fig. 1), pero ¿sabemos realmente lo que significa? ¿Y sabemos lo que está ocurriendo?

Qué vamos a estudiar

Qué vamos a estudiar:

Parte A: ¿Qué son y cómo se obtienen los organismos transgénicos?

Parte B: Repercusiones en la sociedad. Argumentos a favor y en contra.

La multinacional Monsanto renuncia a comercializar semillas transgénicas "Terminator"

Los cultivos con esta técnica no permiten la repalntación para posteriores cosechas

Los restaurantes británicos deberán si sirven transgénicos

Multas de hasta 1,2 millones para los infractores

La UE impone criterios unificados para el etiquetado de transgénicos

Sólo se especificará si algún ingrediente está alterado en más del uno por ciento

Un juez brasileño ordena destruir los cultivos de soja transgénica

Figura 1. Noticias publicadas en la prensa durante el último trimestre de 1999.

Llamamos así a aquellos alimentos procedentes de organismos a los que se les ha cambiado, añadido o suprimido algún **gen** con una finalidad específica, es decir, que el conjunto de sus genes ya no es el característico de su especie. Ello les confiere algún tipo de propiedad de la que carecían antes del cambio.

Organismos transgénicos vegetales

La mayoría de los organismos manipulados genéticamente son vegetales: los expertos predicen que el 25% de los cultivos del año 2005 será de plantas transgénicas. Ya se han obtenido:

- a) variedades de maíz que resisten las heladas gracias a la incorporación de un gen de un pez muy resistente al frío; otras que resisten a determinadas plagas por poseer un gen del trigo y otras que resisten a varios herbicidas gracias a poseer un gen bacteriano;
- b) variedades del trigo más nutritivas y resistentes a las plagas y a los herbicidas gracias a haber incorporado ciertos genes de insectos y bacteria;
- c) una variedad de tomate que madura lentamente y así no se estropea antes de su venta, gracias a anular el gen que regula su maduración;
- d) se trabaja en la inserción de genes "nif" que posibilitan el aprovechamiento del nitrógeno atmosférico para plantas que necesitan este elemento y que podrían crecer en suelos pobres en él.

Organismos transgénicos animales

En el caso de los animales se han conseguido en 1982 ratones gigantes al introducirles el gen de la hormona del crecimiento de rata; y salmones que resisten mejor las bajas temperaturas por haber incorporado un gen de otra especie que vive en el Ártico; también se han obtenido carpas que crecen más rápidamente, gracias al gen de la hormona del crecimiento de la trucha arco iris.

¿Cómo se obtiene una planta transgénica?

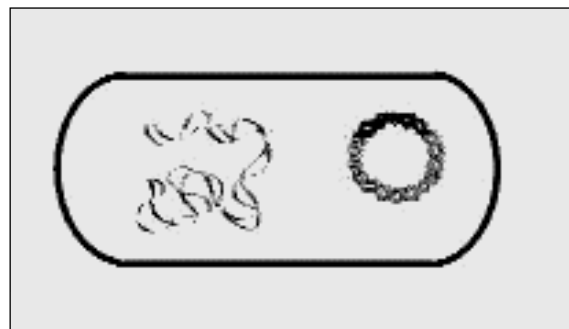
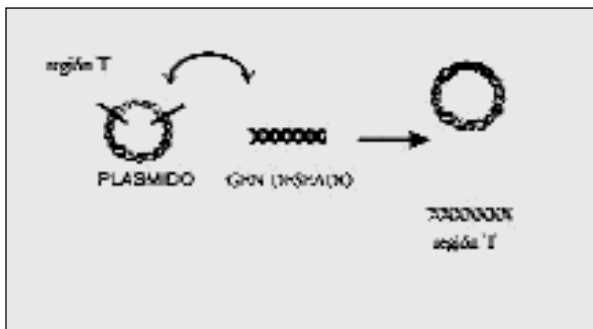
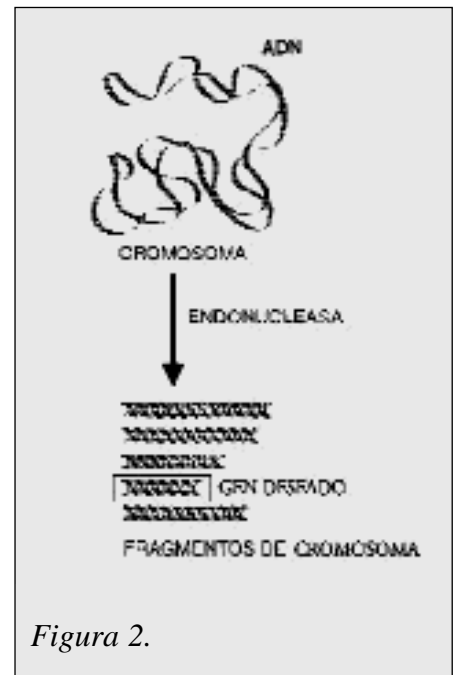
Las técnicas empleadas para introducir un gen extraño en un organismo superior, pueden ser variadas, pero con plantas la

más empleada es la siguiente: se utiliza una bacteria para que introduzca el gen deseado en los cromosomas de las células vegetales a las que infecta.

Veamos el ejemplo de *Agrobacterium tumefaciens*, una bacteria responsable de la aparición de tumores llamados agallas en el tallo de algunos vegetales, como el tabaco y el algodón.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Seleccionar y aislar el gen que se desea introducir a partir del organismo que lo posee. Para ello se utilizan enzimas especiales que actúan a modo de tijeras moleculares (endonucleasas), reconocen el sitio donde deben cortar el gen que interesa y lo separan del resto del cromosoma. También podemos fabricar nosotros mismos el gen, si conocemos su secuencia completa de bases.
2. Incorporar el gen deseado a una pequeña molécula de ADN "extracromosómico" llamada **plásmido** en el interior de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Este plásmido contiene una porción (región T) responsable de la proliferación incontrolada de tejido en la planta. Si conseguimos intercambiar el gen ventajoso (por ejemplo, uno que codifique la síntesis de una proteína que dé resistencia a la planta frente a las plagas de mariposa) por el gen maligno causante del **tumor**, conseguiremos un doble objetivo.



Figuras 3 y 4

- Dejar que la bacteria con el plásmido transformado infecte a la planta. Cuando se abre una herida, la *Agrobacterium tumefaciens* penetra en el interior y transfiere los genes del plásmido a los cromosomas de las células vegetales, que los incorporan a su **genoma**.

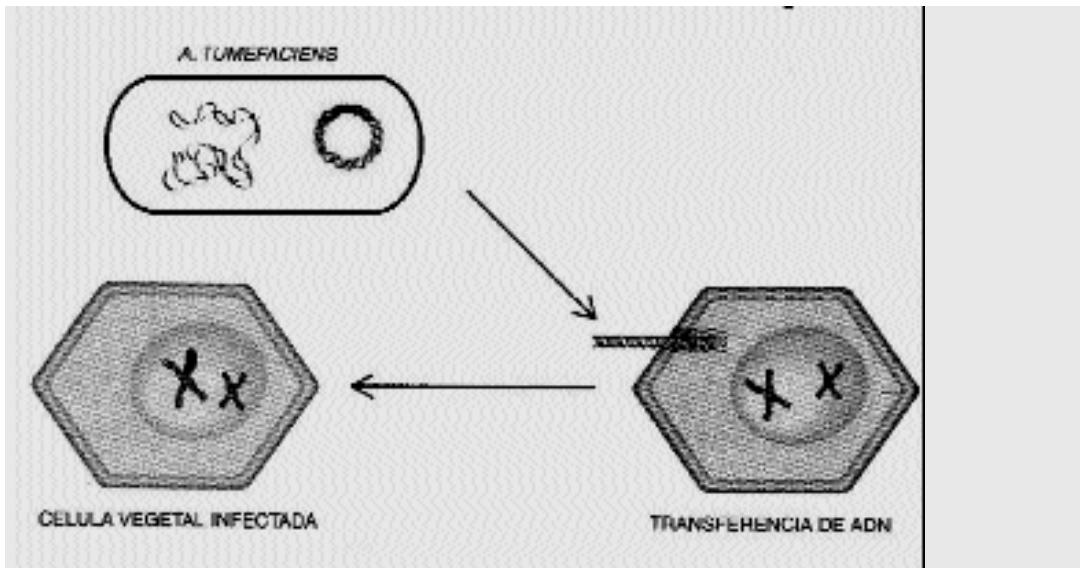
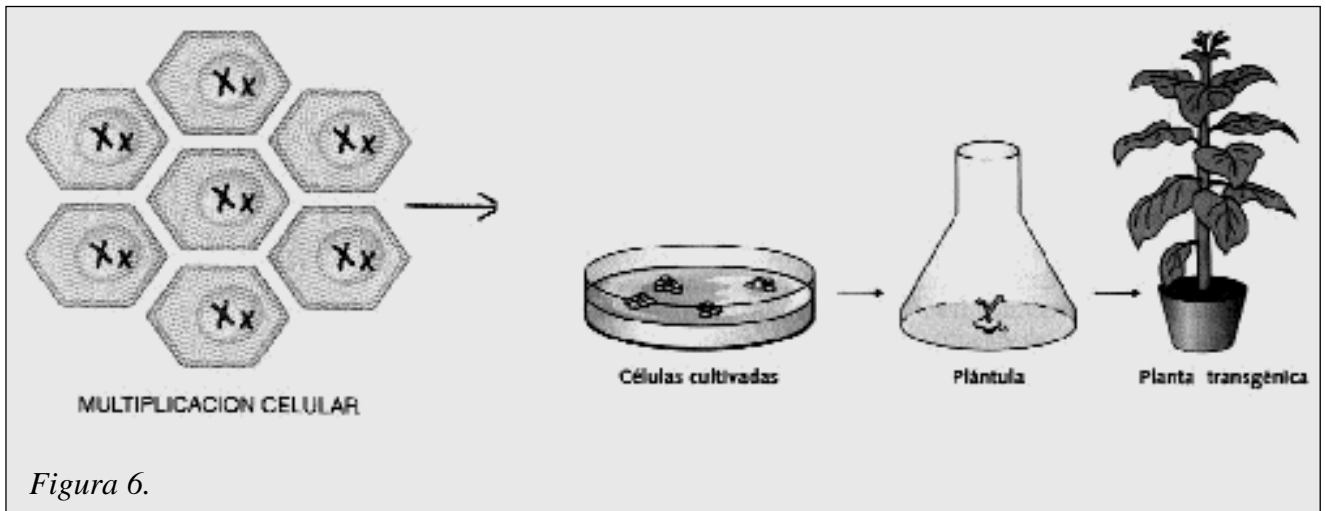


Figura 5.

- Las células transgénicas resultantes del proceso anterior se cultivan y se multiplican en el laboratorio.
- Se obtienen plántulas, a partir de células transgénicas, cuyas células poseen todas el gen "extraño". (Ten en cuenta que es posible obtener una planta entera a partir de una única célula. Los buenos jardineros ya saben esto desde hace tiempo y lo llevan a la práctica cuando plantan un esqueje y obtienen una planta a partir de una hoja o un tallo).
- Se transplantan las plántulas para el cultivo agrícola. Un ejemplo puede ser la producción de maíces transgénicos que resisten a las mariposas, pues fabrican contra ellas su propio insecticida específico.



P1. Elabora un glosario de términos con las palabras del texto que aparecen en negrita.

P2. Explica la posible ventaja que supone para un cultivo de maíz su resistencia a herbicidas.

P3. Comenta con tus compañeros la siguiente noticia aparecida en la prensa (28-9-99): "Investigadores de la multinacional Monsanto, en colaboración con científicos suizos, han modificado plantas para que produzcan un plástico especialmente útil y biodegradable; ...las plantas pueden resultar ser las factorías de plásticos del futuro, una vez modificadas genéticamente para incorporar ciertos genes bacterianos".

Aporta opiniones sobre la conveniencia o inconveniencia de producir plástico de esta forma.

P4. ¿Tú que harías?

Bacillus thuringiensis es una bacteria que vive en el suelo y que produce una proteína muy venenosa para los insectos, pero inocua para los demás animales y plantas.

La proteína de *Bacillus thuringiensis* ya se usa como insecticida, pero de dos maneras diferentes:

- * La multinacional Monsanto ha introducido el gen en otra bacteria para producir un insecticida obtenido de esa nueva bacteria. Con él se rocían las hojas de las plantas cultivadas. Las plantas quedan protegidas rápidamente al ser inmediatamente fumigadas; sin embargo, será necesario volver a fumigar las plantas a intervalos regulares.
- * La otra opción es manipular genéticamente esa variedad y plantar ejemplares transgénicos, de modo que todos los descendientes producirán la nueva proteína insecticida "espontáneamente".

PARTE B. REPERCUSIONES EN LA SOCIEDAD. ARGUMENTOS A FAVOR Y EN CONTRA.

Actividad de debate

En primer lugar lee atentamente los textos que siguen, después intenta contestar razonadamente a las preguntas propuestas y, para terminar, debate con tus compañeros tus opiniones, primero en pequeño grupo, luego con toda la clase. Para ello nombraréis un representante del grupo que hable en nombre de los demás. Debes formar parte de un grupo que defienda una de las dos posturas (la que os indique vuestro profesor): a favor o en contra de la producción de alimentos transgénicos.

Texto 1. Argumentos a favor de su producción

El aumento de la población mundial es un hecho. Ya somos 6.000 millones de personas en el mundo y sólo en la última década el incremento ha sido de 1.000 millones de personas y se espera que aumente otro tanto en los primeros años del siglo XXI. Dicha tendencia puede conllevar la escasez de alimentos para este elevado número de individuos.

Para paliar dicha problemática contamos con la biotecnología necesaria para aumentar la producción de alimentos en el mundo. Las especies transgénicas pueden facilitar su obtención:

Se pueden obtener plantas transgénicas que generen defensas contra la acidificación del suelo, la cual afecta al 40% de las tierras cultivadas, y también cultivos con capacidad para resistir condiciones extremas de salinidad y temperatura.

Hay plantas transgénicas resistentes a enfermedades y plagas y que no necesitan apenas dosis de herbicidas. Por ejemplo, se puede sembrar maíz transgénico resistente a cierta enfermedad llamada taladro.

Se puede mejorar la calidad de los alimentos vegetales retrasando el proceso normal de maduración de estos productos. Con ello se evitan largas permanencias en cámaras frigoríficas que encarecen los costes.

Los transgénicos pueden servir para la obtención de productos

biodegradables como aceites y plásticos.

A partir de plantas transgénicas se pueden producir medicamentos y es posible obtener compuestos menos contaminantes e incluso que eliminen parte de la contaminación medioambiental.

Otros argumentos, esgrimidos en defensa de estos productos cuando se les ponen objeciones, son de este tipo:

... "de hecho, ¿no es cierto que la naturaleza ha realizado el mismo proceso a lo largo de la evolución con algunas especies"?

... "estos productos están sometidos a rigurosos controles tanto en lo que se refiere a su efecto sobre la salud como sobre el medio ambiente".

Texto 2 . Argumentos en contra de su producción

No es necesaria la presencia de alimentos transgénicos en el mercado, ya que por el momento existen alimentos suficientes para abastecer a la Humanidad varias veces; es un hecho que algunos países (ricos) reciben subvenciones para eliminar los excedentes de sus productos.

Los actuales métodos de producción intensivos han conseguido que el medio agrícola sea cada vez más dependiente de herbicidas, pesticidas, etc. que protegen dichos cultivos de las plagas. El resultado es el empobrecimiento del suelo, su erosión y el agotamiento de los acuíferos. Ante el peligro y coste que supone el uso (y abuso) de los productos químicos surgen los transgénicos como solución propuesta por la Ciencia. Sin embargo, parece que en vez de paliar las necesidades ha venido a acentuar las diferencias entre los distintos niveles de desarrollo de los países.

Distintas personalidades que no creen en los supuestos beneficios de la introducción de variedades transgénicas opinan que:

Puede haber posibles efectos para la salud producidos por todas estas variedades, entre ellos las alergias: en 1987, en EE.UU. 30 personas murieron y más de mil fueron hospitalizadas, al parecer debido a la ingesta de un aditivo producido por una bacteria manipulada genéticamente.

Patente: registro sobre una invención con objeto de que nadie más pueda utilizarla sin consentimiento de su creador. Para obtenerlo generalmente se llega a acuerdos económicos. Un organismo modificado genéticamente no existía en la naturaleza con anterioridad y, por tanto, puede patentarse, es decir, registrarse como propiedad de su creador, de modo que para cualquier uso o aplicación de ese organismo sea necesario el permiso del laboratorio que posee la patente.

Muchos productos transgénicos contienen genes que les hacen resistentes a antibióticos. Su ingesta puede producir en el consumidor resistencia a estos antibióticos, de modo que si los necesita, no le produzcan efecto.

Los transgénicos son perjudiciales para el medio ambiente, ya que disminuyen las variedades de las especies; eso sin contar con el peligro de que parte del polen de las plantas transgénicas contacte con las silvestres y las hibride de forma permanente, lo que conllevaría la pérdida del control del proceso.

También hay variedades estériles, que obligan al agricultor a depender continuamente de los proveedores que suministran dichas semillas y a pagar los derechos de utilización de las patentes a las multinacionales que monopolizan el mercado.

Los vegetales transgénicos se comercializan mezclados con los normales y las compañías se niegan normalmente al etiquetado distintivo, con lo que el ciudadano se encuentra totalmente indefenso sin posibilidad de elección.

Cuestiones para discutir

A continuación intenta responder razonadamente a las siguientes preguntas:

1. ¿Piensas que los beneficios de los transgénicos llegarán a toda la Humanidad?
2. ¿Crees que nosotros seleccionamos nuestras creaciones del mismo modo que lo hace la Naturaleza?
3. ¿Llegará un día en el que las semillas silvestres estén guardadas en "bancos de semillas"?
4. En la actualidad las biopatentes las monopolizan unas pocas compañías multinacionales. ¿Qué consecuencias puede tener esto?
5. ¿Crees que están previstos todos los efectos derivados del consumo de estos "nuevos alimentos"?
6. ¿Piensas que la polémica suscitada en torno a los transgénicos puede deberse más a los efectos perjudiciales conocidos o al temor a lo desconocido?
7. ¿Confías en la eficacia de las medidas de control de la UE sobre las autorizaciones para comercializar estos productos?
8. ¿La Humanidad paga siempre un precio a cambio del progreso?

9. ¿Por qué se discute sobre los alimentos transgénicos y no sobre los medicamentos obtenidos a partir de bacterias modificadas genéticamente?
10. ¿Qué crees que es más perjudicial para una planta, los plaguicidas o la introducción en ella de un gen extraño? ¿y para los consumidores?

ELABORACIÓN DEL MAPA DEL GENOMA HUMANO

Contenidos científicos:

Gen, gen extraño, bacteria, enzimas, plásmido, tumor, genoma, biopatente.

Conexión con los bloques de contenido del currículo:

Bloque 6. Diversidad y unidad de los seres vivos: Introducción al estudio de los cromosomas.

Bloque 7. Las personas y la salud: La salud y la enfermedad. La nutrición humana.

Temas transversales:

Educación para la salud.

Educación en valores.

Tiempo requerido:

Dos periodos lectivos: uno para cada parte de la Unidad.

SUMARIO

La Unidad tiene dos partes diferenciadas. En la primera se hace una exposición teórica del concepto de organismo transgénico y de la técnica más frecuente empleada en su obtención. Se incluye al final de la exposición unas cuestiones que permitan asegurar la adquisición de los nuevos conocimientos.

En la segunda parte se exponen dos textos con los argumentos más representativos en favor y en contra de la obtención de alimentos transgénicos a gran escala, con las repercusiones sociales y para el entorno que su cultivo puede entrañar. Los alumnos deberán hacer un debate sobre estos aspectos, después de leer los textos y tratar de contestar a unas preguntas propuestas para facilitar su reflexión.

ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

Parte A. Lectura de documentos, elaboración de respuestas a las cuestiones y realización de un glosario en torno a los métodos de obtención de organismos transgénicos por ingeniería genética.

Parte B. Discusión en pequeño grupo primero y en gran grupo, después, sobre las implicaciones sociales y ambientales que el uso de alimentos transgénicos puede traer.

OBJETIVOS

- Conocer y valorar la importancia que los descubrimientos científicos pueden tener para la Humanidad.
- Introducir a los alumnos, con un mínimo de rigor, en temas científicos de actualidad, como es la ingeniería genética, de modo que sean capaces de ser críticos ante las noticias que puedan ir apareciendo de nuevos descubrimientos.

USO Y ADAPTACIÓN DE LA UNIDAD

- La Unidad reúne varios conceptos de genética, por lo que es más apropiada para estudiantes de fin de etapa de enseñanza secundaria.
- La actividad de lectura puede hacerse de forma individual y

ser encargada como trabajo en casa, aunque debido a su posible complejidad se hace aconsejable la presencia del profesor para ir aclarando las dudas que pueden aparecer.

- Las actividades de discusión proporcionan a los estudiantes una oportunidad de reflexionar, compartir y evaluar sus opiniones. Las cuestiones pueden responderse mejor en pequeños grupos y, después, organizados en las dos tendencias presentadas, defenderán las respectivas posturas adoptadas.

NOTAS PARA EL PROFESOR

RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

P1. Glosario

Endonucleasa (enzima de restricción). Enzimas que reconocen una secuencia corta de nucleótidos y cortan el DNA en ese lugar.

Enzima. Moléculas que facilitan las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos. La mayoría de los enzimas son proteínas. Entre las enzimas más conocidas están las enzimas digestivas que se encuentran en la saliva y los jugos gástricos y que actúan en la digestión de los alimentos.

Gen. En general, secuencia de nucleótidos que se encuentra en un lugar determinado de un cromosoma determinado y que lleva la información para fabricar una cadena de aminoácidos.

Genoma. Todo el material genético contenido en los cromosomas de un organismo particular.

Plásmido. Molécula de DNA circular con capacidad de autoreplicarse que no forma parte del genoma bacteriano.

Tumor. Proliferación incontrolada de células independizadas del control general que destruyen los tejidos a los que invaden para sustraer los nutrientes necesarios. Las células normales se

convierten en células cancerígenas o tumorales debido a una mutación (cambio en la secuencia de bases) que modifica la composición de los genes.

P2. Si las plantas del cultivo no son sensibles a la acción de los herbicidas (debido a la introducción de un gen que las hace resistentes a su efecto), se podrá tratar con ellos sin miedo a que sufran daño; en cambio, el resto de las plantas que crezcan entre las de maíz, morirán y no competirán por los nutrientes y el agua de la tierra. Por otro lado, todas las plantas de maíz que no posean el gen de la resistencia, también morirán.

P3. Los alumnos deben ser capaces de empezar a opinar sobre temas como éste.

P4. Los alumnos deben ser capaces de empezar a opinar sobre temas como éste.

Para saber más:

Ingeniería genética y transferencia génica, Marta Izquierdo Rojo, Pirámide, Madrid, 1999.

"Plantas transgénicas", M. F. Nieto-Jacobo, A. Guevara-García y L. Herrera-Estrella, Investigación y Ciencia, núm. 268, pág. 70-80, enero 1999.

En la red:

www.biotechknowledge.com/index_es.php3 es una página dedicada a noticias sobre alimentos transgénicos (patrocinada por la multinacional Monsanto).

ww2.grn.es/avalls/mitos.htm Alimentos transgénicos. Los mitos de la Biotecnología agrícola: algunas consideraciones éticas.

www.revistachacra.com.ar/notas/cne19812n4.htm Biotecnología: ¿Quién teme a los transgénicos?

