

# ¿QUÉ PASÓ? : LOS ORGANISMOS TRANSGÉNICOS.



Nivel : 4 E.S.O.  
Campo : Ciencias Naturales, Biología.

## INDICE

1. Introducción
2. ¿Qué son los organismos transgénicos?
3. Formación de organismos transgénicos.
4. Casos vegetales y utilización.
5. Aspectos positivos y negativos de la modificación transgénica de plantas.
6. Curiosidades sobre el maíz Bt.
7. Casos animales. Ingeniería genética aplicada a la cabra.
8. Opinión personal sobre los transgénicos y realización del trabajo.
9. Bibliografía.

## **1.) INTRODUCCION**

### A) Motivos e intereses.

En general, la ciencia me llama mucho la atención. Cuando se me presentó la oportunidad de hacer este trabajo , pensé que sería una buena idea participar en él. He de decir que no tenía muy claro el tema que quería tratar. Tenía muchos temas en mente, pero una mañana antes de ir al colegio mientras me duchaba, escuché en la radio una noticia que me animó a decantarme por los organismos transgénicos, uno de los candidatos. Fue esa extraña coincidencia la detonante de este trabajo.

Pienso, que además de ser un tema muy interesante, puede llegar a ser muy útil en estos días que corren, en los que dichos organismos están bastante presentes en la sociedad.

El hecho de haber encontrado un tema tan fascinante, es un motivo de doble satisfacción, ya que además de captar mi atención y tiempo para este trabajo, me abre una ventana vocacional. Tal vez haya descubierto el área dónde enfocar mi futuro y la carrera por la que opte.

Procedamos ahora al siguiente apartado.

### B) Presentación del trabajo. Metodología.

Para la realización del trabajo, lo primero que hice fue informarme sobre el tema busqué información en diversas fuentes (libros, Internet, pedí consejo a mi profesor de biología, vi documentales relacionados con el tema, leí información en diversos artículos, etc.). A continuación la contrasté, busqué en el diccionario las palabras que no entendía e hice algunos resúmenes sobre el tema .

Me ha parecido divertido hacer este trabajo aunque a veces me parecía frustrante no encontrar ninguna fuente que respondiera a mis preguntas de la forma que yo quería, sin embargo esto me ha enseñado que quien algo quiere algo le cuesta.

Una vez dicho todo esto, entremos en dinámica . Prepárense para esta exposición de organismos transgénicos.

## **2.) QUE SON LOS ORGANISMOS TRANSGENICOS**

Según el Diccionario de la Real Academia Española, un organismo transgénico es un organismo vivo que ha sido modificado mediante la adición de seres exógenos, (es decir, organismos totalmente diferentes) para lograr propiedades nuevas y que antes no tenía.

Actualmente los OGM (organismos genéticamente modificados) incluyen bacterias, levaduras, algas, plantas, peces, reptiles y mamíferos.

Los organismos genéticamente modificados son aquellos a los que, mediante técnicas de ingeniería genética, se les han alterado su ADN.

Los individuos transgénicos son un tipo de organismo genéticamente modificado. Se crean introduciendo un gen de un ser vivo en el ADN de otro individuo de una especie totalmente distinta, por ejemplo se puede introducir en el ADN de una planta, un gen de una bacteria. De esta forma se consiguen individuos con características distintas a los individuos naturales.

Los organismos transgénicos muestran que aparentemente no existen barreras para mezclar los genes de dos especies diferentes. A mediados de los años sesenta se comenzaron a inventar bioherramientas moleculares con las cuales se podía componer y descomponer al ADN, lo que permitió intercambiar fragmentos específicos de la materia hereditaria de distintas especies e incluso transferirlos a microorganismos como las bacterias. Después se descubrió que esta práctica la viene haciendo la naturaleza desde hace millones de años con los vegetales a través de la bacteria llamada *Agrobacterium tumefaciens*.

## **ANTECEDENTES E INICIO DE LA INGENIERIA GENETICA**

Aunque el ser humano ha estado modificando de manera indirecta la carga genética de plantas y animales desde hace al menos 10.000 años, no fue hasta 1973 cuando Herbert Boyer y Stanley Cohen, bioquímicos y genetistas estadounidenses, consiguieron transferir ADN de un organismo a otro (una bacteria).

El mismo año, Rudolf Jaenisch creó un ratón transgénico, que se convirtió en el primer animal transgénico de la historia. Sin embargo, la modificación no se transmitió a sus descendientes. En 1981, Frank Ruddle, Frank Constantini y Elizabeth Lacy inyectaron ADN purificado en un embrión unicelular de ratón y demostraron que se producía la transmisión del material genético a las generaciones siguientes.

En 1983 se creó la primera planta transgénica de tabaco. Fue desarrollada por Michael W. Bevan, Richard B. Flavell y Mary-Dell Chilton mediante la creación de un gen químico que combinaba un gen de resistencia a un antibiótico con el plásmido Ti de la bacteria Agrobacterium. El tabaco fue infectado por la bacteria modificada con este plásmido, teniendo como resultado la inserción del gen químico en la planta. Mediante técnicas de cultivo de tejidos, se seleccionó una célula de tabaco conteniendo el gen y, a partir de esta, se desarrolló en una nueva planta.

Las semillas y plantas transgénicas se empezaron a producir y comercializar en la segunda mitad del siglo XX. Su uso y comercialización se ha extendido a varios países y regiones, por su mayor productividad y resistencia a plagas.

Sin embargo, existe un movimiento contrario a su aceptación alegando que podrían no ser seguras y/o convenientes para la salud y para la alimentación de los seres humanos, a pesar de no existir evidencia científica alguna que respalde dicha postura.

La legislación sobre la producción y venta de alimentos derivados de OGM varía enormemente de un país a otro, variando desde la legalización de su producción tras presentar estudios sobre su seguridad a regiones que se declaran libres de transgénicos.

Siendo inexistentes en 1993, en 2011 las superficies cultivadas con OMG ya representaban 160 millones de hectáreas según ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications o Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas, una organización no-gubernamental de promoción de biotecnologías), casi el 50% en los países en desarrollo. Esto representa el 3% de las tierras agrícolas a escala mundial, aunque en ciertos países como los Estados Unidos representan el 17% de la superficie agrícola y el 47% de las tierras arables. Según el mismo organismo, el mercado de productos de cultivos comerciales transgénicos como maíz, soja y algodón mueve al año 160 billones de dólares (datos de 2011), y se venden 13,2 billones de semillas modificadas genéticamente.

Las organizaciones ecologistas estiman que las cifras concernientes a las superficies de cultivos están sobrevaluadas.

En mayo de 2010, la revista 'Science' publicó la realización del primer organismo con genoma integral sintetizado por científicos, aunque no se trata de una «creación», ya que en sí es una fabricación artificial a partir de un genoma preexistente.

### **3.) FORMACION DE ORGANISMOS TRANSGENICOS**

Principalmente se emplean tres métodos para introducir genes ajenos en una planta. Todos estos métodos obtuvieron por primera vez, con más o menos éxito, plantas transgénicas en la década de los ochenta y muchas de ellas se comercializaron en los noventa.

- **PRIMER MÉTODO**

Se basa en el empleo de un vector vivo que lleve el material genético a la célula blanca. Existen dos formas de introducir material genético por esta vía:

- + Mediante virus genéticamente modificados (que llevan los genes de interés en lugar de los genes estructurales), que insertan su genoma en el ADN celular para la replicación y de esta manera se consigue la expresión de los genes foráneos.
- + El mecanismo natural de infección de la bacteria del suelo *Agrobacterium tumefaciens* que introduce un gen de su plásmido en las células de la planta infectada. Este gen se integra en el genoma de la planta provocándole un tumor o agalla. Lo que se hace con *Agrobacterium tumefaciens*, es crear una cepa recombinante de ésta (con los genes de interés) y se induce la formación de tumores, en los cuales se encuentran células modificadas por la interacción, se aislan estas células y a partir de ellas se genera el individuo transgénico. Se aplicó con éxito por primera vez en 1984 en el tabaco y el girasol. Las gramíneas y en general todas las monocotiledóneas presentan gran resistencia a *Agrobacterium* por lo cual este método es bastante inviable en un extenso grupo de plantas de gran importancia económica.

- **SEGUNDO MÉTODO**

Empleado para transformar genéticamente plantas es el uso de protoplastos. De esta manera queda eliminada la barrera principal para la introducción de genes foráneos. Mediante esta técnica se consiguió por primera vez cereales transgénicos en 1988. Puede realizarse una transferencia directa de genes mediante la fusión de protoplastos mediante químicos como el Polietilenglicol ,(poliéster ampliamente empleado en la industria), de donde se obtienen híbridos nucleares y luego células transgénicas por recombinación.<sup>1</sup>

---

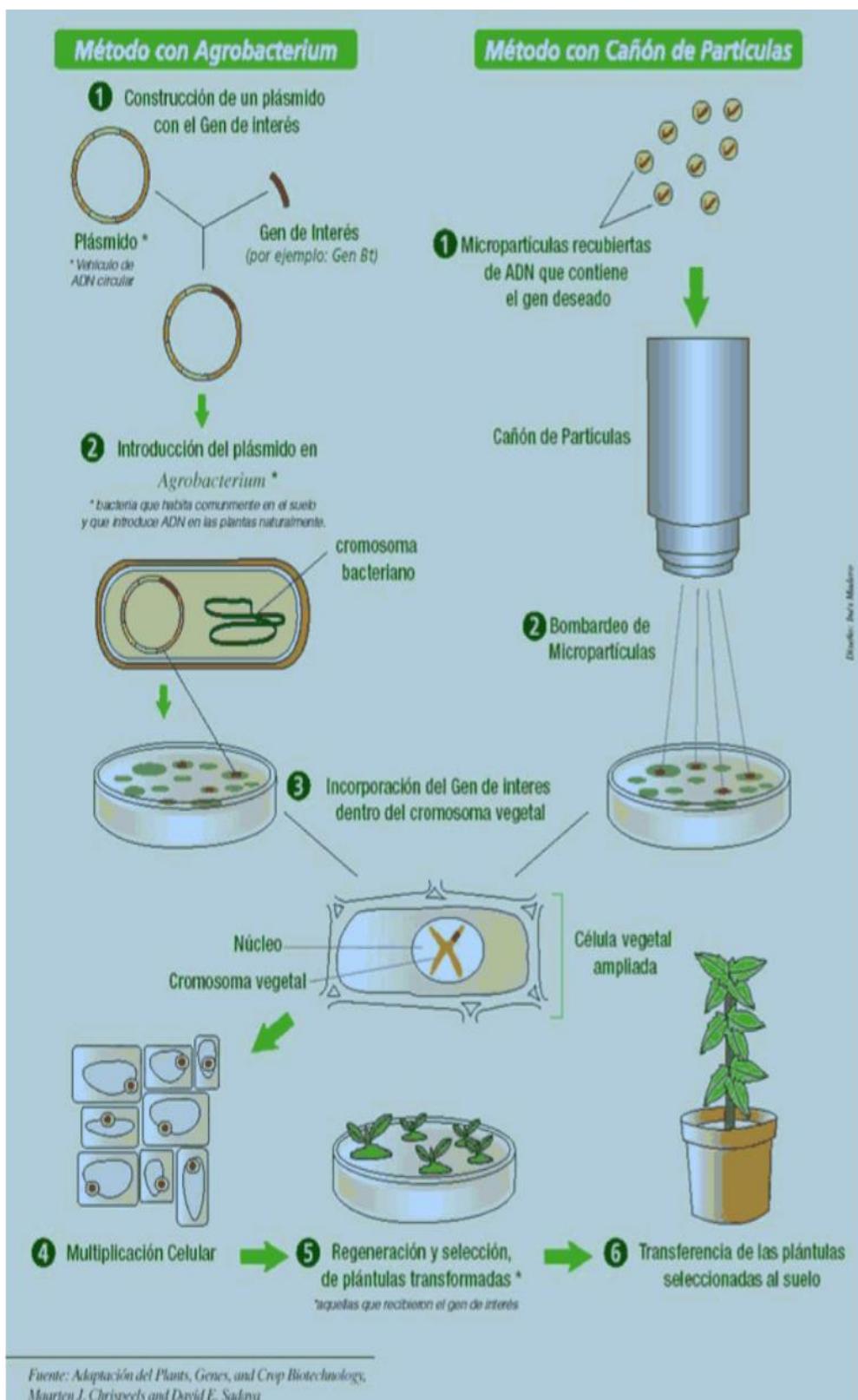
Plásmidos : fragmentos extracromosómicos de ácidos nucleicos (ADN o ARN) que aparecen en el citoplasma de algunos procariotas. Su información no es vital para la célula .Son de tamaño variable ( entre el 1 y el 3 % del cromosoma principal).Tiene forma circular.

Protoplastos : Los protoplastos son células a las que mediante tratamientos tanto mecánicos como enzimáticos se les ha eliminado la pared celular.

- TERCER MÉTODO

La biolística es otro método difundido que consiste en bombardear las células con partículas metálicas microscópicas recubiertas del ADN que se desea introducir. Si bien esta técnica ha dado buenos resultados, tiene un componente aleatorio de efecto muy fuerte que da un amplio margen a resultados impredecibles y un incremento significativo en la tasa de mutación celular. Es el método más utilizado en la formación de vegetales.

Igualmente costosos, pero con menos problemas de efecto aleatorio, están los métodos de inyección (micro y macroinyección), estos métodos consisten en inyectar el material genético foráneo al núcleo de la célula mediante equipo sofisticado. Los métodos de microinyección tienen mayor eficacia que los de macroinyección por la focalización dirigida de la inserción. Adicionalmente se emplean otros métodos directos como la transformación del polen y la electroporación, pero no son ampliamente utilizados. El microcañón o cañón de partículas consiste en bombardear tejidos de la planta con macropartículas metálicas cubiertas del fragmento de ADN que interesa que se integre en el ADN de la planta. Es el procedimiento que más éxitos ha conseguido y el que promete más avances.



Procesos y métodos para la formación de organismos transgénicos.

## **4.) CASOS Y UTILIZACION**

### **ESPECIES TRANSFORMADAS MEDIANTE INGENIERÍA GENÉTICA**

Hasta 1997 se habían realizado en el mundo, unos 3650 experimentos de campo con cultivos transgénicos y con resultados positivos, de los cuales la mayoría corresponden a las especies que se indican en la primera tabla .

Aproximadamente la cuarta parte de estos cultivos se han realizado con genes cry.

Especies transgénicas	
Especie	Experimentos de campo [%]
Maíz	28
Nabo	18
Patata	10
Tomate	9,5
Soja	7,5
Algodón	6
Tabaco	4,5
Total	83,5

La primera tabla refleja las especies comerciales más importantes en las que se han conseguido plantas transgénicos y porcentaje de experimentos de campo.

En la segunda tabla ( que se muestra a continuación) , se realiza una relación de las especies vegetales transformadas por ingeniería genética hasta el año 1999. Cada año, se ha de actualizar, como consecuencia de la gran cantidad de experimentos que se realizan en todo el mundo dedicado a la creación de nuevas aplicaciones comerciales.

Nombre común	Método de transformación	Nombre común	Método de transformación
Álamo	Agrobacterium	Lechuga	Agrobacterium
	BIOBALÍSTICA	Lino	Agrobacterium
Albaricoque	Agrobacterium	Maíz	Agrobacterium
Alerce	Agrobacterium		BIOBALÍSTICA
Alfalfa	Agrobacterium		ELECTROPORACIÓN
Algodón	Agrobacterium	Manzana	Agrobacterium
Apio	Agrobacterium	Melocotón	Agrobacterium
Arándano	Agrobacterium	Melón	Agrobacterium
	BIOBALÍSITCA	Mostaza	Agrobacterium
Arroz	Agrobacterium	Nabo	Agrobacterium
	BIOBALÍSTICA		ELECTROPORACIÓN
	ELECTROPORACIÓN		MICROINYECCIÓN
	MICROINYECCIÓN	Patata	Agrobacterium
Brócoli	Agrobacterium	Papaya	BIOBALÍSTICA
Caña de azúcar	BIOBALÍSTICA	Pepino	Agrobacterium
Ciruelo	Agrobacterium	Petunia	Agrobacterium
Cítricos	Agrobacterium	Rábano	Agrobacterium
	POLIETIENGLICOL	Remolacha	Agrobacterium

Relación de especies vegetales transformadas por ingeniería genética hasta 1999.

Clavel	Agrobacterium	Soja	Agrobacterium
Crisantemo	Agrobacterium		BIOBALÍSTICA
Espárrago	Agrobacterium		Agrobacterium
Frambuesa	Agrobacterium		BIOBALÍSTICA

19

Fresa	Agrobacterium	Tabaco	ELECTROPORACIÓN
	ELECTROPORACIÓN		POLIETIENGLICOL
Girasol	Agrobacterium	Trébol	Agrobacterium
Guisante	Agrobacterium	Trigo	BIOBALÍSTICA
Hinojo	Agrobacterium	Zanahoria	Agrobacterium
Kiwi	Agrobacterium		

**Tabla 2:** Especies vegetales transformadas y comercializadas

## **5.)ASPECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS DE LA MODIFICACION TRANSGÉNICA DE PLANTAS**

Las plantas transgénicas son un claro ejemplo de que todas las cosas tienen aspectos buenos y aspectos malos, pero en este caso las caras de la moneda son muy variadas y en algunos casos puntuales, diametralmente opuestas.

A continuación se presenta un resumen de las principales ventajas y desventajas de las plantas transgénicas actuales. En este resumen se verá que una misma característica puede ser tanto una ventaja como una desventaja, dependiendo del punto de vista bajo el que se mire.

### **A) VENTAJAS DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS**

Los beneficios que esgrimen los científicos dedicados a la investigación y desarrollo de las plantas transgénicas hacen referencia sobretodo a los incrementos en la producción de alimentos. En un momento en que la población mundial ronda los 6000 millones de personas y teniendo en cuenta que si el crecimiento de la población continua con el ritmo actual del 2%, la población se duplicará de aquí a unos 35 años y que la superficie de los suelos agrícolas disminuye en un 0.1% anual, se ve la necesidad de incrementar la producción agrícola de alimentos.

#### ***■ Resistencia a insectos.***

La introducción de genes Bt en las plantas hace que éstas sean "naturalmente" resistentes a las principales plagas que atacan los cultivos y producen grandes pérdidas en la producción. La ventaja de las proteínas tóxicas Bt (provenientes de los genes cry) es que atacan solamente a ciertos grupos sensibles a ellas y no afectan a los insectos (entomofauna) relacionados con las plantas del cultivo.

Otros beneficios se derivarían de la disminución del uso de plaguicidas químicos al disponer de cultivos que no requieran estas sustancias para detener las plagas. Puesto que la planta por sí misma es capaz de envenenar a los insectos, el uso de agrotóxicos se hace innecesario, reduciendo de esta manera el impacto sobre las plantas, la entomofauna y el suelo, y reduciendo el coste de producción en lo que a plaguicidas se refiere. Los plaguicidas químicos actúan sobre un amplio espectro de especies agresoras por lo que suponen un riesgo sobre la fauna y flora silvestre, siendo también productos toxicas para el cuerpo humano.

Actualmente se emplean alrededor de 10 millones de toneladas de insecticidas en todo el mundo y a pesar de todo se pierde un 35% de las cosechas mundiales por culpa de los insectos.

## **■ Resistencia a herbicidas.**

La construcción de plantas resistentes al efecto de los herbicidas, posibilita eliminar con facilidad las malezas que crecen en los campos de cultivo. La selectividad de resistencia hace que sea posible aplicar el herbicida a todo el campo de cultivo y matar a las malezas pero no a las plantas de interés económico.

## **■ Mejora de la productividad y producción.**

Uno de los puntos más importantes en la construcción de transgénicos es el aumento de productividad y producción, es decir, el aumento de calidad y cantidad del producto final.

Uno de los desafíos más grandes del mundo actual es dar de comer a la población mundial (que se acerca a los ocho mil millones de habitantes) con la misma cantidad de tierras productivas, y para ello se necesitan variedades que den mayor cantidad de productos.

## **■ Mejora de la calidad nutritiva.**

Algunas plantas son ricas en ciertos nutrientes esenciales para el hombre, mientras que otras carecen de ellos o los poseen en muy bajas cantidades, es por ello por lo que los métodos de ingeniería genética han conseguido incrementar la producción de ciertas sustancias en las plantas transgénicas.

Uno de los ejemplos más representativos de ellos es el arroz dorado (por su color) que es rico en vitamina A, la cual ayuda a evitar la ceguera en medio millón de niños por año en el mundo. La expresión de ciertos nutrientes que no estaban presentes antes en determinados cultivos es una buena opción para combatir la desnutrición en poblaciones con acceso restringido a muchos alimentos, y que por tal razón tienen una dieta incompleta y deficiente. Los principales campos de acción de este área son el aumento de ácidos grasos, de proteínas y de micronutrientes.

## **■ Control de enfermedades virales.**

Las enfermedades virales son causa de perdidas masivas del cultivo cada año. Los grupos de virus que infectan las principales plantas son variados. Los más conocidos son los virus mosaico.

Los virus producen enfermedades mortales en las plantas y son capaces de acabar con cultivos enteros puesto que el contagio mediante insectos (u otros vectores) propaga rápidamente la enfermedad y produce un deterioro permanente de los cultivos. Se han diseñado plantas transgénicas resistentes a diferentes enfermedades virales mediante ingeniería genética.

El principio de la resistencia a enfermedades virales es la expresión de proteínas del mismo virus, hace que compitan con las partículas virales infecciosas e interrumpan los procesos de entrada a las células y de replicación.

También se han diseñado plantas transgénicas que expresan proteínas capaces de interferir con los circuitos de regulación génica de los virus, inhibiendo la replicación del genoma viral y la síntesis de proteínas virales imprescindibles, mediante ARN negativo.

3

En este campo también se han hecho avances acerca de la resistencia a enfermedades bacterianas y virales, mediante plantas productoras de ciertas proteínas y sustancias que funcionan como antibióticos y antimicóticos.

#### ■ Tolerancia al estrés ambiental.

Otro factor negativo sobre los cultivos son las condiciones ambientales adversas, que provocan fuertes situaciones de estrés sobre las plantas disminuyendo su productividad o matándolas.

Para ello, se han aislado genes de organismos resistentes a determinadas condiciones ambientales extremas, como son las elevadas o bajas temperaturas, condiciones de salinidad extremas o de pH bajo 5 o sobre 9. Estos genes de resistencia a factores extremos normalmente se han tomado de arqueobacterias, que son los organismos mejor adaptados a estas circunstancias, aunque también se han tomado genes de animales y plantas para este efecto.

Uno de los avances más llamativos en este sentido es la producción de plantas de tabaco y nabo portadoras de un gen humano que les confiere la resistencia a ciertos metales pesados, por medio de una proteína de asimilación de éstos metales, pasándolos a formas menos tóxicas dentro del organismo.

La principal ventaja que tiene esta reducción del estrés ambiental, es la potencialidad de uso de hábitats marginales para cultivos. Plantas transgénicas que pueden crecer en ambientes poco o nada aptos para sus parientes silvestres.

#### ■ Producción de frutos más resistentes.

El primer transgénico que salió al mercado fue el tomate "Flavr-Savr" de Calgene, el cual posee un gen artificial que genera un ARN de antisentido que inhibe la producción de la proteína responsable de la senescencia del fruto.

Esta tecnología permite almacenar y tener más tiempo de exposición al ambiente de muchos frutos sin que se ablanden y se malogren.

---

Un ARN de sentido negativo es complementario a un ARNm viral y deberá ser convertido en un ARN de sentido positivo por una enzima específica antes de su traducción .

Rhizobium sp : Pertenece al grupo de los denominados rizobios.Aportan nitrógeno a las plantas leguminosas habitando primero en su tallo y después infectando sus hojas.

## **?** Producción de plantas birreactores.

La posibilidad de inserción de genes en plantas, es tan amplia, que permite actualmente, generar nuevas plantas que funcionen como bioreactores para descontaminación y reciclaje de productos.

## **?** Fijación de nitrógeno.

Se han creado plantas transgénicas con amplio espectro de asimilación de Rhizobium sp, una bacteria fijadora de nitrógeno. Estas bacterias normalmente

<sup>4</sup>

hacen simbiosis solamente con las leguminosas, pero las nuevas tendencias en biotecnología vegetal han logrado ampliar el espectro de huésped a otras plantas.

## **?** Mejora con fines ornamentales.

Algunas plantas de importancia ornamental han sido modificadas para mejorar sus características estéticas Especialmente el color de las flores. Con el objetivo de que resulten más atractivas al consumidor. Por medio de la manipulación de pigmentos se han logrado colores de flores inexistentes en la naturaleza.

## **?** Producción de fármacos y vacunas.

La creación de proteínas terapéuticas y de vacunas de subunidad han sido un gran logro de las plantas transgénicas en el campo de la medicina.

Normalmente las vacunas y muchos fármacos son difíciles de producir y los costes al consumidor son tan elevados que se hacen inaccesibles a la mayoría de la gente. Es por ello por lo que la producción de vacunas activas y anticuerpos funcionales en plantas representa una buena alternativa para difundir el uso de vacunas importantes (como la de la hepatitis B) a un coste mucho menor.

En 1998 se logró dar una respuesta inmune efectiva en ratones mediante plantas transgénicas que expresaban la proteína VP1 de la enfermedad de pie-boca (también conocida como fiebre aftosa). Estos resultados fueron alentadores para pensar que en un futuro cercano , la inmunización contra las principales enfermedades se la realice mediante los alimentos.

## B)DESVENTAJAS DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

■ *Los insecticidas Bt y similares.*

Si bien la presencia de proteínas tóxicas de tipo Bt o análogos de similar efecto mata la población de plagas con cierta especificidad, el efecto tóxico de los cristales de estas proteínas puede afectar a otros grupos de insectos no relacionados con las plantas de cultivo. Las proteínas Cry provenientes del Bt se cristalizan en los granos de polen (aunque éste sea polen estéril) y son dispersadas por el viento y resultan tóxicas para otros insectos cercanos a las plantas.

Greenpeace, ha denunciado que el polen tóxico del maíz resistente a insectos está matando a la mariposa monarca, puesto que dicho polen (que contiene cristales de las proteínas Bt en su superficie), es dispersado varios metros por el viento y llega a las plantaciones de algodón donde afecta fuertemente a las larvas de la mariposa monarca y produce reducciones considerables en las poblaciones de ésta, poniéndola en grave peligro de extinción. Aunque se ha visto que estas biotoxinas no tienen efecto sobre otros grupos de insectos (polinizadores y dispersores), la especificidad de plaga tampoco es absoluta.

■ *Producción de súper plagas.*

Las plantas resistentes a herbicidas funcionan muy bien a corto plazo. Sin embargo, a corto y mediado plazo, el uso extensivo de agroquímicos que se da a estos cultivos puede ocasionar el surgimiento de grandes plagas. Los genes de resistencia a los herbicidas usualmente son obtenidos de diferentes bacterias del suelo y éstos genes pueden interactuar con las malezas y hacerlas también resistentes a los herbicidas, o la mismas malezas pueden desarrollar resistencia a los herbicidas por su condición de estrategas y de esta forma constituirse en un problema de difícil solución. La aparición de malezas resistentes a los herbicidas ocasionará inicialmente que se tengan que emplear mayores cantidades de agroquímicos, que tienen un fuerte impacto tóxico sobre los demás componentes del agroecosistema, y posteriormente se harán totalmente resistentes y no habrá manera de controlarlas y las pérdidas que ocasionarán serán muy grandes, así como los daños al ecosistema (degradación).

## ■ Resistencia a antibióticos.

Los genes de resistencia a diferentes antibióticos se usan durante la construcción de los "cassettes" genómicos de las plantas transgénicas. Estos genes no tienen función alguna en la planta transgénica y la mayoría de las veces no se expresan , pero sirven como un marcador de selección para distinguir las células transformadas de las no transformadas, puesto que ninguno de los métodos de inserción de material genético foráneo tiene una eficacia del 100%. Los genes de resistencia a antibióticos son útiles solamente durante el proceso de construcción del transgénico y después no cumplen ninguna función, pero permanecen en el genoma de la planta.

Esta permanencia deja abierta la posibilidad de transferencia horizontal de estos genes a las bacterias del suelo o a bacterias patogenas del hombre. Se ha comprobado que esta interacción genómica planta–bacteria se da en la naturaleza, aunque en muy baja proporción, por lo que la presencia de genes de resistencia a antibióticos en las plantas transgénicas se convierte en un problema de salud pública de primer orden.

Normalmente se emplea el gen de la resistencia a la kanamicina,(un tipo de antibiótico que afecta a fetos de embarazadas) para este proceso, pero también se usan otros genes como el de resistencia a la ampicilina y a la estreptomicina. La presencia de estos genes en las bacterias no sólo ocasiona resistencia a éstos, sino que puede desencadenar procesos fisiológicos que hagan a la bacteria menos sensible a otras familias de antibióticos.

Como se puede ver, esta potencialidad de transferencia de resistencia a antibióticos amenaza seriamente décadas de trabajo médico en el combate de enfermedades, ya que si las bacterias se vuelven resistentes sería imposible tratar las dolencias que producen, y los efectos sobre la salud y calidad de vida humanas serían catastróficos.

Estudios recientes han demostrado que, la probabilidad de transferencia horizontal de genes de resistencia de antibióticos de plantas transgénicas hacia bacterias es muy reducida. Uno de los factores limitantes es el estado fisiológico de las bacterias, ya que éstas necesitan estar en un estadio de competencia (bacteria competente) que las permita introducir material genético externo por medio de un proceso de transformación.

La segunda limitante que describen estos autores son las diferencias de complejidad a nivel de genoma, ya que los genomas de plantas y bacterias son tan distintos que las barreras para la integración son muy amplias.

De todas formas, este problema queda latente y se están generando alternativas como el uso de marcadores moleculares alternativos para la selección de las células modificadas.

## ■ Inestabilidad genética.

La inserción de material genético extraño a un genoma consolidado por millones de años de evolución puede provocar numerosos problemas de estabilidad genética. El que se inserten genes que nunca habrían podido llegar de manera natural a un genoma vegetal (como genes de bacterias y virus) hace que se pierda parte de la estabilidad estructural y bioquímica del genoma de la planta, y éste, para recuperar dicha estabilidad, deberá modificarse hasta llegar a formas más estables por medio de mutaciones pequeñas y grandes, con efectos de diferente magnitud.

Con respecto a esto, Käppeli & Auberson, dos expertos en ingeniería genética, hacen la siguiente pregunta: "¿Cuán seguro es 'suficientemente seguro' en ingeniería genética de plantas?".

Todavía no existe una respuesta concreta a esta pregunta, pero son muchos los estudios que se han hecho para poder contestarla. Los investigadores planifican, determinan y ejecutan los experimentos dirigidos bajo lo que se ha denominado efectos primarios, que son las características puntuales que se desean transferir a las plantas. Pero estos efectos primarios no son los únicos que se presentan en los transgénicos, también están los efectos secundarios, que son aquellos que están fuera del alcance y predicción del investigador. Los efectos secundarios se deben a efectos aleatorios generados por la complejidad dinámica del genoma, que además de los sistemas de replicación, posee sistemas de reparación del material genético, puesto que el proceso de replicación ocasionalmente presenta errores. Son estos errores los que dan lugar a fenómenos de mutación, que junto con los procesos naturales de recombinación dan lugar a nuevos ordenamientos del material cromosómico, que tienen algún efecto sobre el fenotipo.

#### ■ A 2.5. Interacción ecológica negativa.

La adición de nuevas características a las plantas puede producir en algunos casos que se rompan asociaciones naturales con otras formas de vida (por ejemplo, los polinizadores), y que gracias a esto se cambien o rompan los ciclos normales de funcionamiento ecológico, afectando a todo el ecosistema.

#### ■ Riesgo a la biodiversidad.

Los grupos ambientalistas han satanizado a los transgénicos aludiendo al riesgo de pérdida de la biodiversidad. Aunque en principio la generación de nuevas variedades de plantas parece contribuir a la biodiversidad, en lugar de reducirla, el efecto a mediano y largo plazo –en la mayoría de los casos– es una reducción de ésta.

Las formas genéticamente modificadas de alguna manera se relacionan con sus parientes silvestres, ya sea porque están geográficamente cercanas, o por flujos de polen mediante corrientes de viento y se da un proceso de hibridación entre las plantas transgénicas y las plantas silvestres. Esta hibridación ocasiona un proceso de contaminación genética, que es irreversible, ya que los genes introducidos en esa especie, no se pueden retirar ni se puede evitar que se transfieran a una segunda generación. En este problema también median los procesos de introversión, que consisten en el retrocruzamiento de los híbridos con alguno de los parentales, dando formas más degeneradas genéticamente, pero que pueden superar los problemas de infertilidad.

## **6.) CURIOSIDADES SOBRE EL CASO DEL MAÍZ Bt.**



5

El maíz Bt es un tipo de maíz transgénico que produce una proteína de origen bacteriano, la proteína Cry, producida naturalmente por *Bacillus thuringiensis* es tóxica para las larvas de insectos barrenadores del tallo, que mueren al comer hojas o tallos de maíz Bt.



Las orugas del taladro del maíz, se alimentan de éste, convirtiéndose en plaga en los cultivos intensivos.

Los barrenadores del tallo son insectos lepidópteros, que constituyen la principal plaga del cultivo de maíz en muchos países productores, tales como Argentina y Estados Unidos. Sus larvas se alimentan de los tallos y las hojas, dejando galerías que dañan la planta, la quiebran, impiden el transporte de nutrientes y sustancias y son vía de entrada para hongos.

La denominación "Bt" deriva de *Bacillus thuringiensis*, una bacteria que normalmente habita el suelo y cuyas esporas contienen proteínas tóxicas para ciertos insectos. Estas proteínas, denominadas "Cry" o *cristal paraesporal*, se activan en el sistema digestivo del insecto y se adhieren a su epitelio intestinal causando la formación de poros en el sistema digestivo larval, alterando el equilibrio del intestino.

Esto provoca la parálisis del sistema digestivo del insecto que deja de alimentarse y muere a los pocos días. Esos poros también pueden producirse por bacterias como *Escherichia coli* y *Enterobacter* que entran al hemolinfa donde se multiplican y causan sepsis.

Las toxinas Cry son consideradas inocuas para mamíferos, pájaros e insectos "no-blancos". Hay varias proteínas Cry (y por lo tanto diferentes genes cry) y cada una es específica para un tipo o grupo de insectos o Bt.<sup>6</sup>

Los beneficios que presenta el maíz Bt se centran en la posibilidad que tiene el agricultor de controlar las plagas sin emplear insecticidas. El control eficiente de las plagas permite un mayor rendimiento y un manejo más flexible de las fechas de siembra y cosecha.

En 2001, aparece el maíz Bt "Evento 176" que es aprobado por la "*Environmental Protection Agency, EPA*" cuando se comprueba que cesa o queda muy poca expresión de Bt en las espigas, no siendo ya efectivo contra una segunda generación de insectos.

En la Unión Europea está autorizado el cultivo de un maíz Bt, llamado *MON810* de la multinacional Monsanto.

En España se permite el cultivo de maíz transgénico desde 1998. Desde entonces se han cultivado variedades del evento Bt 176 de *Syngenta* (retirado del mercado a partir de enero de 2005), y un gran número de variedades de *MON810* de Monsanto, que se siguen cultivando actualmente.

En 2011, se cultivó en España unas 97346,31 ha del maíz Bt de Monsanto.

Según el informe del ISAAA (Servicio para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas), en 2008 se sembraron en todo el mundo 125 millones de hectáreas con cultivos genéticamente modificados (OGM), un 9,4 % más que en 2007. El 29,8% de esas hectáreas corresponden a maíz, las cuales, en su gran mayoría son híbridos de maíz Bt.<sup>5 6</sup>

Para el 2008, el 48% del maíz cultivado en Argentina era Bt. Cabe mencionar que también se cultivaron en la campaña 2008/09 híbridos de maíz que contienen dos

---

Escherichia coli : enterobacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales.

Enterobacter : Bacteria que puede causar infecciones o descomponer organismos muertos.

Hemolinfa : Líquido circulatorio de los artrópodos.

características acumuladas: la resistencia a insectos y la tolerancia a glifosato. Esto último provoca el rechazo al maíz Bt.

### **EFFECTOS AMBIENTALES DE LOS MAICES Bt.**

#### Aparición de otras plagas

Otros insectos pueden sustituir a la plaga del taladro en los campos de maíz transgénico. Por ejemplo, la toxina Bt, producida por el maíz MON 810, no afecta a las larvas de la oruga *Striacosta albicosta*, cuya población aumentó de forma notable en determinados años en las parcelas de maíz Bt comparadas con el maíz convencional.

Los únicos datos relacionados son experimentos en laboratorio en los cuales se alimenta a algunos insectos con toxina Bt directamente. Es decir, con dosis mucho más elevadas de las que se podrían llegar a encontrar nunca en un ecosistema natural. Por tanto, no existen pruebas experimentales que demuestren que los sistemas fluviales puedan sufrir daños debidos a los cultivos Bt.

#### Contaminación genética

Existen muchos casos de contaminación transgénica, es decir, aparición de plantas con los caracteres de las variedades transgénicas en cultivos originalmente no transgénicos (tanto de producción convencional como ecológica) causados por cruzamiento accidental.

## **7.) CASOS ANIMALES.INGENIERIA GENETICA APLICADA A LA CABRA.**



Imagínense, tener la cura de una enfermedad sin tener que asistir a un médico. Únicamente, ordeñando una cabra. Suena bien ,¿ verdad? ¿Y si les dijera que esto es factible? Factible si ustedes son afortunados, pero de momento, esto aún no ha llegado a España.

En una granja de Massachusetts , 57 cabras producen leche con propiedades terapeúticas. Atryn, este es el nombre que recibe.

La pequeña cabra Polly, cuya evolución aparece en el gráfico de la página siguiente, fue la primera oveja transgénica y clónica, creada para producir proteínas terapéuticas en su leche.

Las únicas 57 cabras que producen esta leche «cargada» de medicinas residen en una granja perteneciente al laboratorio GTC Biotherapeutics, situada a una hora en coche de Boston, en Massachusetts (Estados Unidos). A simple vista estas cabras no se distinguen en nada de sus compañeros rumiantes. Lo único que les diferencia es un fragmento extra de ADN entrelazado en su genoma. Se trata de un gen humano que codifica la acción del anticoagulante antitrombina (AT), una proteína que ayuda a prevenir la coagulación sanguínea y que normalmente se extrae del plasma.

Hace veinte años, los científicos de esta compañía copiaron el gen AT y lo agregaron a un fragmento de ADN de las cabras, el impulsor de la beta caseína. Esto garantiza las instrucciones necesarias para que el gen sólo aparezca en la leche y no en alguna otra parte del organismo de las cabras.

Este compuesto genético fue inyectado en un óvulo fertilizado y cuando el esperma y el óvulo se fusionaron, el gen extra quedó incorporado en el genoma de la cabra. Luego, el embrión se implantó en la madre y seis meses después nació el rebaño fundador.

Según Geoffrey Cox, de GTC Biotherapeutics, «se tarda 18 meses en producir un animal que dé leche y en un año una cabra produce el equivalente a 90.000 muestras de sangre». En el Reino Unido, los potenciales enfermos que podrían recibir este medicamento son uno entre cada 5.000.

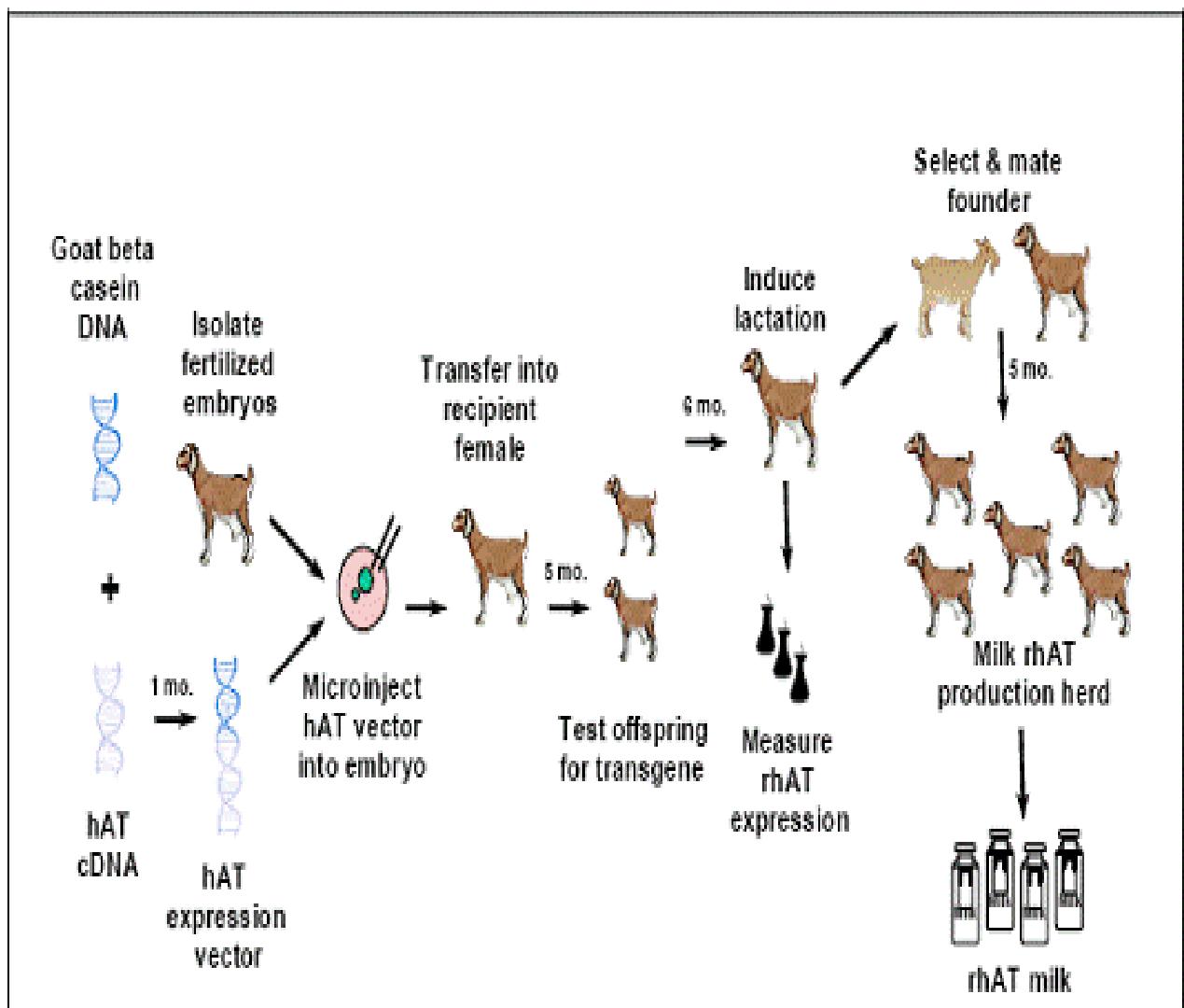
Estos enfermos nacen sin una copia del gen antitrombina, lo que supone una infrroducción de esta proteína que les hace propensos a la formación de coágulos sanguíneos . Normalmente, los pacientes son tratados con fármacos anticoagulantes, un tratamiento arriesgado si tienen que dar a luz o someterse a una cirugía. Entonces se les da un sustituto de antitrombina. Y la única fuente actual para obtenerla es el plasma sanguíneo.

7

Aunque nunca ha habido problemas de contaminación con esta sustancia, el temor a una posible transmisión de enfermedades, como la variante humana de la enfermedad, hace que los médicos se resistan a exponer a sus pacientes a productos derivados del plasma.

---

Beta-caseína es una clase de proteína de la leche de cabra que pueden proporcionar efectos más allá de la nutrición, debido a la liberación de péptidos biológicamente activos en la digestión . Beta-caseína puede estar presente como uno de los dos principales variantes genéticas: A1 y A2 (2). A2 beta-caseína es reconocida como la proteína beta-caseína original, ya que existía antes de una mutación causó la aparición de A1 beta-caseína en rebaños de Europa hace unos pocos miles de años .



## **8.) OPINION PERSONAL SOBRE LOS TRANSGENICOS Y REALIZACION DEL TRABAJO**

Hacer este trabajo me ha encantado. Creía que iba a ser tedioso pero ha resultado ser muy interesante y ha captado mi atención de una manera muy positiva. He disfrutado mucho realizándolo.

Alguien dijo alguna vez ‘nada es verdad y nada es mentira. Todo depende del color del cristal con el que se mira’.

Los transgénicos pueden ser una gran solución a grandes conflictos de la humanidad y sin embargo, pueden ser al mismo tiempo, fuente de grandes problemas.

Todo reside en el objetivo que se persiga. Si es un objetivo que persiga el bien general, será positivo. A pesar de las muchas críticas que se han producido contra la ciencia, a día de hoy, el hombre tiene unas expectativas de vida muy superiores a lo que antes había, cuando todo era natural. Un hombre vivía un promedio de 30 años, mientras que actualmente, en zonas desarrolladas, estamos por encima de los 75 años. Las vacunas, los fármacos, los transgénicos que ayudan al maíz a defenderse de plagas, y en general todo lo que aquí he pretendido presentar, merecen una consideración positiva.

Es obvio que hay riesgos. El mayor de ellos, como en el caso de la energía nuclear, está en la mala utilización del progreso. Un cuchillo se puede utilizar para cortar el pan o para dañar a alguien. No podemos prescindir de todo lo que pueda causar algún daño siendo mal utilizado.

Será el hombre y su sentido común el que tenga que inclinar la balanza hacia el beneficio de la humanidad. ¿Será eso posible?

Yo personalmente apuesto por ello.

Muchas gracias por su atención y espero que hayan disfrutado de la exposición.

## **9.)BIBLIOGRAFÍA.**

<http://biologia.laguia2000.com/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Rhizobium>

<http://ejemplosde.org/alimentos/ejemplos-de-alimentos-transgenicos/>

[http://www.pregonagropecuario.com/assets/images/upload/cabras\\_4\\_trans.jpg](http://www.pregonagropecuario.com/assets/images/upload/cabras_4_trans.jpg)

<http://www.wordreference.com/definicion/progenie>

<http://www.glifosato.es/portada>

<http://es.slideshare.net/Reebbeecka/enterobacter-4121622>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Biol%C3%ADstica>

<http://www.xatakaciencia.com/otros/cabras-transgenicas-para-producir-leche-beneficiosa>

<http://www.portalechero.com/innovaportal/v/766/1/innova.front/cabra-transgenica-produce-leche-rica-en-enzimas-antibacteriales.html>

<http://www.capraispana.com/wp-content/uploads/2015/07/ucm172410.gif>

<http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/k001.htm>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Case%C3%ADDna>

[http://www.holistika.net/nutricion/articulos/precauciones\\_lacteas\\_leche\\_a1\\_-leche\\_a2.asp](http://www.holistika.net/nutricion/articulos/precauciones_lacteas_leche_a1_-leche_a2.asp)

El resto de informaciones han sido obtenidas por libros de distintas bibliotecas de la sección de ingeniería genética. También he recibido información de los libros de biología utilizados por el colegio.