

Principios de la transformación genética para la obtención de organismos genéticamente modificados

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA
ISSN 0124-4108 Separata. Octubre de 2004
Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia págs. 131-136

Ingrid Schuler

Ph.D, M.Sc
Pontificia Universidad Javeriana
Departamento de Biología
Unidad de Biotecnología Vegetal

INTRODUCCIÓN

La alimentación para la humanidad ha sido uno de los grandes retos que el hombre ha tenido que enfrentar desde tiempos remotos. La cantidad, pero especialmente la calidad, constituyen una prioridad para la producción de cultivos agrícolas y por ende de los alimentos que se derivan de éstos.

Desde tiempos remotos y sin disponer de tecnologías, el hombre ha aprendido a mejorar sus cultivos. La selección de plantas con base en características de interés como sabor, color, tamaño de sus frutos fue uno de los principales criterios para disponer de mejores alimentos. El

avance del conocimiento y la aplicación de nuevas herramientas de mejoramiento, han contribuido a la obtención de nuevas especies durante muchos años.

Los programas de mejoramiento convencional han utilizado estrategias como el cruzamiento entre especies de plantas relacionadas filogenéticamente para la producción de híbridos. La inducción de mutaciones para modificar la información genética de un organismo, se ha logrado a través de radiaciones y de la utilización de sustancias mutagénicas. Aunque los métodos de mejoramiento convencional han

demostrado ser útiles, dependen en última instancia del azar y la selección y no implican la identificación y manipulación de los determinantes genéticos denominados genes. Con la aplicación tecnológica en sistemas biológicos, organismos vivos y sus derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos, nace la BIOTECNOLOGÍA (Convenio de Diversidad Biológica).

Desde los años 70 la aplicación de técnicas de la Biotecnología Clásica ha permitido la obtención de plantas libres de virus, de haploides; es decir, plantas con la mitad de la carga genética y de procesos de transformación genética mediante la fusión de protoplastos. Con estos últimos la transferencia de material genético de una especie a otra se puede llevar a cabo al eliminar la pared celular, barrera física presente en las células vegetales.

En los años 80 surgió una nueva aplicación de la biotecnología que se denominó Biotecnología Moderna, gracias a la cual fue posible transferir genes de un organismo a otro, particularmente entre organismos no relacionados: plantas, animales, bacterias, virus y hongos, superando así la barrera de incompatibilidad entre especies lejanas. El uso y aplicación de la técnica del ADN recombinante se denomina Ingeniería Genética. Los organismos vivos a los cuales se les transfieren genes mediante el uso de esta tecnología se conocen como biotecnológicos, recombinantes, transgé-

nicos o genéticamente modificados (OGM).

¿Cómo se lleva a cabo la transferencia de genes de un organismo a otro?

Para entender cómo ocurre este proceso, es importante recordar que todos los organismos vivos estamos constituidos por el mismo material genético responsable de la herencia: el ADN. Esta molécula es químicamente igual en todos los seres vivos; su diferencia radica en la secuencia de sus bases químicas y en la presencia de algunos genes que son específicos para cada uno. Por esta razón es posible la transferencia de genes entre organismos no relacionados.

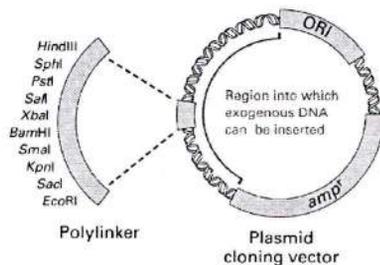
Etapas para la transformación genética

- 1. Identificación y aislamiento de genes.** Los genes son secuencias de ADN que codifican para características de interés agronómico y han sido aislados de bacterias, virus y hongos para ser transferidos a otros organismos. Sin embargo, la estrategia de transformación está tendiendo a la identificación de genes que se encuentran presentes en plantas para transferirlos a otras especies vegetales (relación planta: planta). Los genes son removidos de la cadena de ADN por medio de enzimas de restricción que actúan a manera de tijeras.
- 2. Clonación de genes de interés.** Para transferir un gen de un

organismo a otro se requiere de un **vector** o transportador biológico que permita introducir y expresar el ADN en una nueva célula.

- **Vector de clonación:** son plásmidos que se encuentran en las bacterias, en particular en *Escherichia coli* (Figura 1). Un vector de clonación consta de un origen de replicación (ori), un polilinker donde se unen las enzimas de restricción y se inserta el gen de interés, y un gen marcador de selección (amp). Comúnmente este gen de selección codifica para la resistencia a antibióticos.

FIGURA 1
Estructura del plásmido vector de clonación



- **Etapas de la clonación:** una vez el gen ha sido seleccionado, es necesario disponer de un buen número de copias de éste. Para ello, se construye un plásmido recombinante que contiene el gen de interés y el plásmido de clonación (Figura. 2A) y se introduce en la bacteria *E. coli* para su multiplicación (Figura. 2B). Sólomente las bacterias

que crecen en medios de cultivo en presencia de antibióticos son las que han sido transformadas.

FIGURA 2A
Construcción del plásmido recombinante

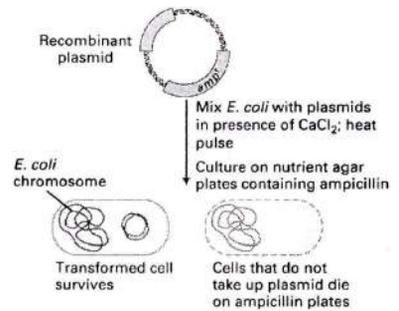
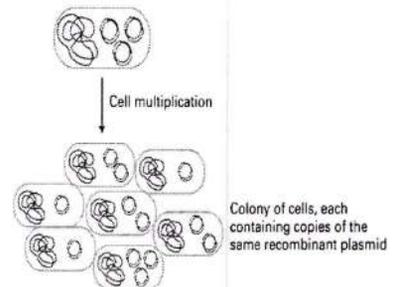


FIGURA 2B
Multiplicación del plásmido en la bacteria *E. coli*.



3. La transformación

Existen varios sistemas para la transferencia de ADN de un organismo a otro.

- **Biolística:** es un sistema mediante el cual los fragmentos de ADN son adheridos a partículas de oro o tungsteno que son disparadas sobre el tejido vegetal con el empleo de un equipo

llamado pistola génica. El ADN es así insertado en el genoma de la célula vegetal, integrado y de esta manera, las células son transformadas.

- Actualmente el sistema más utilizado para la transformación de plantas es el plásmido Ti de **Agrobacterium**, considerado como un vector natural de transferencia genética en plantas. En el plásmido se encuentra una región T-ADN única región que se transfiere a otro organismo y que contiene el transgen.

4. Selección de plantas transformadas:

a. *En medio de cultivo*: los explantes que han sido transformados son ubicados en medio de cultivo que contienen el agente de selección, (antibióticos o azúcares no metabolizables), de manera que sólo crecen aquellos tejidos que hayan incorporado el constructo y que contienen el gen de resistencia a antibióticos.

b. *Southern blot*: es una técnica que permite detectar la presencia del gen que ha sido insertado, empleando una sonda complementaria en un gel de electroforesis.

c. *Inmunodetección*: técnica por medio de la cual es posible detectar la presencia de la proteína en un tejido vegetal (producto de expresión del gen de interés) mediante el uso de anticuerpos.

5. Regeneración de plantas transformadas

Una vez el tejido vegetal ha sido transformado es posible regenerar plantas completas a través del uso de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales *in vitro*.

Desarrollos alcanzados en cultivos agrícolas con el uso de la tecnología del ADN recombinante

Dentro de los principales logros se destacan aquellos que han sido dirigidos al mejoramiento del cultivo y otros al mejoramiento de la calidad nutricional del alimento.

Mejoramiento de cultivos agrícolas:

- Maíz resistente a insectos (Maíz Bt)
- Maíz resistente a herbicidas (Maíz RR)
- Soya tolerante a herbicidas (Soya RR)
- Papaya resistente a virus
- Algodón resistente a insectos (Algodón Bt)
- Algodón tolerante a herbicidas (Algodón RR)
- Zapallo resistente a virus
- Canola resistente a herbicida

Mejoramiento de la calidad nutricional del alimento

En la actualidad la investigación propende por la obtención de alimentos con mayores contenidos de proteínas y aminoácidos esenciales:

- Arroz rico en vitamina A para combatir la ceguera (arroz dorado).
- Yuca con un incremento entre el 35-45% de proteína y aminoácidos esenciales.
- Tomate que contenga 3 veces más de licopeno para la prevención de cáncer de mama, de próstata e infartos.
- Aceites de canola, maíz y soya que contengan 10 veces más de

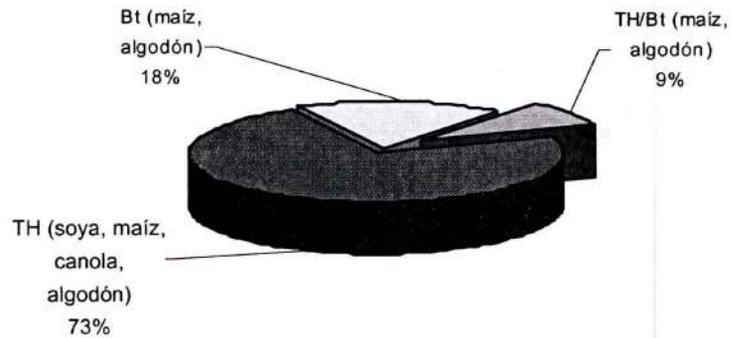
Vitamina E para el manejo de problemas cardiovasculares

- Producción de alimentos con menores cantidades de alérgenos, en especial, en arroz, trigo y nueces, dado que en la población cerca de 50 millones de personas sufren de alergias.

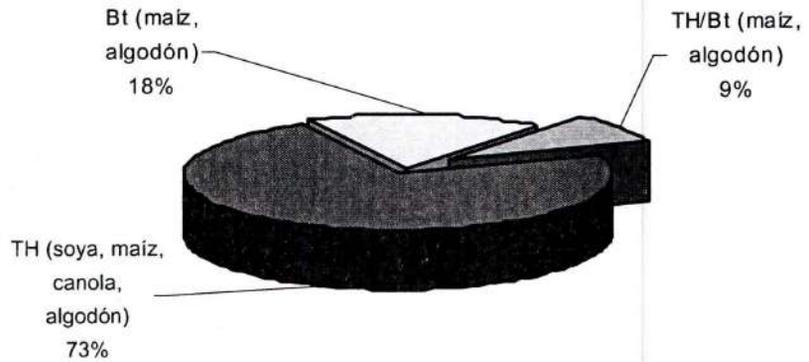
Es de señalar que todos estos productos son sometidos a análisis **CASO POR CASO y PASO POR PASO** con el fin de evaluar la posi-

Area global de OGM en el mundo por cultivo

Area total de OGM en el mundo por país



Area total de OGM en el mundo por característica



Fuente: ISAAA 2003

bilidad de riesgos en la salud humana, animal y en el medio ambiente. La normativa que ha sido establecida se define como Bioseguridad. Estudios a nivel de toxicidad, alergenicidad y patogenicidad, son llevados a cabo para garantizar el uso seguro de los OGM en los diferentes ámbitos. El principio de equivalencia sustancial es uno de los primeros pasos para la evaluación de los OGM. Según este principio, el Organismo Genéticamente Modificado es comparado con su homólogo

convencional, donde la única diferencia deberá ser la presencia de la nueva proteína.

Un OGM solamente es liberado para cultivo o para consumo, una vez ha sido sometido a una estricta y exhaustiva evaluación. Por lo tanto, se puede afirmar que hasta el momento y con base en la evidencia científica, no existe ningún OGM que haya sido liberado y que represente riesgos para la salud o el medio ambiente.