



Invenio

Universidad del Centro Educativo Latinoamericano

seciyd@ucel.edu.ar

ISSN (Versión impresa): 0329-3475

ARGENTINA

2000

Alejandrina Chamas

ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

Invenio, diciembre, año/vol. 3, número 4-5

Universidad del Centro Educativo Latinoamericano

Rosario, Argentina

pp. 149-159

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>



ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

Alejandrina Chamas*

RESUMEN: El presente artículo tiene por objeto explicar al lector lo que son, cómo se obtienen y para qué se utilizan, los alimentos transgénicos, tratando de puntualizar sin posturas extremistas, los riesgos y beneficios que conllevan estos productos, ya sea para la salud como para el medio ambiente. Expone, asimismo, los diversos aspectos de la materia, entre ellos, el técnico, el social y finalmente el ético, para que el lector pueda sacar sus propias conclusiones, de un tema actual, con grandes controversias.

ABSTRACT: *Transgenic Food*

The purpose of this article is to explain the readers how transgenic food products are obtained and what they are used for and, disregarding extreme positions, to point out the risks and benefits those products may imply, either for health or environment. Different aspects under discussion are presented, among others, the technical and social aspects, as well as the ethical one, so as to allow the reader to come to his/her own conclusion about a current and very controversial issue.

Historia de la Biotecnología

La Biotecnología ha sido utilizada en la industria alimenticia por cientos de años tanto para producir, ingredientes alimenticios y aditivos tradicionales, como no tradicionales.

Aunque el término biotecnología se viene utilizando ampliamente, su definición no está bien ajustada. Una posible acepción es: “conjunto de técnicas aplicadas a los organismos vivos, o a parte de ellos, destinados a la producción alimentaria y no alimentaria”. Así pues, la biotecnología no es nueva, se inició cuando los primeros cazadores-recolectores se asentaron y se aseguraron el sustento mediante el cultivo de plantas y la cría de animales. Sirva como dato que de las cuatro especies silvestres de gallina que inicialmente se conocían, hoy disponemos de más de 40 razas diferentes, todas ellas fruto de sucesivos cruces, selecciones y mejoras. Sin embargo, estos procedimientos se basaban en el ensayo y el error, y no fue hasta mediados del

siglo XIX, con los trabajos de Pasteur, cuando se sientan las bases de un método sistemático para establecer los mecanismos que controlan los fenómenos biológicos.

Otro hito en la historia de la biotecnología fue el nacimiento de la genética, gracias a los estudios de Mendel. Los conocimientos científicos hasta entonces obtenidos tenían su aplicación en la agricultura y la ganadería. Estos antiguos métodos biotecnológicos, que aún hoy se emplean, los acepta el consumidor sin problemas (nectarinas, manzanas con sabor a peras, u otros híbridos).

A mediados del presente siglo, se descubrió que la información contenida en el ADN está codificada y comienzan los avances más espectaculares de la biología molecular, una ciencia más precisa en el control de los riesgos.

A principios de los años setenta se descubrió una enzima capaz de cortar segmentos específicos de las cadenas de ácidos nucleicos. Posteriormente se desarrollaron técnicas para aislar genes,

* *Alejandrina Chamas* es estudiante de 5º año de Ingeniería en Tecnología de los Alimentos, de la Facultad de Química, de la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. El presente trabajo se finalizó en Noviembre de 1998.

reintroducirlas en células vivas y combinar los genes de diferentes organismos.

A pesar que las técnicas tradicionales son importantes y seguirán siendo utilizadas por la industria alimenticia, la biotecnología moderna, que incluye a la **ingeniería genética** y a la **tecnología transgénica**, ha abierto un completo y nuevo rango de posibilidades en el desarrollo de los productos alimenticios.

La Ingeniería Genética y la Tecnología Transgénica

En los tradicionales programas de reproducción, solo las especies directamente relacionadas podían ser cruzadas, pero las técnicas transgénicas permiten transferir material genético de organismos completamente no relacionados, por lo que los criadores pueden incorporar características que normalmente no están disponibles para ellos. Los organismos actualmente modificados, exhiben propiedades, que serían imposibles de obtener por técnicas convencionales de reproducción.

La más reciente aplicación de la biotecnología en alimentos es la modificación genética (GM), también conocida como ingeniería genética, manipulación genética, tecnología genética y/o tecnología recombinante de ADN.

La ingeniería genética es esta nueva ciencia que permite transferir la información genética de un organismo a otro. Se denomina transgénico al organismo portador de material genético perteneciente a especies no emparentadas transferido a él mediante ingeniería genética.

Los últimos estudios se dirigen a conocer aspectos básicos que permitan utilizar genes relacionados con el crecimiento, la eficiencia alimentaria, la resistencia a enfermedades o la adaptación a las condiciones ambientales. El número de productos alimenticios modificados genéticamente disponibles en el mercado es todavía muy reducido. La ingeniería genética es, una ciencia incipiente, que debe madurar mucho. El proceso para diseñar, desarrollar y comercializar los productos transgénicos es largo y costoso, los riesgos potenciales para el entorno no son del todo controlables, el marco legal para este tipo de productos es aún muy limitado y, finalmente, no suscitan mucha aceptación social.

Alimentos transgénicos

Se considera a los alimentos como transgénicos cuando son:

- Organismos sometidos a ingeniería genética que se pueden utilizar como alimento.
- Alimentos que contienen un ingrediente o aditivo derivado de un organismo sometido a ingeniería genética.
- Alimentos que se han elaborado utilizando un producto auxiliar para el procesamiento (por ejemplo, enzimas) creado por medio de la ingeniería genética.

Los productos transgénicos deben cumplir los criterios de una Directiva Europea de 1997: que sea necesario y útil, seguro para la salud humana y el medio ambiente, y que sus características sean las declaradas y que, además, se mantengan en el tiempo.

Técnica de la clonación de genes

A pesar que el sistema básico de codificación es el mismo en todos los organismos, los finos detalles del control genético a menudo difieren. Un gen de una bacteria, es muy probable que no funcione correctamente si es introducido, sin ser modificado, dentro de una célula animal o vegetal. El ingeniero genetista primero debe construir un transgen, esto es un segmento de ADN que contenga en gen de interés y algo extra de material genético que controla correctamente el funcionamiento del gen en su nuevo organismo. El transgen debe, luego, ser introducido en un segundo organismo.

La clonación de genes fue inicialmente posible por avances técnicos tales como el aislamiento de enzimas que rompen el ADN por sitios precisos (endonucleasas de restricción), o que unen covalentemente fragmentos de ADN (ligasas) y, con frecuencia, los avances dependen aun del desarrollo de nuevas enzimas u otros reactivos bioquímicos.

La clonación de genes consiste esencialmente en la inserción en la célula de un determinado fragmento de ADN "extraño" de forma que el ADN insertado se replique y se transmita a las células hijas durante la división celular. Este proceso tiene lugar de forma natural, como lo demuestra la rápida disper-

sión de la resistencia múltiple a antibióticos entre las poblaciones bacterianas sometidas a una adecuada presión selectiva.

Básicamente el proceso de clonación incluye los siguientes pasos:

1. Utilizando las enzimas de restricción se aísla el gen responsable del efecto que desee lograrse, como por ejemplo, la superior resistencia a los herbicidas.

2. El gen se inserta en el anillo de ADN autorreplicable, llamado vector, junto con un gen marcador, de resistencia a antibióticos con el que posteriormente se seleccionarán los organismos donde la implantación ha tenido éxito.

3. El anillo de ADN autoreplicable, se introduce en un huésped en el que se replicará utilizando enzimas del propio huésped, que puede ser un tipo de bacteria o un virus.

4. Los plásmidos replicados se introducen en una bacteria adecuada para “contagiar” al tipo de organismo que se desea modificar.

5. Estas bacterias transmiten a células, en este caso, de la planta, criadas en el laboratorio, el plásmido modificado, alterando el genoma del original e incorporándole las nuevas características.

6. Utilizando hormonas se regeneran plantas completas a partir de las células modificadas.

7. El tratamiento con antibióticos selecciona las plantas en las que la modificación ha tenido éxito.

Los **vectores** son los vehículos utilizados para la introducción del ADN en una célula huésped. Un buen vector debe poseer sitios de corte específicos para las enzimas de restricción y presentar propiedades que faciliten su ligación al ADN a ser clonado y la facultad de replicar en la célula huésped y con esto copiar el ADN exógeno. Es preferible que sea pequeño y multicopia.

Es también importante que posibilite la expresión del mensaje genético insertado en el huésped y que presente propiedades que permitan una selección de huéspedes que contengan el ADN recombinante (resistencia a antibióticos u otros marcadores genéticos).

También debe tener características que permitan evitar su proliferación ambiental, tal como sensibilidad a la temperatura corporal y a los

detergentes.

Los vectores utilizados son el **ADN vírico**, los **plásmidos** y los **cósmidos**.

Microorganismos GM

Entre la gran variedad y cantidad de microorganismos que se encuentran en la naturaleza, no son muchos los reconocidos como seguros (GRAS) para ser usados en la fabricación de alimentos o de compuestos utilizados en su preparación (*ver tabla 1*). En este sentido, dicha tabla presenta algunos de los microorganismos usados en la fabricación de alimentos y en la producción de enzimas y aminoácidos. La moderna biotecnología ofrece la posibilidad de utilizar microorganismos como pequeñas unidades sintetizadoras de diversos compuestos de interés para la industria alimentaria.

Algunos microorganismos utilizados en la producción de alimentos o de sus componentes
<ul style="list-style-type: none"> - Aspergillus niger cerevisiae - Penicillium requeforti lipolytica - Rhizopus oryzae fragilis - Lactobacillus bulgaricus y especies relacionadas - Lactococcus lactis y especies relacionadas - Bacillus subtilis - Saccharomyces - Cándida - Kluyveromyces - Leuconostoc lactis y otras especies relacionadas - Corynebacterium oenos y especies relacionadas - Mucor javanicus

En las aplicaciones biotecnológicas de mayor importancia pueden considerarse aquellas concernientes a la producción primaria de alimentos y, por otra parte, las relacionadas con el sector de las transformaciones industriales.

Entre los campos de mayor interés se encuentran:

- Mejoramiento de las propiedades biotecnológicas de levaduras, bacterias lácticas y Bacillus.
- Producción de enzimas microbianas y enzimas inmovilizadas.
- Desarrollo de biosensores.
- Producción de Proteína Unicelular (PUC).

- Procesos microbiológicos para obtener aminoácidos y vitaminas.
- Uso de microorganismos para la producción de sustancias aromatizantes, espesantes y colorantes.
- Optimización de la producción de ácidos orgánicos y otros compuestos de uso alimentario.
- Diseño de métodos rápidos para la detección de microorganismos patógenos y agentes tóxicos en los alimentos, para asegurar así su calidad y salud del consumidor.

Plantas modificadas genéticamente

Mediante la ingeniería genética se obtienen mejoras en la producción agrícola como por ejemplo:

- Empleo de inoculantes competitivos y buenos fijadores de N₂ para leguminosas (*Rizobium*, *Bradyrhizobium*, etc.). Desarrollo de inoculantes para maíz, trigo (ej. *Azospirillum*), y arroz, con la finalidad de acelerar su crecimiento y mejorar su rendimiento.
- Desarrollo de soja tolerante a herbicidas y su explotación a otros oleaginosos y cereales.
- Introducción de genes con la capacidad fijadora de nitrógeno en plantas.
- Resistencia a pestes y condiciones ambientales extremas (alta salinidad, heladas, etc.).
- Control biológico de plagas, introducción en plantas de genes bacterianos (*Bacillus thuringiensis*) productores de sustancias nocivas para insectos.
- Obtención de tomates con alto contenido de sólidos.
- Cultivo de células para obtener especias.
- Producción de maíz con alto contenido en triptofano u otros aminoácidos esenciales.
- Mejoramiento microbiano de ensilados (por ejemplo con bacterias lácticas), para ser usados como alimento animal.

Animales manipulados genéticamente

Para desarrollar animales transgénicos, al igual que la clonación de genes en bacterias, la propagación de genes extraños en células animales requiere de métodos para introducir ADN exógeno en la célula y vectores para su mantenimiento y replicación estable. Se han producido ovejas

transgénicas que secretan alfa-anti-tripsina (utilizada en el tratamiento del enfisema) y factor de coagulación IX (para la hemofilia) directamente a través de la leche, así como cabras que secretan anticuerpos monoclonales humanos. Para construir a estos animales transgénicos, se microinyectan huevos no fertilizados -zigotos- con genes recombinantes que se integran aleatoriamente a los cromosomas del huésped en regiones no predecibles. La expresión de los genes transferidos (transgenes) depende de la función de los sitios de integración. El mecanismo mediante el cual se integran los transgenes a los cromosomas aún se ignora.

Entre los distintos métodos utilizados, la clonación desde células fuente o especializadas, es el más desarrollado y en el que se está trabajando intensivamente, en la actualidad.

Las **células ES** (embryonic stem cells) o **células fuente** son las células tempranas o indistintas de las cuales todas las células maduras (diferenciadas) derivan. Este tipo de célula tiene la característica de que puede ser manipulada genéticamente en cultivos y luego ser inyectada en un embrión joven. En un porcentaje significativo de todos los casos, las células contribuyen a la línea de germinación, por ejemplo, se convierten en óvulos o espermias tal que en la próxima generación transgénica se puedan producir animales completos. Las células ES han sido descritas para vacas, ovejas y cerdos, pero ninguna ha mostrado ser conveniente para la manipulación genética o para la producción de descendencia que contengan células ES derivadas de su línea de germinación. Esta, es actualmente un área de intensa investigación.

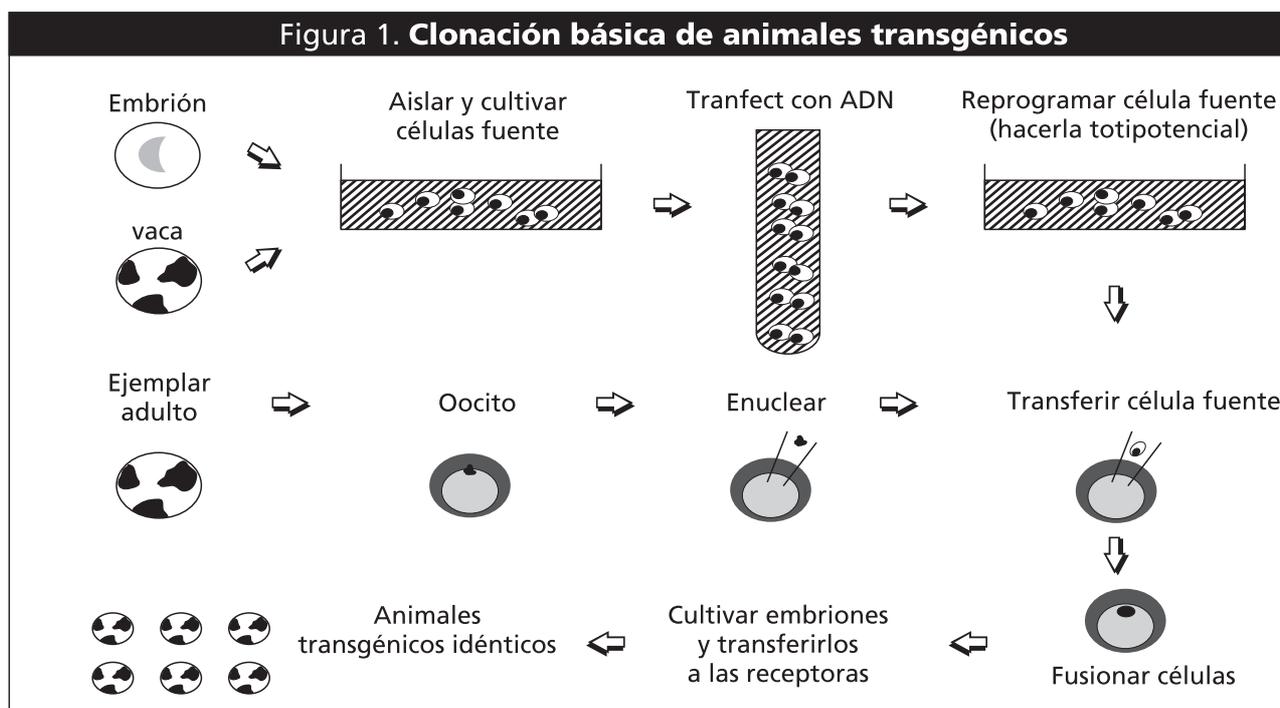
El uso de células ES en animales de granja fue relacionado con la idea que dichas células producirían animales, no por microinyección de células en un embrión joven, sino por trasplante de los núcleos de células genéticamente modificados. La tecnología para trasplantes nucleares está bastante bien establecida en ovejas y vacas. La única limitación parecería ser encontrar adecuados donantes de células, como las células ES. Pero, las investigaciones sugieren que las células genéticamente manipuladas para trasplantes nucleares no tienen que ser células ES. La producción del cordero Dolly a partir de una célula de la glándula mamaria de una oveja adulta, y más importante aún, la producción de

un número de corderos a partir de fibroplastos fetales cultivados, sugiere que una amplia serie de células, no solo las ES, podrían ser útiles para la inserción de genes en ganado.

Una ventaja adicional es que los protocolos experimentales apropiados permiten a los genes ser in-

sertados en locaciones específicas en el genoma, así, de ese modo se evita los efectos confusos por ADN que frecuentemente acarrea la microinyección de embriones.

Principalmente la tecnología transgénica en animales



se orienta a:

- Una mayor producción de carne por el uso de estimulantes de crecimiento y clonado.

- Uso de vacunas específicas y baratas como medida profiláctica, como por ejemplo contra la fiebre aftosa, diarreas y otras enfermedades.

- Producción de leche con mayor funcionalidad y con proteínas de interés alimenticio o farmacéutico.

- Se propuso usar la vaca como bioreactor para producir otros tipos de proteínas.

- A través de la modificación en la secuencia de genes reguladores de lactosa, obtener leche con bajo tenor de lactosa, demandada por parte de la población que carece de la enzima lactasa.

- Empleo de hormonas obtenidas por biotecnología y de bajo costo para aumentar la producción unitaria de leche. Se ha comprobado el incremento en el nivel de la hormona en crecimiento en

los animales más productores, así como un 15 o 20 % más de productividad por suministro exógeno de somatotrofina exógena.

Aspectos de Seguridad

La nueva regulación adoptada de Alimentos Nuevos (258/97/EEC; 15 de Mayo de 1997) establece claramente que la seguridad de Alimentos Nuevos e Ingredientes Alimenticios Nuevos debe ser valorada por el productor antes de ser puesta en el mercado. Esta valoración tiene que realizarse acorde a las "Opiniones de la valoración de Nuevos Alimentos" recomendada por el Comité Científico de Alimentos. Anteriormente, tales experimentaciones avanzadas no habían sido aplicadas en el sistema legal de muchos países miembros, por lo que esta regulación abre, así, un nuevo concepto para la aceptación de alimentos en el mercado.

La regulación de Nuevos Alimentos establece que los alimentos e ingredientes alimenticios **no deben** presentar un peligro al consumidor ni confundirlo y tampoco deben diferir nutricionalmente de aquellos alimentos a los que está tratando de reemplazar.

El primer paso en la evaluación de seguridad considera el concepto de “**equivalencia substancial**” (SE). Esta terminología ha sido desarrollada por la OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) y define que si un alimento modificado o un componente alimenticio puede ser comparado a su homólogo existente en el mercado y ser encontrado substancialmente equivalente, puede ser tratado de la misma forma con lo que respecta a seguridad. Es importante tener en cuenta que la equivalencia substancial no es solo una consideración de seguridad. El producto nuevo es solo comparado a productos ya existentes.

Si un producto modificado no es considerado como substancialmente equivalente, la evaluación de seguridad debe destacar las potenciales diferencias. Las medidas importantes para la evaluación de seguridad incluyen análisis de composición, nutrición e ingestión, alergenicidad, estabilidad y ecología de microorganismos GM, y genes marcadores.

Los estudios analíticos de composición de alimentos modificados son importantes para:

- el establecimiento de la equivalencia substancial
- valoración nutricional
- valoración toxicológica.

La evaluación toxicológica debe tener en cuenta el consumo previsible. Mas aún, una interpretación científica aunada es recomendable para valorar el conjunto de factores saludables basada caso por caso.

Equivalencia Substancial

En Diciembre de 1997, el ACNFP (Advisory Comitee on Novel Foods and Processes) anunció que aquellos alimentos altamente procesados y refinados derivados de cultivos GM, tales como aceite procesado, azúcar blanca y almidón, serán considerados como equivalentes substanciales de sus conven-

cionales homólogos basados en que no habrá ADN ni proteínas presentes siguiendo el proceso que estos alimentos reciben. Todos los demás ingredientes derivados de los cultivos GM, tales como harinas y extractos de proteínas, se les dará una exhausta evaluación de seguridad, ya que pudiendo no haber sido sujetos a procesamientos asociados a productos altamente refinados pueden, por lo tanto, poseer nuevo ADN y/o proteínas, intactos o en su forma degradada. Esto se debe a que las reacciones alérgicas por proteínas en alimentos han incrementado las amenazas a la salud de los consumidores. La tecnología de ADN recombinante puede introducir nuevas proteínas en el organismo receptor y las valoraciones de una potencial alergenicidad deberían considerar este potencial con respecto al donante y del organismo receptor.

Riegos de la Tecnología Transgénica

El mayor de los peligros de la transgénesis reside en los **vectores**. Estos, a diferencia de los pedazos de ADN ordinario, son resistentes a la degradación enzimática, y pueden sobrevivir independientemente en el medio ambiente donde pueden infectar células, multiplicarse en ellas, y saltar dentro y fuera de los genomas.

Mucha de la actual preocupación de las amenazas para la salud de los alimentos se centra en la toxicidad o alergias a un gen exótico, mientras que las amenazas ecológicas están enfocadas en el gen secundario que transfiere por hibridación convencional de plantas transgénicas a malezas emparentadas.

De los tres tipos de vectores (virus, plásmidos y cósmidos), los virus son probablemente los más infecciosos ya que no necesitan contacto célula - célula para infectar y pueden sobrevivir en el ambiente indefinidamente. Los plásmidos y los cósmidos son generalmente intercambiados por contacto célula - célula durante la conjugación o cuando una célula ingiere (o fagocita) a otra.

Por otra parte, lo que comúnmente se usa como **genes marcadores** expresando **resistencia a antibióticos**, son fuertemente cuestionados por la sociedad y es probable que dichos genes no sean aceptados en la futura legislación, aún si ningún daño pue-

de ser científicamente identificado. Estos genes son importantes en la construcción del organismo transgénico pero no juegan papel alguno en el producto final.

A pesar que la transmisión de la resistencia a antibióticos desde un gen marcador contenido en una planta GM a un microorganismo normalmente presente en el intestino humano no ha sido demostrada experimentalmente, se ha sugerido que el riesgo potencial de diseminación de la resistencia a antibióticos terapéuticos podrían traer serias consecuencias en cuanto a salud refiere y por lo tanto debe ser evitada. En la ausencia de datos confiables, el ACNFP en el Reino Unido ha fallado del lado de la cautela y ha recomendado que los genes marcadores con resistencia a antibióticos deben ser eliminados de los organismos GM que no han sido inactivados por procesamiento o cocido, como en el yoghurt vivo. Genes marcadores y alternativos basados en, por ejemplo, la habilidad de crecer en ciertos azúcares, están cada vez más disponibles, por lo tanto, es probable que la dependencia de genes resistentes a antibióticos en la biotecnología alimenticia se reduzca en el futuro.

En lo que respecta al **medio ambiente**, según un informe de la OCDE, el 66 % de las experimentaciones de campo con cultivos transgénicos que se realizaron en años recientes estuvieron encaminadas a la creación de plantas resistentes a herbicidas. Tal es el caso de la soja transgénica de Monsanto, resistente al herbicida Roundup, que produce la misma multinacional.

El Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de EE.UU. considera que este herbicida de amplio espectro ha puesto al borde de la extinción una gran variedad de especies vegetales de EE.UU.; también se le considera uno de los herbicidas más tóxicos para microorganismos del suelo como hongos, actinomicetos y levaduras, y tiene efectos nocivos para la fauna en general. Otra de las preocupaciones fundadas acerca de los cultivos transgénicos es el posible escape de los genes transferidos hacia poblaciones de plantas silvestres relacionadas con estos cultivos, mediante el flujo de polen: ya han sido bien documentadas numerosas hibridaciones entre casi todos los cultivos y sus parientes silvestres.

La introducción de plantas transgénicas resistentes a plaguicidas y herbicidas en los campos de cultivo conlleva el riesgo de que estos genes de resistencia pasen, por polinización cruzada, a “malas hierbas” silvestres emparentadas, creándose así “malísimas hierbas” capaces de causar graves daños en cultivos y ecosistemas naturales. La incorporación de genes procedentes de especies muy distintas puede dotar a las nuevas variedades transgénicas de rasgos novedosos que supongan una ventaja competitiva, favoreciendo su expansión y el desplazamiento de especies autóctonas, con repercusiones en cadena en los ecosistemas difícilmente previsibles e imposibles de controlar. Se ha demostrado experimentalmente, por ejemplo, que las toxinas insecticidas producidas por algunos cultivos transgénicos afectan no sólo a los insectos considerados “plaga”, sino a los predadores de estos insectos, que son imprescindibles para el control biológico de las plagas.

Etiquetado

En la **Unión Europea**, hasta mayo de 1997, el etiquetado de alimentos GM en varios países europeos, no era obligatorio. Sin embargo, algunos productores alimenticios y revendedores etiquetaban estos productos voluntariamente sobre las bases de permitir a los consumidores el derecho a elección y para ganar la confianza de los mismos. Los reglamentos de etiquetado han sido desarrollados por varios organismos, incluyendo del tipo independiente tales como el Food Advisory Committee en 1993 (revisto en 1996) y el Institute of Grocery Distribution en 1997. Estos reglamentos han tenido en cuenta la necesidad de etiquetado de nuevos alimentos que contuviesen material (p. e. alérgenos) con el cual trajesen implicaciones para la salud de algunos sectores de la población (p. e. niños o ancianos), así como aquellos que pudiesen contener “genes que afecten la ética”. Esto último incluye alimentos que tienen genes derivados de humanos o de animales que estén sujetos a restricciones religiosas en la dieta (p. e. genes de cerdos para los musulmanes, o cualquier gen animal para los vegetarianos).

En julio de 1997, poco después de las derogaciones de la Novel Food Regulation, la Comisión publicó

una propuesta para una nueva legislación que hiciese distintivo el etiquetado de todos los alimentos GM obligatorio. En diciembre de 1997, el tema fue demorado por el Member States con el propósito de llegar a un acuerdo en las propuestas.

Mientras tanto, el fallo de la EU de llegar a un pronto y claro reglamento de etiquetado y agravado por el fuerte reclamo de los consumidores de un etiquetado comprensible llevó a productores y revendedores a desarrollar sus propios códigos de práctica. En el Reino Unido, el British Retail Consortium, la Food and Drink Federation y el Institution of Grocery Distribution adoptaron la política de etiquetar voluntariamente todos los productos que contuviesen soja GM o ingredientes de proteína de maíz desde enero de 1998. Iniciativas comerciales similares están siendo tomadas en el resto de la Unión Europea.

EE.UU. apoya el desarrollo de directivas de etiquetado voluntarias según el Código, para asegurar que el mismo sea consistente y refleje con precisión las propiedades de ambos, ya sean los productos genéticamente diseñados o los productos alimenticios tradicionalmente derivados. No prohíben etiquetas voluntarias descriptivas del método de producción, incluyendo alimentos genéticamente diseñados, con tal que la información no sea falsa o engañosa y no intente establecer una diferencia material inexistente, positiva o negativa entre productos obtenidos mediante la ingeniería genética y métodos tradicionales.

En resumen, EE.UU. apoya el etiquetado obligatorio de alimentos, ingredientes alimentarios, y aditivos producidos mediante biotecnología, si tales sustancias alimentarias plantean una preocupación de seguridad o salud, o se alteran significativamente en la composición nutritiva, o requisitos de utilización. También apoya el desarrollo de directivas del Código Alimentario para el etiquetado voluntario de alimentos, ingredientes alimentarios, y aditivos producidos mediante biotecnología y que la información que provean no sea falsa o engañosa. Lo que no obliga es a etiquetar a aquellos productos que ya han sido previamente clasificados como substancialmente equivalentes, ya que EE.UU. no piensa que haya alguna evidencia para apoyar que los alimentos genéticamente diseñados son inherentemente me-

nos seguros que los alimentos derivados de tecnologías convencionales de producción y por lo tanto concluyen que no requieren etiquetado obligatorio.

En la **Argentina**, según el ingeniero Carlos Benzi, director del Instituto de Alimentos (INAL), no existe ninguna reglamentación de etiquetado que permita la identificación y el rastreo de los productos transgénicos.

Percepción y Preocupación Pública

La tecnología genética aplicada a los alimentos esta actualmente entendida de una manera muy vaga por el público. Los juicios son frecuentemente hechos sobre las bases de información inapropiada o desviada de tecnología, llevando esto a una ampliación de los peligros percibidos. La falta de confianza en los gobiernos e industria como fuentes creíbles de información acerca de alimentos esta asociada con la gran confianza en otras fuentes informativas que son percibidas como independientes. Esta falta de información propicia y creíble, ha hecho al público más susceptible a cuestiones emotivas.

Los científicos académicos e industriales, cuerpos profesionales, sociedades entendidas, productores alimenticios, gobiernos y organizaciones de consumidores deben tener un rol activo en la comunicación de los beneficios y preocupaciones de los alimentos GM al público. La realización de los potenciales beneficios de la tecnología genética depende tanto del trabajo de los científicos en localizar y resolver los problemas potenciales y reales, como de la comunicación efectiva entre los científicos y el resto del público.

Los gobiernos deben salvaguardar los intereses de los ciudadanos/consumidores y garantizar la seguridad de los productos producidos por métodos transgénicos ya que sin la aceptación pública, los beneficios de la tecnología no pueden ser materializados, por esto, se debe informar al público acerca de los efectos positivos y negativos de la producción y del uso del nuevo producto, creando así, libertad de elección para los consumidores y optimizando la posibilidad de la aceptación pública.

Los chances de mejorar la calidad de vida y/o

capacidad y calidad de producción deben ser utilizadas cuando es apropiado. Los gobiernos tienen entonces, la tarea de asegurar la continuidad de desarrollo tecnológico, lo que implica que haya un cierto grado de certidumbre para la industria y afines, asegurando así, una atmósfera positiva y dependiente para el desarrollo industrial.

Consideraciones éticas

El Profesor Peter Sandøe, Investigador en Bioética de la Universidad de Veterinaria y Agricultura de Dinamarca, alega que las investigaciones de las fundaciones deben estar enfocadas hacia la luz de posibles aplicaciones técnicas futuras, y si estas aplicaciones son éticamente inaceptables, la investigación debe ser prohibida o restringida. A esto, el autor lo llamaría la *visión proactiva* de la investigación de las fundaciones.

La visión proactiva parece tener una gran aceptación entre los políticos y el público en general. Esto puede ser ilustrado por el reciente ejemplo de la oveja Dolly. Cuando la historia acerca de la oveja clonada desde una célula mamaria de su madre fue noticia, hubo una conmoción alrededor del mundo. Millones de personas se preocuparon y los políticos tuvieron que actuar. En Dinamarca, por ejemplo, la moción fue discutida en el parlamento para poner severas restricciones a la investigación concerniente a la clonación de animales.

Un interesante aspecto de este caso, fue que las personas empezaban a preocuparse, ya que dicho experimento de clonación tan relevante no estaba asociado a una aplicación tecnológica específica. Aquí es donde Dolly difiere de otra famosa oveja transgénica escocesa, Tracy, que fue desarrollada con el propósito de fabricar un producto farmacéutico vital. Porque Tracy estaba remitida a un propósito, específico, respetable y tecnológico, esta oveja levantó menos debates éticos, cuando apareció en los medios algunos años atrás.

Una cosa que parece estar preocupando acerca de la investigación de Dolly y de otros ejemplos de investigación de fundaciones, es el sinnúmero de aplicaciones posibles. Esto da lugar a especulaciones acerca de “escenarios horrorosos” de varios tipos. Es más, Dolly parece haber esparcido un gran temor de que las técnicas de clonación sean usadas en humanos.

La visión proactiva puede, por lo tanto, conducir a una situación donde es mucho más difícil la justificación de este tipo de investigaciones que justificar las investigaciones biotecnológicas dirigidas a un propósito específico en las aplicaciones tecnológicas. La visión proactiva se enfrenta a tres problemas:

El primero es que sólo son vistas las posibilidades de efectos indeseables de la investigación, mientras que la visión de los efectos positivos y la probabilidad de que los efectos indeseables imaginados sucedan no se consideran. Por ejemplo, la investigación que derivó en la creación de Dolly tenía algunas aplicaciones obvias, tales como mejorar la transgénesis. El mayor obstáculo tecnológico para la creación de animales transgénicos es la transferencia genética. Con un método confiable para obtener nacimientos derivados de células mamarias, será posible hacer blancos genéticos en células en cultivo. La clonación es tal vez, una herramienta esencial en la creación de todo tipo de animales transgénicos. Algunos de estos animales pueden servir a propósitos ampliamente aceptados. Por ejemplo, estos pueden servir para producir medicamentos vitales o como modelos de enfermedades humanas para probar investigaciones médicas útiles. Puede ser cuestionado que estos beneficios no contrapesan los efectos negativos imaginados. Sin embargo, el mero hecho de imaginar efectos muy negativos no puede ser un argumento. Si lo fuera, la mayoría de las tecnologías no estarían consideradas éticamente aceptables. También debe ser considerado cuan probables son los efectos imaginados y debe hacerse un análisis costo-beneficio.

El segundo problema es que la visión proactiva depende de la dudosa asunción que es posible que la búsqueda del conocimiento se detenga. Esto es posible a escala muy “local”. Sin embargo, las investigaciones son realizadas en todo el mundo. Si un país o grupo de países prohíben o restringen un cierto tipo de investigación, ésta todavía podría hacerse en otra parte del mundo. Y cuando los resultados están ahí, estarán disponibles en todas partes, aún en aquellos países que habían prohibido o restringido ese tipo de investigación.

El último problema es que la visión proactiva solo ve el valor o el “sinvalor” del conocimiento científico en las aplicaciones tecnológicas. Sin embargo, para mucha gente, el hecho de que tenemos que saber más de este mundo, es también valioso. Por ejemplo, la

creación de Dolly parece mostrar que la especialización de células no es irreversible, aun si es posible para una célula especializada de ganar toda la potencia de una precoz célula embrionaria. Esto, si es confirmado por investigaciones futuras, será un avance fascinante en el entendimiento del misterio de la vida.

Sin embargo, el valor de las investigaciones básicas no tiene mucha aceptación en el público en general. Por eso es importante explicar el rol de la investigación básica y defender el valor del conocimiento científico. Este conocimiento es valioso en si mismo y conlleva la promesa de una innumerable cantidad de aplicaciones. La tarea es dibujar la línea entre aquellas aplicaciones que son buenas y útiles y aquellas que son éticamente problemáticas o directamente inaceptables. El conocimiento básico en si mismo es siempre bueno, pero no sabemos siempre hacer un buen uso de él.

La biotecnología, y más precisamente la tecnología transgénica, nos da un enorme aumento de nuestras posibilidades y por consiguiente de nuestras responsabilidades. Estas investigaciones no tienen lugar en un espacio aislado, sino en el contexto de so-

ciudad, y por consiguiente tiene un gran impacto sobre ella, por esto es importante que el consumidor este informado en la materia.

La tecnología transgénica y los alimentos derivados de ella, pueden contribuir al bienestar humano, pero, creo que son aceptables solo cuando los propósitos son justificados y llevados a cabo bajo condiciones éticas. Por esto, la sociedad tiene derecho a saber y luego ejercer su derecho a elección. Eventualmente esto conllevará a la apertura y calidad en la investigación, a la transparencia en la política y debates públicos, y a un mayor compromiso de todos para hacer ciencia con responsabilidad, ética y conciencia.

BIBLIOGRAFÍA

BROWN, C. *Introducción a la Biotecnología*, Zaragoza, Acribia, 1989.

TREVAN, M. *Biotecnología: Los Principios Biológicos*, Zaragoza, Acribia, 1990.

PARADA, José Luis. "Otra esperanza para los alimentos", *Revista Enfasis* n° 4, Agosto 1998.

YOUNG, y AAVV. "Dolly fue solo el comienzo", *Revista Enfasis* n° 6, Octubre 1998.

Artículos Publicados en Internet:

- www.consumer-revista.com/mar98/informe_01.html, "Alimentos Transgénicos - Reina la confusión", *Revista Consumer*, Noviembre 1998.

- www2.gm.es/avalls/agen2.htm, "Etiquetación de Alimentos y Aditivos o Ingredientes Alimenticios Producidos mediante Biotecnología", Diciembre 1998.

- www.ifst.org/hottop10.htm, "Genetic Modification and Food" por el Institute of Food Science and Technology (IFST), Diciembre 1998.

- www.lector.net/versep98/inge.htm, "Ingeniería Genética", Diciembre 1998.

- www.aba.asn.au, "Transgenic Animals and Plants" por Deakin University para ABA (Australian Biotechnology Association Ltd), Diciembre 1998.

- www.psrast.org/fao96.htm, "Fatal Flaws in Food Safety Assessment: Critique of The Joint FAO/WHO Biotechnology and Food Safety Report" por Dr. MAE-WAN HO, Enero 1999.
- www.capside.org.sg/souths/twn/titli/tokar-cn.htm, "Multiplying embryos and alterin genes: embryonic stem cells", MOUNTFORD, Peter, Enero 1999.
- www.capside.org.sg/souths/twn/titli/tokar-cn.htm, "Genetically Engineered Foods: Coming to your supermarket?" TOKAR, Brian, Enero 1999.
- www.kslab.ksla.se/transgen.htm, "Transgenic Animals and Food Production," de la Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry, Marzo 1999.