

## Alimentos obtenidos a partir de organismos genéticamente modificados (OGM)

Bioq. Olga Tamasi, Roberta Sammartino, Lic. Daniel Roisinblit, Ing. en Alimentos Natalia Acosta Verrier, Dra. Teresa Velich.  
Instituto Nacional de Alimentos – ANMAT – Ministerio de Salud y Ambiente

### • Introducción

El propósito de este artículo es responder, en un lenguaje sencillo, a las inquietudes con respecto a la inocuidad de los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos. Por ese motivo, en este trabajo se procurará:

- \* Definir la biotecnología moderna, y qué son y cómo se desarrollan los organismos vegetales genéticamente modificados (OGM) y los alimentos derivados de ellos.
- \* Analizar cuestiones relacionadas con las principales preocupaciones sobre la salud y la inocuidad de los alimentos derivados de los OGM.
- \* Presentar la normativa argentina por la cual se evalúan los riesgos ambientales y los relacionados con su consumo, y por la cual se aprueba la liberación y comercialización de los OGM.

Este documento no profundiza las temáticas relacionadas con los aspectos sociales, éticos, legales, económicos y ambientales.

Al final del documento, se presenta un glosario de términos para facilitar la comprensión al público en general.

### ▪ **¿Qué es la Biotecnología?**

La biotecnología tradicional ha sido utilizada por el hombre desde hace tiempo para la producción de alimentos (pan, queso, yogur, etc.) y bebidas fermentadas (vino, cerveza, etc.), y también para el mejoramiento de cultivos y animales domésticos.

En el “Convenio de Diversidad Biológica”, ratificado por la Ley N° 24.375 en 1994, se ha definido a la biotecnología como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados, para la *creación o modificación de productos o procesos para usos específicos*”.

El reciente e intenso incremento del conocimiento en el campo de las ciencias biológicas (bioquímica, biología molecular, genética, etc.) ha complementado las formas tradicionales de la biotecnología con aplicaciones modernas. Hoy en día abarca una gama de técnicas que van desde las prácticas tradicionales de selección genética hasta técnicas de *biotecnología moderna*, basadas en tecnologías de *ADN recombinante*. Es decir, ya no se limita solamente a la modificación genética de organismos vivos.

La *biotecnología moderna*, introdujo la modificación genética en los procesos de diversas industrias y sectores. En la industria farmacéutica, para la obtención de antibióticos, vacunas, hormonas y cientos de productos de diagnóstico; en la floricultura, para la obtención de nuevas variedades de flores; en la reparación de ambientes contaminados y en la agricultura, para introducir rasgos de resistencia, en particular a herbicidas e insectos en varios cultivos importantes.

### ▪ **¿Qué son los organismos genéticamente modificados (OGM)?**

Los organismos vivos almacenan en sus *genes* la información para la síntesis de todas sus estructuras. Los *genes* están organizados en largas moléculas de *ADN*.

La modificación o manipulación genética se realiza mediante técnicas de biología molecular, que consisten en el traslado “*in vitro*” de *genes* o fragmentos de *ADN* (que pueden provenir de cualquier ser vivo), entre organismos de distintas especies. Bajo condiciones normales (“*in vivo*”), las barreras existentes entre las distintas especies impiden el intercambio de *genes*. A los organismos resultantes de la incorporación en forma estable de la “*nueva*” información genética se los llama organismos genéticamente modificados (OGM) u organismos transgénicos.

Una planta genéticamente modificada es, entonces, una planta cuyo *genoma* ha incorporado *genes* de otra especie. Como consecuencia de esta modificación, la planta transgénica muestra una nueva característica que se manifiesta y transmite a su descendencia.

Es muy importante conocer las funciones de los *genes* para poder utilizarlos en el diseño de una nueva planta transgénica y, por ello, su uso se limita a los *genes* de función conocida.

- **¿Cómo se desarrolla un organismo vegetal genéticamente modificado?**

Los sistemas para la transferencia de *genes* más utilizados son el *Agrobacterium* y la *Biolística*.

Inicialmente, se emplearon *Agrobacterium tumefaciens*, bacterias pertenecientes al género *Agrobacterium*, un *agente patógeno vegetal* que tiene la capacidad natural de transferir genes a las plantas que infecta (huéspedes). Estas bacterias ingresan al vegetal a través de una herida, inyectan su material genético al interior de la célula, y una pequeña porción se integra en el genoma de la célula huésped.

Otra forma de transportar el nuevo ADN al interior de las células es mediante una técnica llamada *biolística*, por la cual los genes se adhieren a pequeñas partículas metálicas, las cuales actúan como balas al ser “*disparadas*” a alta velocidad sobre un cultivo de células del vegetal a modificar.

El nuevo gen, con las propiedades buscadas, puede ser incorporado a la célula junto con un *gen* marcador y elementos reguladores de su expresión en la planta. El gen marcador le confiere una propiedad que sirve para identificar y seleccionar las células del cultivo que han incorporado el nuevo gen (por ejemplo *resistencia* a antibióticos, como la Kanamicina). Las células seleccionadas se utilizan para regenerar las plantas modificadas genéticamente.

Una estrategia para el control de insectos plaga es proveer resistencia a las plantas, incorporando genes de la toxina natural de la bacteria *Bacillus Thuringiensis (Bt)*. Esta toxina proteica afecta, entre otras, a ciertas larvas de lepidópteros, una familia de insectos que tienen un aparato bucal masticador y producen graves daños a los cultivos, causando su parálisis y muerte. Cuando la planta (como el maíz Bt, girasol Bt, etc.) posee ese gen, produce la toxina y, de esta forma, se protege ante el ataque de los insectos.

- **¿Cuáles son los alimentos derivados de los OGM?**

Una parte de los alimentos producidos mediante el uso de biotecnología moderna pueden ser directamente OGM, o sus derivados que se utilizan en la elaboración de alimentos. Entre los cultivos modificados más difundidos en la Argentina se encuentra la soja y sus derivados (harinas, lecitina, proteínas, aceite), y el maíz y sus derivados (almidón y aceite). Entre los productos alimenticios elaborados con derivados de OGM pueden encontrarse galletitas, salsas, bebidas de soja, chocolates, patés, barras de cereales, etc.

Los procesos que se utilizan en la industria para la transformación de la materia prima a fin de obtener derivados, en especial los procesos de refinamiento, pueden llevar a la remoción total del material genético y/o las proteínas, ya sea las modificadas como las que naturalmente se encuentran en el alimento. Ello provoca que frecuentemente sea indistinguible si el producto elaborado se originó o no a partir de un OGM.

- **¿Cuáles son los principales temas de preocupación sobre la salud?**

Resulta indiscutible que parte de la preocupación de los consumidores sobre los OGM surge como consecuencia de debates confusos en los cuales, con frecuencia, se aborda la información de manera superficial u orientada a obtener un efecto mediático, más que a un real análisis del potencial impacto de estas tecnologías.

Entre los principales temas de preocupación respecto de la salud humana se encuentra el riesgo de reacciones alérgicas (alergenicidad), la posibilidad de transferencia de genes del organismo transgénico al consumidor, la resistencia a antibióticos, los efectos tóxicos y los efectos a largo plazo sobre la salud. Las alergias a los alimentos son reacciones adversas a un alimento o componente alimentario, normalmente inocuo, que entraña una respuesta anormal del sistema

inmunitario a ciertas proteínas. Sus síntomas aparecen entre pocos minutos y unas horas luego de la ingestión del alimento responsable.

Es necesario destacar que casi todos los alérgenos alimentarios son proteínas, y que muchos alimentos de consumo habitual son considerados alérgicos debido a que contienen dichas proteínas en forma natural. El maní, la leche, los huevos, el pescado, los crustáceos, las semillas de soja, el trigo, la cebada la avena, el centeno y las nueces son responsables de más del 90% de las reacciones alérgicas alimentarias moderadas y graves. Sin embargo, en algunos casos, la modificación genética ofrece la oportunidad de reducir o eliminar los alérgenos proteicos que aparecen de forma natural en ciertos alimentos.

También debe considerarse que la inocuidad de los OGM es evaluada en nuestro país en forma previa a su puesta en el mercado. Si durante la evaluación de aptitud alimentaria se detectara que, con la modificación genética, se transfiere alguna proteína capaz de producir alergia o se detectara algún efecto tóxico, no sería aprobada la salida al mercado de dicho producto.

Por otra parte, la presencia de *ADN* y de proteínas se encuentran en todas las células de los seres vivos y, por lo tanto, la mayoría de los *alimentos* que se consumen contienen naturalmente *ADN* y proteínas (vegetales, carnes, huevos, leche, etc.). Ello implica que, en una dieta normal son ingeridos en cantidades significativas. En lo que respecta a la transferencia de genes del OGM al consumidor, ésta es tan improbable como la que puede producir cualquier alimento que es ingerido. Cuando el hombre y los animales se alimentan de productos naturales, ingieren millones de *genes* de microorganismos, plantas y animales, pero ello no implica que estos *genes* se incorporen a nuestro *genoma*. En el ser humano, la ingesta alimentaria de ácidos nucleicos (*ADN* y *ARN*) es sumamente variable, pero suele encontrarse entre 0,1 y 1 gramo diario. Se considera que el *ADN* incorporado en un alimento genéticamente modificado consumido en la dieta humana representa menos de 1/250.000 de la cantidad total del *ADN* ingerido. En consecuencia, es improbable que se transfieran genes desde los productos vegetales consumidos hacia la flora intestinal o las células humanas (transferencia horizontal).

Los genes marcadores de resistencia a antibióticos (por ejemplo la kanamicina) están ampliamente distribuidos en la naturaleza, y se ha calculado que un individuo sano, en un ambiente sano, ingiere diariamente 1.200.000 bacterias silvestres resistentes a la kanamicina. Asimismo, la inocuidad de estos marcadores, utilizados actualmente en plantas genéticamente modificadas, ya ha sido evaluada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y no hay pruebas de que supongan un riesgo. En la actualidad, existen múltiples métodos de selección, alternativos a la incorporación de genes de resistencia a antibióticos, que están desplazando su uso.

Además, debe tenerse en cuenta que todavía se conoce poco sobre los efectos a largo plazo de los productos en general, pues existen dificultades para identificarlos específicamente y para aplicar estudios epidemiológicos y modelos de estudio en animales. Los alimentos tradicionales son considerados seguros, debido a su larga historia de uso sin evidencia de efectos adversos, aunque no hayan sido sometidos a estudios de toxicidad y/o alergenidad. En tanto, con respecto a los organismos genéticamente modificados, las autoridades de la mayoría de los países consideran que son necesarias evaluaciones específicas, pero hasta el momento no han sido identificados indicios ni efectos adversos en los cultivos aprobados comercialmente, resultando imposible predecirlos a largo plazo. En la actualidad, se acepta mayoritariamente que los OGM no presentan problemas para la salud de los consumidores.

#### ▪ **¿Se los puede considerar seguros para la salud?**

A priori, no puede considerarse que un alimento, por el solo hecho de ser transgénico, deba considerarse perjudicial o ventajoso, dañino o inocuo. Como mencionáramos más arriba, cada organismo genéticamente modificado es analizado con rigor antes de su salida al mercado. La evaluación de la inocuidad de un OGM se sustenta en el concepto de **equivalencia sustancial**, que consiste en determinar similitudes y diferencias entre el alimento nuevo (OGM) y el producto "*homólogo convencional*", ya sea en relación a la presencia de sustancias tóxicas o de nutrientes.

El concepto de equivalencia sustancial ha sido elaborado como método práctico para orientar la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos a partir de un organismo

genéticamente modificado. Su aplicación no es un determinante “per se” de seguridad absoluta, sino que sólo intenta establecer si las diferencias introducidas son inocuas. Si las diferencias entre el organismo genéticamente modificado y su homólogo convencional superan a las variaciones naturales, aquéllas deberán ser evaluadas nutricional y toxicológicamente.

▪ **¿Cuáles son las ventajas potenciales de este tipo de alimentos?**

Las ventajas que han presentado los cultivos genéticamente modificados aprobados comercialmente incluyen la reducción en el uso de pesticidas y herbicidas. Los OGM de *primera generación*, son los más difundidos comercialmente hasta el presente, y entre ellos se encuentra la soja *rr* (roundup resistant), resistente al *glifosato*. El primer beneficiario, además de las empresas que producen y comercializan la semilla y el agroquímico, es el productor agrícola, ya que su utilización ha permitido reducir los costos en la producción por disminuir el uso de herbicidas, simplificar las labores del manejo del cultivo y mejorar la *resistencia* a enfermedades y pestes.

Por su parte, en los OGM de *segunda generación* se pretende mejorar la composición del producto o su valor nutritivo, por medio de la inclusión de vitaminas, atributos medicinales, eliminación de alérgenos naturales, modificación del contenido de proteínas, aceites, etc.

Algunos desarrollos de estos OGM que no se encuentran actualmente en el mercado nacional son:

- maíz y arroz dorado, con precursores de la vitamina A.
- tomates con aumento en el contenido de vitaminas.
- tomates con maduración retardada.
- *alimentos*, como el maní, con alergenidad reducida o ausente.
- soja con menor cantidad de antinutrientes y alérgenos.
- papas con incremento en el contenido de almidón, que disminuye la absorción de aceite al freírlas.
- trigo con mayor contenido de ácido fólico, que previene la aparición de espina bífida.
- trigo con mayor contenido de fibra para reducir el riesgo de cáncer de colon.

Los OGM de *segunda generación* también pueden ofrecer ventajas a productores y/o a la industria procesadora, a través de variedades desarrolladas para una mayor *tolerancia* a sequías, inundaciones, heladas, salinidad del suelo, metales pesados y otros factores ambientales. También para la producción de edulcorantes alternativos en remolacha, con retardo en el tiempo de maduración, lo que permite aumentar el período de transporte y almacenamiento.

Además, se están desarrollando cultivos para producir sustancias para otras industrias, como las de medicamentos, vacunas, combustibles, aceites, plásticos biodegradables, etcétera.

▪ **¿Cuál es el marco internacional de evaluación de los riesgos que pueden generar los OGM?**

El Codex Alimentarius es un conjunto de reglas acordadas internacionalmente, que actúan como pauta orientativa para los países, con el fin de garantizar la seguridad y la calidad de los alimentos y promover prácticas equitativas en el comercio internacional, regional, nacional y local.

La Comisión del Codex Alimentarius es un organismo intergubernamental que realiza las propuestas a través de comités, junto con los gobiernos de sus Estados Miembros, y las pautas acordadas actúan como estándares para garantizar la seguridad y calidad de los alimentos en los diversos países. El Codex promueve la coordinación de los trabajos sobre normas alimentarias impulsados por organizaciones internacionales, y sus comités contribuyen a asegurar que la labor de la Comisión responda a los intereses regionales. Por ello, cada país miembro tiene su representación, inclusive la Argentina, que cuenta además con un Comité Nacional del Codex Alimentarius. Allí participan los organismos del Estado y representantes del sector privado (puede encontrarse información más detallada en el sitio web: [codexalimentarius.net](http://codexalimentarius.net)).

Desde 1990, la Organización Mundial de la Salud (OMS), conjuntamente con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), realizan consultas mixtas con expertos para

evaluar la inocuidad de los *alimentos* obtenidos por medios biotecnológicos y formular recomendaciones prácticas y concretas para la evaluación de la inocuidad de estos alimentos.

▪ **¿Cómo se evalúan y regulan los OGM en la Argentina?**

Los OGM están sujetos a diversos tipos de regulaciones, desde la etapa de experimentación hasta los efectos sobre su consumo. Dichas regulaciones apuntan a minimizar los riesgos sanitarios y ambientales que podrían surgir de su uso.

En nuestro país, la institución encargada del control de los OGM para la alimentación y la agricultura es la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). La autorización para la liberación comercial de un organismo vegetal genéticamente modificado (OVGM) es otorgada en base a tres dictámenes independientes, elaborados por entes asesores en el ámbito de la SAGPyA, que analizan los aspectos vinculados al medio ambiente, la salud pública y los mercados internacionales. Los dictámenes se refieren a:

I.- La determinación de que la liberación extensiva del OVGM no generará un impacto sobre el ambiente que difiera significativamente del que produciría el organismo homólogo no genéticamente modificado. Este dictamen es producido por la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), y la norma que aplica es la Resolución N° 39/2003 de la SAGPyA.

II.- La determinación de la aptitud para consumo humano y animal de los alimentos derivados de OVGM, producida por el Comité Técnico Asesor sobre el uso de los OGM, que pertenece al Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). La norma aplicable es la Resolución N° 412/2002 del SENASA.

III.- La determinación de que no se producirá un impacto no deseado en el comercio internacional, producida por la Dirección Nacional de Mercados de la SAGPyA.

Asimismo, el cumplimiento de las medidas de *bioseguridad* de las liberaciones autorizadas es monitoreado in situ por el Instituto Nacional de Semillas (INASE) y el SENASA, quienes pueden ordenar acciones que eviten efectos adversos al ambiente.

Con respecto a la CONABIA, ésta fue creada en 1991 por resolución 124/91, modificada por las resoluciones 669/93, 328/97 y 244/04 de la SAGPyA). Inicialmente estaba conformada por 15 representantes de los sectores público y privado: la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, el Instituto Nacional de Alimentos-ANMAT, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), dos representantes de la SAGPyA, dos representantes del SENASA, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Universidad de Buenos Aires (UBA), el sector pecuario privado, la Asociación de Semilleros Argentinos (ASA), la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE), el Foro Argentino de Biotecnología, la Cámara de Productos Veterinarios (CAPROVE) y la Sociedad Argentina de Ecología. Por Resolución 244/04, su conformación ha sido recientemente modificada aumentando a 21 representantes: se incorporaron tres universidades nacionales (Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional de Quilmes y Universidad Nacional del Comahue); dos institutos nacionales (Instituto Nacional de Semillas –INASE-, Instituto Nacional de Pesca -INIDEP-); dos nuevos representantes del sector privado (por los sectores Agrícola y Pesquero o acuícola), mientras que se elimina el del CASAFE. Además, se redefinen los representantes de la SAGPyA, el Coordinador Técnico de la Oficina de Bioseguridad y el Coordinador General de la Oficina de Biotecnología, quien ejerce la Secretaría Ejecutiva de la CONABIA.

Esta comisión realiza las evaluaciones de todas las solicitudes de liberación de OVGM al ambiente presentadas (con carácter de declaración jurada), conforme a los requerimientos de resolución 39/2003, y recomienda al Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos sobre la conveniencia de autorizar o no dichas liberaciones.

Las solicitudes de permisos de liberación de OVGM corresponden a dos fases de evaluación:

\* Primera fase: ensayos de experimentación y/o liberación de OGM en invernadero y a campo.

\* Segunda fase: multiplicación comercial, flexibilización (una vez concedida una autorización para liberar al medio puede solicitarse un permiso para producir a escala comercial, en base a la Resolución 39/03), y permisos de comercialización de OGM.

El Comité Técnico Asesor sobre uso de los OGM del SENASA -creado por Resolución 1265/1999 de la SAGPyA-, está conformado por representantes del sector público, el sector privado (incluyendo productores, transformadores y distribuidores), y por representantes de instituciones científicas y académicas. El sistema de evaluación de este Comité se basa en la información aportada por el solicitante en la declaración de inocuidad de los alimentos, analizando cada uno de los eventos de transformación (es decir, cada modificación genética presentada en los OGM). La evaluación exhaustiva, mediante la aplicación de un sistema llamado análisis de riesgo, basado en el concepto de equivalencia sustancial, tiene en cuenta los aspectos toxicológicos y nutricionales de los OGM y los alimentos derivados, para determinar su aptitud alimentaria. Según la Resolución 412/02 del SENASA, esta evaluación analiza:

\* Productos de expresión: caracterización y concentración.

\* Características nutricionales: composición, efectos nutricionales asociados con la modificación genética, alteración de las propiedades nutricionales, o cualquier efecto no deseado que pudiera producirse por la inserción genética

\* Efectos directos sobre la salud: identificación de sustancias tóxicas, componentes específicos con sospecha de tener propiedades tóxicas, tendencias a provocar una reacción alérgica (alergenicidad).

\* Aptitud alimentaria del OGM y/o sus derivados comestibles.

Las regulaciones se sustentan en las actividades de organismos internacionales como la OMS, la FAO y el Codex Alimentarius, entre otros.

La Dirección Nacional de Mercados Agroalimentarios dictamina sobre la conveniencia de comercializar el material genéticamente modificado, con relación a su impacto potencial en los mercados de exportación. También es responsable de la elaboración y ejecución de las políticas nacionales en materias de negociación comercial y sanitaria, y coordina el punto focal del Codex Alimentarius de Argentina y varios comités técnicos. Entre éstos se encuentra el Comité Permanente de Alimentos Derivados de la Biotecnología Moderna.

#### ▪ ***¿Cuál es la Normativa vigente en materia de regulación de los OGM?***

El marco regulatorio para los organismos vegetales genéticamente modificados comprende Resoluciones emitidas por la SAGPyA, en concordancia con la normativa agropecuaria preexistente en materia de protección vegetal (Decreto-Ley de Defensa Sanitaria de la producción Agrícola N° 6704/66 y sus modificaciones), de semillas y creaciones fitogenéticas (Ley 20247/73 y su decreto reglamentario) y de sanidad animal. Dichas normas son las siguientes:

\* Resolución 244/2004 de la SAGPyA: *“Créase la Oficina de Biotecnología, modifícase la conformación de la CONABIA”* (deroga las resoluciones 219/01 y 362/03 y modifica la resolución 328/97 y 124/91).

\* Resolución 57/2003 de la SAGPyA: *“Apruébanse los requisitos y formularios de solicitud para la gestión de autorización para Proyectos de Experimentación y/o Liberación al Medio de Organismos Animales Genéticamente Modificados”*.

\* Resolución 39/03 de la SAGPyA: *“Régimen para la liberación al medio de organismos vegetales genéticamente modificados (OVGM)”*. Deroga las Resoluciones 289/1997 y 131/1998 de la SAGPyA.

\* Resolución 412/2002 del SENASA: *“Fundamentos y Criterios para la Evaluación de Alimentos derivados de Organismos Genéticamente Modificados”* y *“Requisitos y Normas de Procedimiento para la Evaluación de la Aptitud Alimentaria Humana y Animal de los Alimentos derivados de Organismos Genéticamente Modificados”*.

\* Resolución 511/98 de la SAGPyA: “Requisitos y criterios a los que se sujetarán las solicitudes de autorización para uso alimentario de organismos genéticamente modificados”.

\* Resolución 226/97 de la SAGPyA: “Reglaméntanse las condiciones experimentales para la liberación al medio de organismos vegetales genéticamente modificados”.

▪ **¿Qué organismos vegetales genéticamente modificados se comercializan actualmente en la Argentina?**

En la Argentina han sido aprobados por la SAGPyA, para su comercialización, los siguientes cultivos:

CULTIVO APROBADO	EMPRESA SOLICITANTE
Soja RR (tolerante al <i>glifosato</i> )	Nidera
Maíz Bt (resistente a lepidópteros)	Monsanto, Novartis, Ciba-Geigy
Maíz LI (tolerante al <i>glufosinato de amonio</i> )	AgrEvo
Algodón Bt (resistente a lepidópteros)	Monsanto
Algodón (tolerante al <i>glifosato</i> )	Monsanto

▪ **¿Qué vegetales transgénicos se cultivan en otras partes del mundo?**

Además de los autorizados en la Argentina, en algunos países han sido aprobados, entre otros, los siguientes cultivos:

- Soja con alto contenido de ácido oleico
- Soja resistente a *Glufosinato*
- Canola (Colza incrementada en ácido láurico)
- Canola tolerante a *Glifosato*
- Canola tolerante a *Glufosinato*
- Maíz resistente al taladro y al *glifosato*
- Tomate de maduración lenta
- Tomate resistente a virus
- Papa resistente a virus
- Calabaza resistente a virus
- Papaya resistente a virus
- Colza tolerante a *Glifosato*
- Papa tolerante a *Glifosato*
- Remolacha tolerante a *Glifosato*
- Calabaza tolerante a *Glifosato*
- Clavel modificado en el color

**Bibliografía consultada**

\* FAO/OMS. *Aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos de origen vegetal genéticamente modificados*. Informe de una Consulta Mixta FAO/OMS de Expertos sobre Alimentos Obtenidos por Medios Biotecnológicos, junio de 2000.

\* Alinorm 3/34. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Convenio sobre Diversidad Biológica.

\* Ley N° 24.375. “Apruébase el Convenio sobre la Diversidad Biológica”. Sancionada 7 de setiembre de 1994. República Argentina.

\* Codex Alimentarius. Informe de la Tercera Reunión del Grupo de Acción Intergubernamental Especial del Codex sobre alimentos obtenidos por medios biotecnológicos. Yokohama, Japón, marzo de 2002.

\* OPS /OMS. Informe de la Reunión Regional sobre Alimentos genéticamente modificados. 13ª Reunión Interamericana a nivel Ministerial en Salud y Agricultura RIMSA13/INF/1 2003.

\* Trigo Eduardo; Chudnovsky, Daniel; Cap, Eugenio; López, Andrés. “*Los transgénicos en la agricultura argentina*”. Edición Libros del Zorzal. Argentina, 2002.

\* Bruce Alberts et al. “*Biología Molecular de la Célula*”. Segunda edición. Ediciones Omega 1992.

## Glosario de Términos

- **Ácidos nucleicos:** moléculas orgánicas de nucleótidos que se asocian formando grandes polímeros lineales conocidos como polinucleótidos. Existen dos tipos principales de ácidos nucleicos que se diferencian en el tipo de azúcar en su esqueleto: los que se basan en el azúcar *ribosa* reciben el nombre de *ácidos ribonucleicos (ARN)* y los que se basan en la *desoxirribosa* se denominan *ácidos desoxirribonucleicos (ADN)*. Las moléculas de *ARN* y *ADN* se encuentran entre los constituyentes más importantes de los organismos vivos y están construidas a partir de cuatro tipos de nucleótidos cada una. La secuencia de las bases de un polímero de *ADN* o *ARN* representa la información genética de la célula y constituye la base de toda herencia y la evolución.

- **ADN:** son las siglas de *ácido desoxirribonucleico*, un polinucleótido formado por una cadena de cuatro nucleótidos con las bases timina (T), adenina (A), citosina (C) y guanina (G). La información genética se halla en la secuencia lineal de nucleótidos del ADN. Cada molécula consiste en una doble hélice formada a partir de dos hebras complementarias de nucleótidos. En las células eucariotas, el material genético está empaquetado de maneras complejas, formando cromosomas que están situados en un núcleo rodeado por una doble membrana de ácidos grasos. El material genético interviene en dos pasos cruciales de la expresión génica: (1) el copiado de las secuencias del ADN a secuencias del ARN (transcripción del ADN) y (2) la utilización de estas secuencias del ARN para dirigir la síntesis de proteínas específicas (traducción del ARN).

- **ADN recombinante:** es el gen o fragmento de ADN, producto de cortar y recombinar genes o fragmentos de ADN de diferentes fuentes como medio para el aislamiento de genes o para alterar su estructura o función.

- **ARN:** son las siglas de *ácido ribonucleico*, un polinucleótido formado por una cadena de cuatro nucleótidos con las bases uracilo (U), adenina (A), citosina (C) y guanina (G). Una molécula de ARN contiene la información genética en forma de código (código genético) de una proteína determinada y dirige su síntesis.

- **Agente patógeno:** microorganismo que provoca una enfermedad.

- **Agrobacterium Tumefaciens:** bacterias pertenecientes al género *Agrobacterium*, un agente patógeno vegetal que tiene la capacidad natural de transferir genes a las plantas que infecta (huésped), inyectando su plásmido Ti (tumor induction). Éste codifica una serie de genes involucrados en la regulación del crecimiento vegetal, provocando que las células vegetales infectadas crezcan sin control. Reemplazando los genes que desregulan el crecimiento de la planta por los genes que se desea incorporar por medio de técnicas de ADN recombinante, el plásmido se utiliza como herramienta para la producción de organismos vegetales transgénicos.

- **Alérgicos:** son sustancias que causan una reacción alérgica o alergenidad.

- **Alimento:** toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que, ingeridas por el hombre, aporten a su organismo los materiales y la energía necesarios para el desarrollo de sus procesos biológicos. La designación “*alimento*” incluye además las sustancias o mezclas de sustancias que se ingieren por hábito, costumbres, o como coadyuvantes, tengan o no valor nutritivo.

- **Bioseguridad:** políticas y procedimientos adoptados para garantizar la segura aplicación de la biotecnología en salud y ambiente (se aplica principalmente al uso seguro de organismos transgénicos).



- **Biotecnología Moderna:** es el término utilizado para la aplicación de la biotecnología cuando involucra técnicas de ADN recombinante. El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología la define de este modo:

(I) técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o

(II) la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional.

- **Bt *Bacillus Thuringiensis*:** bacteria que genera una toxina proteica que infecta larvas de lepidópteros y causa su parálisis o muerte vía septicemia general. La toxina es ampliamente utilizada como insecticida.

- **Cultivo de células vegetales:** comprende el mantenimiento del material vegetal, ya sean plantas enteras, órganos o células específicas, en condiciones de esterilidad y en presencia de nutrientes. El cultivo de células y tejidos vegetales permite, a pequeña escala, una multiplicación rápida de las plantas que se propagan vegetativamente (y no por semillas), en comparación con las condiciones in vivo. También permite limpiar el material de inicio infectado con virus. Otro uso es la conservación de recursos genéticos de las plantas, en un entorno menos vulnerable que los campos de cultivo. Finalmente, los tejidos vegetales obtenidos in vitro pueden ser usados para transferir los rasgos útiles de sus parientes silvestres, mediante técnicas de biología molecular a las variedades de cultivo cruzado.

- **Digestibilidad:** en los procesos digestivos se degradan las moléculas de lípidos, proteínas, hidratos de carbono, células, al igual que el ADN que consumimos.

- **Especie:** es el conjunto de organismos con características similares que pueden cruzarse entre ellos.

- **Genes:** unidades estructurales y funcionales de la herencia, transmitidas de padres a hijos a través de los gametos. Constituyen la base física de la herencia que es responsable de la aparición de un determinado carácter, ya sea físico, bioquímico o de comportamiento y que se transmite de generación en generación. Molecularmente, un *gen* es un fragmento de ADN que contiene información para la síntesis de una cadena polipeptídica (proteína).

- **Genes marcadores:** son utilizados para seleccionar el OGM, diferenciándolo de los organismos que no han sido modificados, a partir de la presencia o ausencia de actividades específicas relacionada con el gen marcador. Si el gen marcador confiere resistencia a un antibiótico, éste será utilizado para seleccionar las células resistentes que han incorporado el transgén.

- **Genoma vegetal:** conjunto de genes (nuclear y citoplasmático) de un organismo. El genoma de una planta puede contener 25 mil genes, mientras que el genoma humano puede contener hasta 100 mil genes.

- **Glifosato:** producto químico herbicida, utilizado en los cultivos para el control de malezas. Interfiere con una enzima de la planta que participa en la síntesis de tres aminoácidos aromáticos que son necesarios para sintetizar sus proteínas. Las plantas transgénicas resistentes a glifosato, (plantas rr, por el nombre comercial del glifosato roundup ready), como la soja, colza, papa, remolacha, calabaza, maíz, etc., tienen en su genoma una copia de la enzima proveniente de *Agrobacterium*, que resiste la acción del glifosato y pueden sobrevivir a la acción del herbicida.

- **Glufosinato de amonio:** es un herbicida utilizado ampliamente a nivel mundial para el control de malezas en espacios verdes, plantaciones frutales y áreas comunes, dada su característica de ser un herbicida total no selectivo. Su modo de acción es completamente diferente a los herbicidas presentes en el mercado, ya que actúa inhibiendo la acción de una enzima denominada glutamino-sintetasa. Ésta cumple una importante función, que es la de catalizar la reacción en la que se produce glutamato, a partir de ácido glutámico y amoníaco proveniente de las diferentes reacciones de fotosíntesis y respiración. Sin la actividad de esta enzima, la reacción no se produce y, como consecuencia de ello, se acumula amoníaco en la

célula vegetal, produciéndose de este modo una intoxicación que conduce a la muerte de la célula, de los tejidos y, posteriormente, de la planta.

- **Homólogo convencional o contraparte:** se entiende con esta denominación al organismo no modificado, o aquél más semejante al OGM, para el cual existe una experiencia que ha establecido su inocuidad sobre la base de su uso común como alimento.

- La **Incorporación en forma estable** de la “nueva” información genética en un OGM, es decir el nuevo gen, se comporta y se transmite a la descendencia como uno más de los genes de la planta. Como consecuencia de esta modificación, la planta transgénica muestra una nueva característica.

- **Ingrediente alimentario:** es toda sustancia, incluidos los aditivos alimentarios, que se emplea en la fabricación o preparación de alimentos y que está presente en el producto final en su forma original o modificada.

- **“In vitro”:** expresión latina que significa “en vidrio”. Las tecnologías “*in vitro*” separan partes de organismos vivientes en depósitos cerrados para manipular y mantener este material. Muchas aplicaciones conocidas y relativamente antiguas pertenecen a esta categoría, entre ellas, el cultivo de células y de tejidos vegetales, la manipulación de genes o fragmentos de ADN, etc..

- **“In vivo”:** expresión latina que hace referencia a las condiciones normales que ocurren con los organismos vivos o en la naturaleza.

- **Resistencia o tolerancia:** característica de un organismo, por el cual es capaz de protegerse a sí mismo de los efectos de un organismo patógeno, de una plaga o de una sustancia particular.

- **Toxina:** veneno que suele tener una procedencia biológica.