

# “Organismos Modificados Genéticamente: del mundo a Cataluña”

Trabajo presentado por:

Zamora Pérez, Paula (NIU: 1178350), Pascual Fernández, Andreu (NIU:  
1157653) y Puigredon Fontanet, Alba (NIU: 1158926)

Tutorizado por: Jaume Balagué Estrems

Curso académico 2011-2012

Barcelona, 20 de enero de 2012

*Nos gustaría dar las gracias a toda la gente que dedicó 5 minutos a realizar nuestra encuesta online sobre transgénicos, imprescindible para nuestro trabajo.*

# SUMARIO

nº página

1.-INTRODUCCIÓN.....	6
2.- OMG.....	8
2.1.- ¿Qué son?.....	8
2.2.- Cronología de los OMG.....	8
2.3.- Obtención.....	10
2.4.- Aplicaciones generales.....	11
2.5.- Tipos.....	11
2.5.1.- Microorganismos.....	11
2.5.1.1.- Obtención.....	12
2.5.1.1.- Aplicaciones.....	14
2.5.2.- Plantas.....	16
2.5.2.1.- Obtención.....	16
2.5.2.2.- Aplicaciones.....	17
2.5.2.3.- Cultivos MG.....	19
2.5.3.- Animales.....	21
2.5.3.1.- Obtención.....	21
2.5.3.2.- Aplicaciones.....	22
2.5.4.- Alimentos, ingredientes y aditivos.....	23
2.3.4.1.- Normativa.....	26

3.- SITUACIÓN DE LOS OMG.....	28
3.1.- Mundial.....	28
3.2.- En la UE.....	31
3.3.- En España.....	31
3.4.- En Cataluña.....	31
4.- LEGISLACIÓN.....	33
4.1.- En la UE.....	33
4.2.- En España.....	39
4.3.- En Cataluña.....	41
5.- ÉTICA Y OMG.....	41
6.- ENCUESTA POBLACIONAL.....	45
6.1.- Realización de la encuesta.....	45
6.2.- Resultados obtenidos.....	45
7.- CONCLUSIONES.....	52
8.- BIBLIOGRAFÍA.....	53
9.- ANEXOS.....	55
10.- GLOSARIO.....	58

## LISTADO DE ABREVIATURAS

ADN: Ácido desoxirribonucleico

AMG: Alimentos modificados genéticamente

DAAM: *Departament d'Agricultura, Alimentació i Medi Rural*

EEUU: Estados Unidos

EFSA: *European Food Safety Authority*

FDA: *Food and Drug Administration*

ISAAA: *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*

OMG: Organismos modificados genéticamente

PCR: *Polymerase Chain Reaction*

MARM: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

MRPL: *Minimum Required Performance Levels*

MG: Modificado genéticamente

RASFF: *Rapid Alert System for Food and Feed*

UE: Unión Europea

YAC: *Yeast Artificial Chromosome*

# INTRODUCCIÓN

Elegimos este trabajo, por culpa de un anuncio en la televisión que hablaba de transgénicos y hacía una reflexión sobre éstos. Nos dimos cuenta de que no teníamos mucha idea del tema, más allá de lo que se da en la facultad, y a parte nos pareció un tema con controversia y quizá no muy conocido a nivel general o si más no con unos términos no muy claros.

De lo primero que nos dimos cuenta, buscando información, es de que transgénico y OMG no eran sinónimos intercambiables, sino que uno englobaba al otro, así que tuvimos que modificar de primeras el título del trabajo “Transgénicos en Cataluña” por “Organismos Modificados Genéticamente: del mundo a Cataluña”. El subtítulo viene dado porque es imposible hablar de la situación en Cataluña si no se habla previamente de su situación mundial y europea tanto a nivel legislativo como comercial.

Después empezamos a encontrar que había informes procedentes de diferentes fuentes, pero que ninguno estaba actualizado, unos salían anualmente, otros bianualmente, otros ya tendrían que estar actualizados pero todavía no se habían subido a la web, leías noticias y artículos y veías que la última fecha de actualización de la página web databa de 3 años atrás.

Así, los objetivos de este trabajo son: conocer más en profundidad todo este mundo biotecnológico y en concreto de modificación del material genético, tanto de ejemplos, como a nivel bioquímico, intentando simplificar los conceptos científicos para hacerlo más divulgativo y fácil de entender, utilizar muchas figuras que aclaren de una forma más directa los conceptos, preguntar a la gente si sabe que puede estar consumiendo OMG (ya que nosotros lo desconocíamos y creíamos que esa sería la tónica general) y qué opina de ello.

Como limitación, la bibliografía, puesto que había muchísima información y era complicado seleccionarla o integrarla, de forma que no se repitieran conceptos en varios apartados. También la bibliografía es básicamente extraída de webs oficiales: de la Generalitat, de la UE, de la EFSA, etc., que tenían a disposición sus informes en internet. En cuanto a la encuesta, podríamos haber buscado antes una página gratuita para realizar las preguntas, ya que en un principio se redactó para preguntar directamente en la calle, pero luego pensamos que llegaría con más facilidad y a un mayor número de personas si se hacía por internet. Podríamos haber dejado abierta la encuesta más

tiempo, podríamos haber preguntado el sexo de los participantes, podríamos haber comparado los resultados con otras encuestas aunque no encontramos ninguna encuesta a nivel de Cataluña, ya que todos los participantes fueron catalanes.

Finalmente se expondrá y presentará un apartado para OMG, su contexto, su obtención y sus aplicaciones, la situación a nivel mundial, europeo, español y catalán de los cultivos agrobiotecnológicos, la legislación que rige y controla los OMG, una parte ética y de reflexión de la opinión pública, la encuesta y se presentaran unas conclusiones finales del trabajo.

## 2.- Organismos Modificados Genéticamente

Desde los inicios del sedentarismo de la especie humana, allá en el neolítico, dónde surgió la necesidad de cultivar plantas y de domesticar animales para la obtención, directa o indirecta de productos que satisficieran sus necesidades primarias, fruto de la observación y de una forma totalmente empírica, el hombre se inició en la práctica de la biotecnología, seleccionando líneas, estirpes y variedades que por sus características parecían dotadas de unas óptimas capacidades productivas. Este tipo de elección no aleatoria, en términos darwinistas se conoce como selección artificial, ya que no interviene la naturaleza de forma exclusiva en el proceso de elección. Ya en el siglo XX con los avances genéticos en cuanto a la secuenciación del ADN de varios organismos y la puesta a punto de técnicas que permitían la manipulación de dicho material genético (ingeniería genética), se establecieron las bases de la biotecnología moderna abriéndose un inmenso campo de aplicaciones, entre ellas la posibilidad de modificar las características genéticas de una especie (organismos modificados genéticamente), de clonar células e individuos, de obtener modelos experimentales para investigación (como es el caso de la mosca de la fruta, la arabidopsis, el ratón, hongos, levaduras, bacterias y virus).

### 2.1.- ¿Qué son?

Como se ha mencionado anteriormente, un OMG es cualquier organismo que tiene su genoma alterado de manera intencionada (biotecnológicamente). Dentro de esta terminología se engloban, en función del tipo de modificación realizada: los organismos transgénicos, en los que se sustituye un gen de interés propio de otra especie (transgen) por el originario de la especie que queremos “mejorar” genéticamente, y los knock-out, a los que se silencia la expresión de un gen determinado. En general la gente utiliza de forma coloquial OMG y transgénico como sinónimos intercambiables.

### 2.2.- Cronología de los OMG

**1871:** se aísla el ADN en el núcleo de una célula.

**1909:** las unidades fundamentales de la herencia biológica reciben el nombre de genes.

**1925:** se descubre que la actividad del gen está relacionada con su posición en el cromosoma.

**1943:** el ADN es identificado como la molécula genética.

**1940-50:** se descubre que cada gen codifica una única proteína.



**1953:** se propone la estructura en doble hélice del ADN.

**1956:** son identificados 23 pares de cromosomas en las células del cuerpo humano.

**1966:** se descifra el código genético completo del ADN.

**1972:** se crea la primera molécula de ADN recombinante en el laboratorio.

**1973:** tienen lugar los primeros experimentos de ingeniería genética en los que genes de una especie se introducen en organismos de otra especie y funcionan correctamente.

**1975:** la conferencia de Asilomar evalúa los riesgos biológicos de las tecnologías de ADN recombinante, y aprueba una moratoria de los experimentos con estas tecnologías.

**1976:** se funda en EE.UU. Genentech, la primera empresa de ingeniería genética.

**1977:** mediante técnicas de ingeniería genética se fabrica con éxito una hormona humana en una bacteria.

**1977:** los científicos desarrollan las primeras técnicas para secuenciar con rapidez los mensajes químicos de las moléculas del ADN.

**1978:** se clona el gen de la insulina humana.

**1980:** el Tribunal Supremo de los EEUU dictamina que se pueden patentar los microbios obtenidos mediante ingeniería genética.

**1981:** primer diagnóstico prenatal de una enfermedad humana por medio del análisis del ADN.

**1982:** se crea el primer ratón transgénico (el "superratón"), insertando el gen de la hormona del crecimiento de la rata en óvulos de ratona fecundados. Se produce insulina utilizando técnicas de ADN recombinante.

**1983:** se inventa la técnica PCR, que permite replicar (copiar) genes específicos con gran rapidez.

**1984:** creación de las primeras plantas transgénicas.

**1985:** se inicia el empleo de interferones en el tratamiento de enfermedades víricas. Se utiliza por primera vez la "huella genética" en una investigación judicial en Gran Bretaña.

**1986:** se autorizan las pruebas clínicas de la vacuna contra la hepatitis B obtenida mediante ingeniería genética.

**1987:** propuesta comercial para establecer la secuencia completa del genoma humano (proyecto Genoma), compuesto aproximadamente por 100.000 genes. Comercialización del primer anticuerpo monoclonal de uso terapéutico.

**1988:** primera patente de un organismo producido mediante ingeniería genética.

**1989:** comercialización de las primeras máquinas automáticas de secuenciación del ADN.

**1990:** primer tratamiento con éxito mediante terapia génica en niños con trastornos inmunológicos ("niños burbuja"). Se ponen en marcha numerosos protocolos experimentales de terapia génica para intentar curar enfermedades cancerosas y metabólicas.

**1994:** se comercializa en California el primer vegetal modificado genéticamente (un tomate) y se autoriza en Holanda la reproducción del primer toro transgénico.

**1995:** se completan las primeras secuencias completas de genomas de organismos: se trata de las bacterias *Hemophilus influenzae* y *Mycoplasma genitalium*.

**1996:** por primera vez se completa la secuencia del genoma de un organismo eucariótico, la levadura cervecera *Saccharomyces cerevisiae*. Por otra parte, el catálogo de genes humanos que Victor McKusick y sus colaboradores de la Universidad John Hopkins actualizan cada semana contiene ya más de cinco mil genes conocidos. El proyecto Genoma, coordinado por HUGO (Human Genome Organization), avanza a buen ritmo.

**1997:** Clonación del primer mamífero, una oveja llamada "Dolly".

## 2.3.- Obtención

Primero de todo para crear un OMG y que funcione correctamente, se tiene que introducir el transgen bajo el control de una secuencia específica del tejido en el que queremos que se exprese la proteína. Pasos básicos para generar un transgénico:

- 1.- Identificación del gen y de la secuencia del tejido en que queremos que se exprese.
- 2.- Construcción del ADN recombinante.
- 3.- Obtención de un número suficiente de copias de ADN recombinante.
- 4.- Introducción del ADN recombinante en la célula huésped.
- 5.- Obtener un número significativo de OMG idénticos a partir del inicial.

Es importante tener en cuenta que el transgen permite identificar cualquier OMG, con una simple muestra que contenga ADN, mediante técnica de PCR y amplificando la secuencia conocida que buscamos.

Más adelante explicaremos concretamente y por separado cada uno de los métodos de obtención puesto que según su origen filogenético su complejidad y su técnica variaran.

## 2.4.- Aplicaciones generales

Entre las aplicaciones de los OMG se pueden destacar:

- Aplicaciones terapéuticas: productos farmacéuticos (antibióticos, vacunas...), hormonas, terapias génicas.
- Diagnósticos: para salud humana, agricultura y ganadería, ensayos para calidad de alimentos, ensayos para calidad ambiental.
- Alimentación: mejora de procesos tradicionales de obtención de alimentos y bebidas, creación de nuevos alimentos y bebidas, nutracéuticos: alimentos con perfiles determinados de nutrientes, y para la mejora de la salud, aditivos alimentarios.
- Medio ambiente: biorremediación y biorreparación, tratamiento de residuos urbanos, agrícolas e industriales, producción de energía a partir de biomasa.

## 2.5.- Tipos

Para definir mejor cada unas de las características y de sus contextos vamos a clasificar los OMG en las categorías dispuestas a continuación.

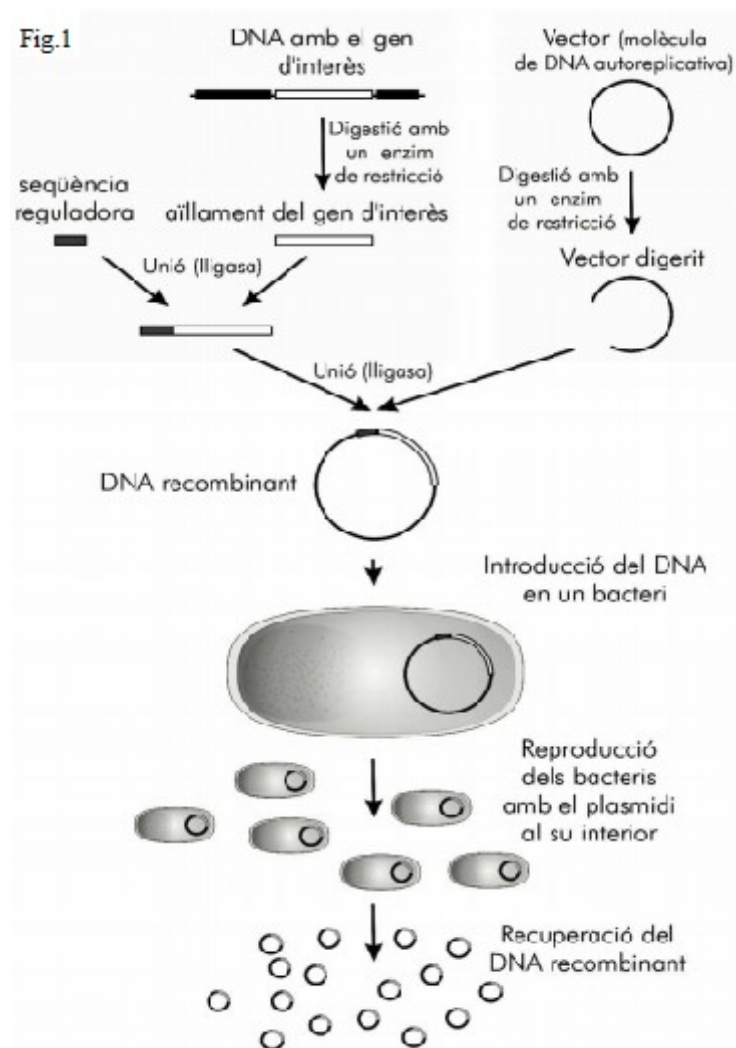
### 2.5.1.- Microorganismos: bacterias, levaduras y cultivos celulares.

Los primeros microorganismos modificados genéticamente fueron las bacterias, ya que tienen mayor simplicidad estructural y permiten extrapolar los resultados obtenidos al resto de organismos. Son la herramienta imprescindible de la ingeniería genética. Por sus características productivas, son excelentes biorreactores para la producción de sustancias de gran interés farmacológico e industrial. El primer producto génico humano manufacturado que utilizó la tecnología del ADN recombinante y con la licencia para usos terapéuticos, fue la insulina humana, disponible desde 1982 (un suceso histórico para la industria farmacéutica). Durante estos años se han obtenido muchos fármacos de uso médico (ver Anexo) entre ellos los microorganismos más utilizados por las industrias farmacéuticas y biotecnológicas: *Escherichia coli* (bacteria), *Pichia pastoris* (levadura), *Saccharomyces cerevisiae* (levadura), células CHO (de mamífero), células BHK (de mamífero).

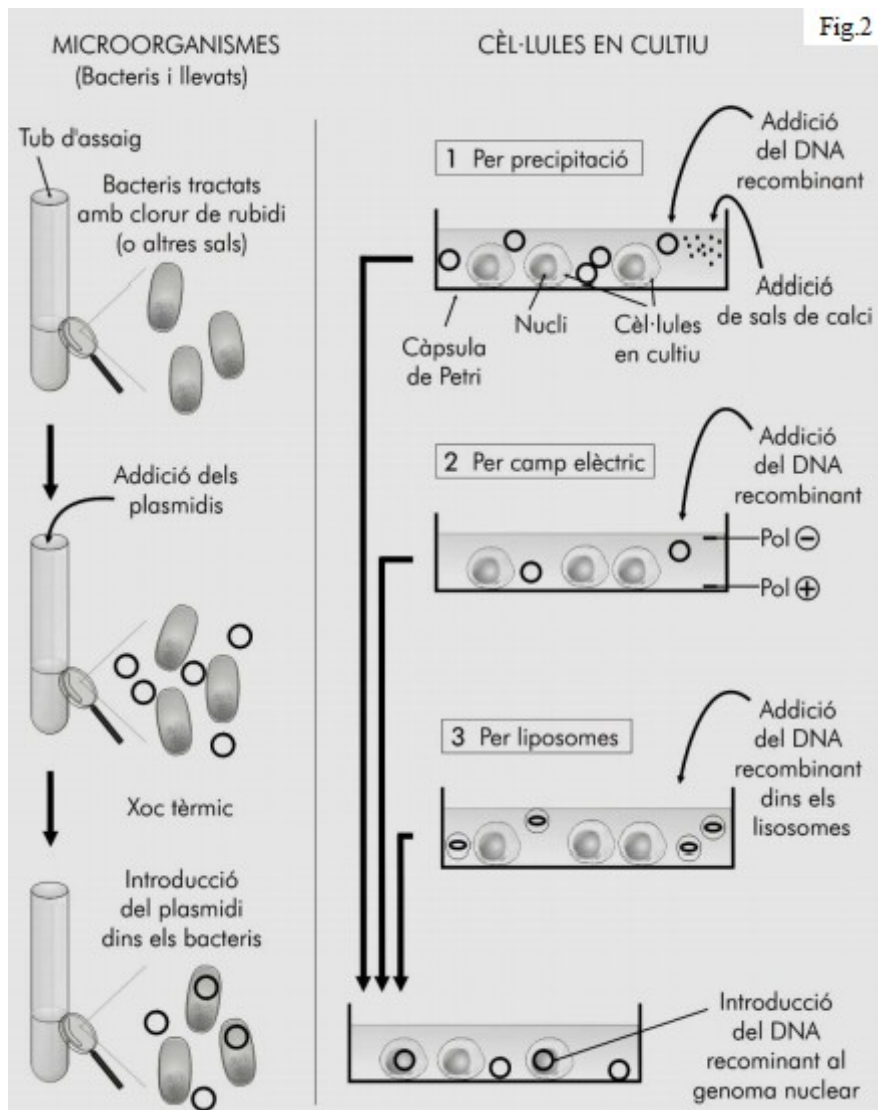
Algunos productos farmacológicos no pueden ser obtenidos mediante bacterias y han desarrollado otros sistemas de producción que utilizan levaduras y células de mamífero mantenidas en cultivo en el laboratorio, no son microorganismos pero son tan fácil de manipular como éstos. En la actualidad se dispone de más de 30 productos farmacológicos obtenidos. No sólo tienen utilidad en el campo farmacológico sino también en el medioambiental. Se está investigando con bacterias que produzcan enzimas capaces de metabolizar residuos industriales, urbanos y humanos, desde el petróleo hasta las aguas fecales, pasando por los metales pesados y los productos responsables de gases causantes del efecto invernadero; todo para mejorar nuestra calidad de vida.

### 2.5.1.1.- Obtención

- Bacterias: mediante el uso de plásmidos con el gen y el promotor. Se utiliza sobretodo *E. coli*, una bacteria intestinal. El plásmido entra por choque osmótico más choque térmico. Es importante saber que las bacterias no pueden realizar ciertos procesos bioquímicos de modificación de las proteínas, que se encargarían de hacerla funcional. (Fig.1)



- Levaduras: tienen una estructura y un funcionamiento más complejo que las bacterias, puesto que son células eucariotas (más evolucionadas). Útiles para conseguir proteínas funcionalmente activas, muy utilizadas en la producción de proteínas humanas de interés farmacológico. La levadura más utilizada es *Saccharomyces cerevisiae*, la de la cerveza y el pan. El ADN recombinante va introducido en un plásmido o cromosoma artificial (YAC), para integrarse en el genoma de la levadura.
- Células de mamífero en cultivo: en ocasiones los cultivos de células de mamífero son la herramienta más adecuada para producir proteínas humanas activas. Se utilizan células de ratón, hámster chino y humanas. El proceso se puede realizar de tres maneras diferentes: mediante la adición de ADN recombinante en el medio de cultivo, que cuando se añade calcio precipita para ser introducido e integrado en el ADN de las células; mediante una descarga eléctrica que empuje el ADN al interior de las células para que se integre, y englobando el ADN recombinante con gotas de grasa (liposomas) para que se fusione con los lípidos de la membrana celular y se integre en el genoma. (Fig.2)

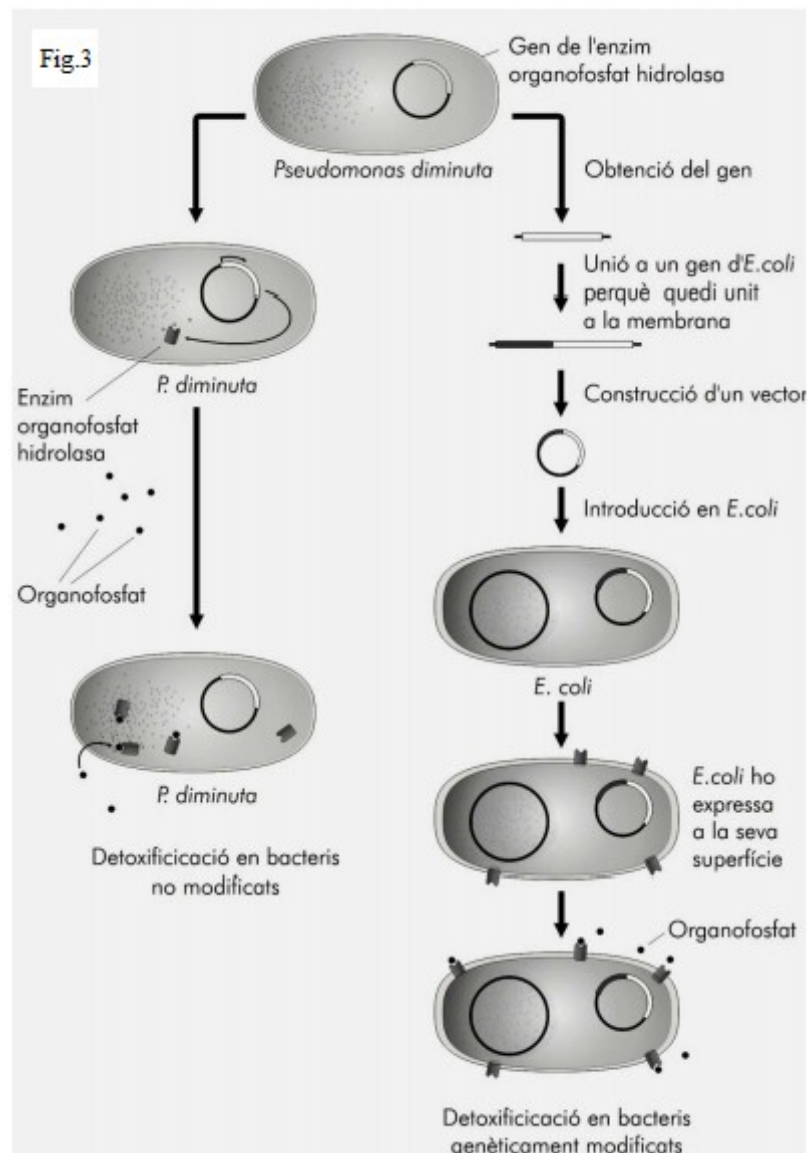


### 2.5.1.2.- Aplicaciones

- Producción de fármacos (antibióticos, vacunas, insulina, anticancerígenos...)
- Producción de plásticos y materiales biodegradables.
- Bioremediación: reparación de desastres ecológicos, detoxificación de productos químicos, depuración de aguas residuales...
- Producción de fermentos y aditivos alimentarios como enzimas para hacer queso o vitamina C.
- Bacterias fermentadoras para acelerar y/o mejorar las cualidades organolépticas de pan, cerveza, vino, derivados lácteos...

Una de las utilidades farmacéuticas de relevancia es la obtención de vacunas sintéticas producidas

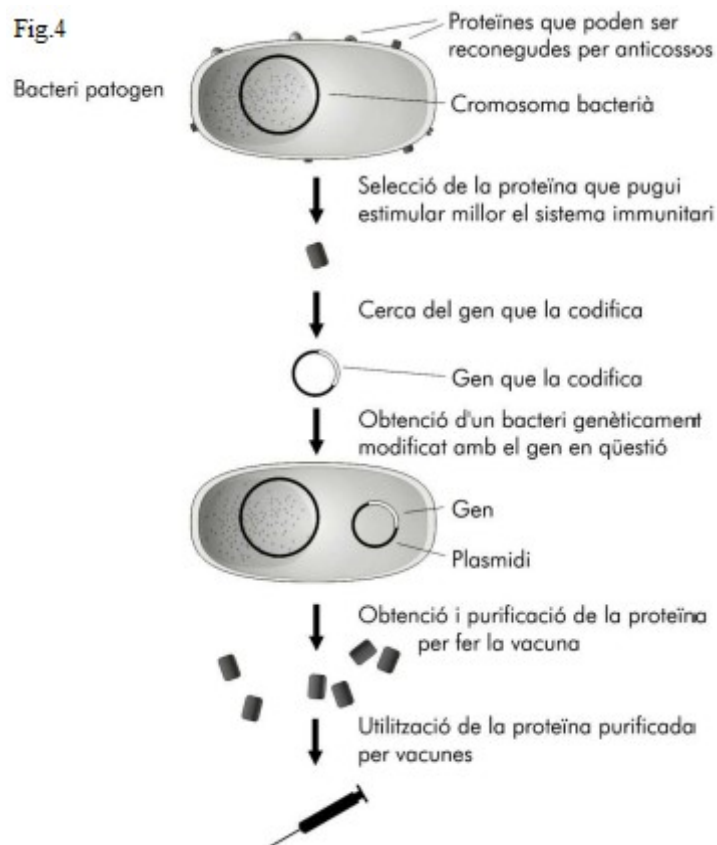
por microorganismos MG, encargados de generar fragmentos del agente infeccioso que son los responsables de generar inmunidad en la persona. Los fragmentos se purifican. Tienen una doble ventaja: no hace falta inyectar en el organismo agentes patógenos y son más baratas. La primera vacuna sintética autorizada fue la de Hepatitis B, pero ahora ya se dispone de un gran número de éstas (Fig 3).



Hoy en día existe un largo listado de vacunas que extraídas a partir de un OMG (ver **Anexo 1**).

Una utilidad potencial con la que se investiga actualmente, es la aplicación medioambiental de los microorganismos MG, generando agentes biológicos o productos obtenidos de agentes biológicos que puedan degradar los contaminantes del medio ambiente, como pesticidas, herbicidas, hidrocarburos derivados del petróleo como el aceite y la gasolina, y metales pesados. En el ejemplo, a continuación, se observa la vía por la cual se puede conseguir detoxificar mediante una bacteria

MG una zona para biorremediar (Fig.4)



También se está investigando con el uso en agricultura, creando microorganismos MG que proporcionen más nutrientes a las plantas para que crezcan antes, o que eviten la congelación de la planta para que no sea dañada y disminuyan las pérdidas económicas causadas por heladas. Esto conllevaría la liberación de bacterias MG al medio ambiente con repercusiones aún desconocidas.

## 2.5.2.- Plantas

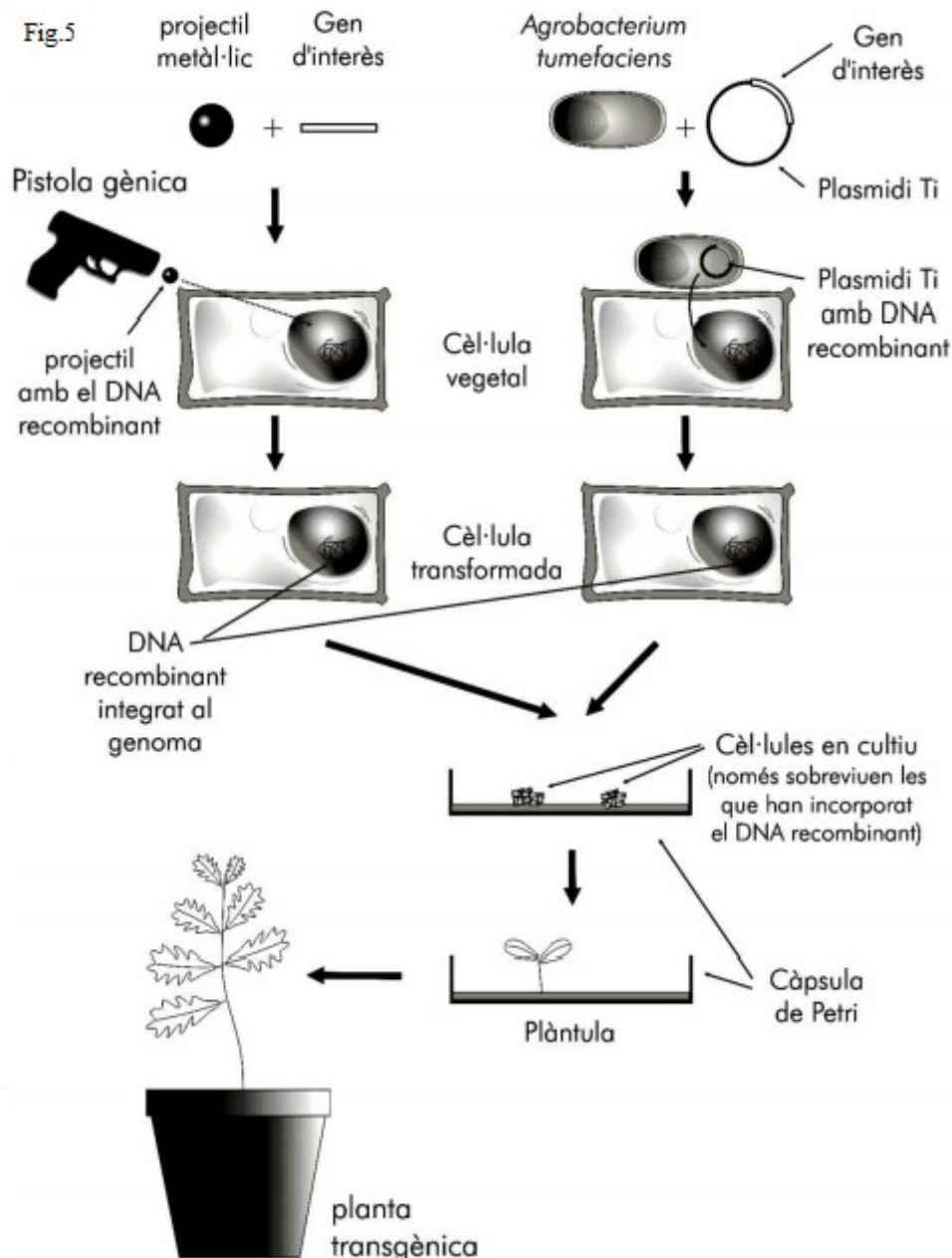
Las plantas son muy fáciles de modificar genéticamente debido a su gran poder regenerador ya que tienen durante toda la vida una reserva de células madre que tienen un gran poder de proliferación y que pueden convertirse en cualquier célula de una planta adulta. Esto facilita enormemente la tarea de obtener plantas transgénica, ya que solamente hace falta introducir el ADN recombinante en una de estas células y hacer que a partir de ella se genere una planta adulta completa, que será completamente transgénica.

### 2.5.2.1.- Obtención

Hay dos maneras básicas de obtener plantas transgénicas en función de como se introduzca el



transgen dentro de las células madre. Si se introduce mediante una pistola génica o un plásmido (fragmento de ADN de origen bacteriano). La pistola génica no hace más que disparar microesferas metálicas que contienen el transgen, dentro de las células madre, para que el transgen se incorpore en el ADN de la planta. Sin embargo el plásmido Ti, es un vehículo genético que contiene el transgen y que “infecta” la célula madre para poder incorporarlo en el material genético de la futura planta (Fig.5).



### 2.5.2.2.- Aplicaciones

- Investigación: conocimiento de genes y procesos fisiológicos intrínsecos de la planta.

- Comercial: producció de piosos destinats a consum animal, dotació de una major resistència a plagas de insectos, a productes herbicides, a seques, dotació de composició nutricional millor, de altres aspectes externs, para generar proteïnes de interès farmacològic (Fig.6), producció de biofàctòries para formació de fàrmacs, creació en un futur de vacunes comestibles. Aportació de una qualitat nutritiva major y con millor durabilitat en plantes para consum.

COMPANYIA	PLANTA	PRODUCTE	USOS	Fig.6
ProdiGene	Blat de moro	Antigen del virus TEGEV	Vacunes per a porcs contra el virus de la gastroenteritis	
ProdiGene – Large Scale Biology	Blat de moro	Aprotinina	Redueix la resposta inflamatorià sistèmica, homeostàtic	
ProdiGene – Sigma Aldrich	Blat de moro	Avidina	Eina de diagnòstic	
ProdiGene	Blat de moro	Brazcina	Proteïna edulcorant	
ProdiGene – Sigma Aldrich	Blat de moro	Beta-glucoronidasa	Eina de diagnòstic	
ProdiGene – Medicago – Meristem Therapeutics	Blat de moro i tabac	Col·làgena	Tractaments epidèrmics	
Epycite Pharmaceutical	Soia	Anticossos per a l'herpes	Tractament de l'herpes	
Ventria – Meristem Therapeutics	Arròs	Lactoferrina	Antiinfecció, reserva de ferro, diarrea	
Meristem Therapeutics	Tabac	Lipasa	Insuficiència pancreàtica, esteatorrea, fibrosi cística	
Ventria	Arròs	Lisozim	Substitut d'antibiòtics d'ús veterinari, diarrea	
Planet Biotechnology	Tabac	Anticossos anticàries	Anticòs contra <i>Streptococcus mutans</i> , responsable de la càries	
ProdiGene	Blat de moro	Tripsina	Enzim per a la producció industrial de fàrmacs	

- Medioambiental: formació de biocombustibles y de plàstics biodegradables.

### 2.5.2.3.- Cultivos MG

Es indispensable hablar de cultivos en este apartado, así que presentamos un listado con todos los vegetales que se han conseguido modificar genéticamente, incluyendo cereales, árboles, frutas, verduras y hortalizas (Fig.7)

Alfalfa	Mandioca	Pepino	Manzana	Garbanzos	Castaño
Cebada	Zanahoria	Kaki	Albaricoque	Guisante	Achicoria
Algodón	Col	Kiwi	Cítricos	Haba	Cacao
Puerro	Brócoli	Aguacate	Cereza	Ciruela	Café
Maíz	Coliflor	Plátano	Pomelo	Semillas lino	Coco
Mango	Berenjena	Lúpulo	Arándanos	Ajo	Eucalipto
Melón	Mostaza	Linaza	Lechuga	Lenteja	Vid
Mijo	Oliva	Cebolla	Naranja	Papaya	Lupín
Avena	Maní	Pera	Pimienta	Menta	Piña
Ciruela	Patata	Calabaza	Semillas colza	Frambuesa	Arroz
Soja	Fresa	Remolacha	Caña de azúcar	Girasol	Camote
Tabaco	Tomate	Triticale	Nuez	Sandía	Trigo

**Fig.7**

Las tomateras transgénicas fueron las primeras plantas GM que obtuvieron el permiso de la FDA estadounidense para ser comercializadas. Se les suprimió el gen ACCS, encargado del envejecimiento del tomate.

En la actualidad los tipos más comunes de OMG que se han desarrollado y comercializado son especies vegetales destinadas al cultivo, como el maíz, la semilla de colza, la soja y el algodón, a los que han proporcionado resistencia a plagas de insectos o tolerancia a herbicidas. Desde 2010 se permitió en la UE el cultivo de la patata Amflora.

Con los OMG se pueden realizar dos tipos de actividades relacionadas con la producción que incluirían las actividades confinadas (como por ejemplo la investigación y el desarrollo en laboratorios) y las actividades de liberación voluntaria sin finalidad comercial (estudios de ensayos en campos de cultivo que preparen los expedientes de autorización que exige la UE), y las relacionadas con la utilización de OMG, que incluyen el cultivo comercial, la comercialización de alimentos y piensos MG. Para realizar cualquier tipo de estas actividades, se requiere una autorización de las autoridades competentes, en el caso de las actividades confinadas y de liberación

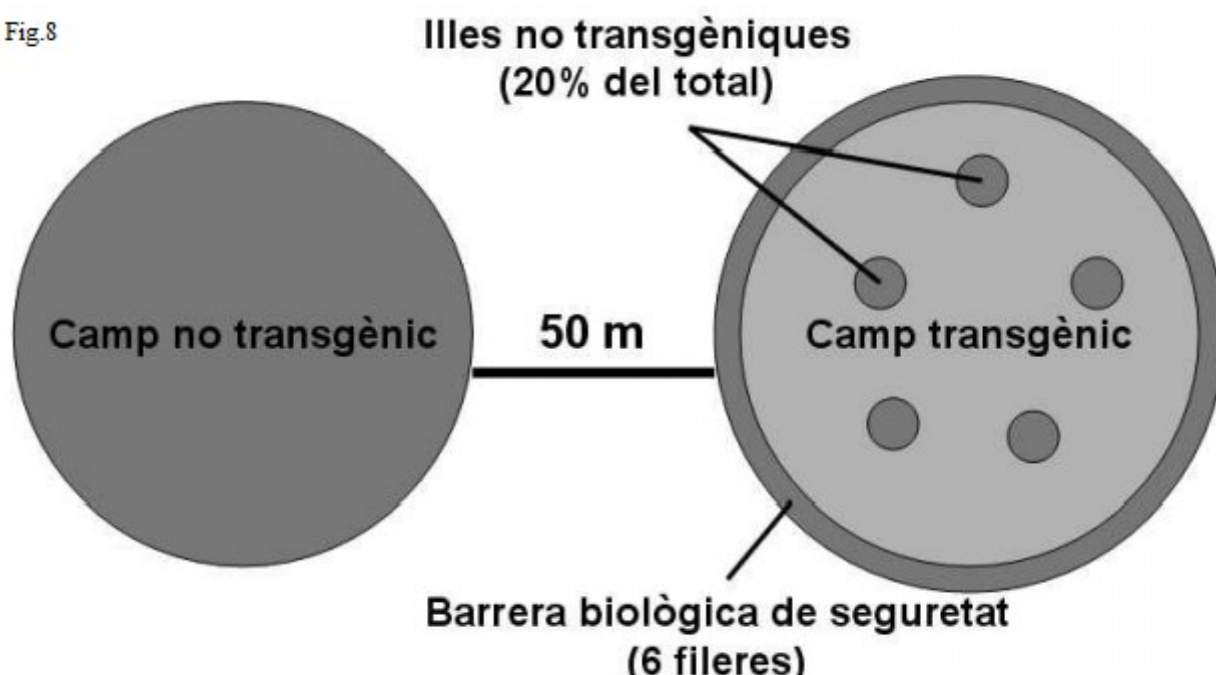
voluntaria cada estado miembros es el que se encarga de concederlas, sin embargo en materia de comercialización la Comisión Europea es la autoridad competente.

Los agricultores pueden escoger entre la producción convencional, la ecológica y la de cultivos MG, de ahí que se denomine coexistencia. La coexistencia permite que los consumidores puedan elegir. La legislación nacional sobre coexistencia debe permitir la libre actuación de las fuerzas del mercado de conformidad con la legislación comunitaria.

Dado que la agricultura no se desarrolla en un lugar cerrado, no puede descartarse la posibilidad de que cultivos MG estén accidentalmente presentes en cultivos no MG, hecho que puede tener repercusiones económicas si el valor de mercado de los dos tipos de cultivos es distinto. Por ello es preciso establecer medidas de coexistencia viables y eficaces en función de los costes que garanticen que la producción de cultivos MG y no MG pueda desarrollarse con arreglo a las disposiciones legales aplicables a nivel comunitario.

Las medidas adecuadas en relación con la coexistencia se ven condicionadas por numerosos factores que varían de una región a otra, incluidas las condiciones climáticas y edafológicas, el tamaño y la dispersión de las parcelas, las pautas de cultivo y la rotación de los cultivos, etc (Fig.8). Al aplicar a la coexistencia un planteamiento basado en la subsidiariedad, los estados miembros pueden ajustar las correspondientes medidas a las exigencias de sus condiciones locales.

Fig.8



La experiencia comercial con cultivos MG en la UE se limitaba hasta 2004 a dos casos de maíz MG (Bt176 y MON810). En España, los cultivos de maíz Bt ocupaban en 2004 una superficie de 58 000 ha, equivalente a alrededor del 12 % de la superficie total dedicada al maíz en el país. En otros Estados miembros, los cultivos de maíz MG ocupan tan solo unos centenares de hectáreas. Puede decirse, por tanto, que la experiencia con los cultivos MG en la UE es muy limitada, por eso son pocos los Estados miembros que parecen haberse apoyado en los métodos o prácticas existentes para la producción de cultivos MG. La justificación de las medidas específicas sobre coexistencia, ha reposado principalmente en las técnicas de producción de semillas certificadas, modificadas en parte para dar razón de las diferencias existentes entre la producción de semillas y la de cultivos, o simplemente adoptadas como medidas sobre coexistencia en otros casos.

Algunas medidas van más allá de las generalmente aplicadas en las prácticas de segregación agrícola existentes.

### **2.5.3.- Animales**

Desde que en 1982 se obtuviera un ratón transgénico, la producción de animales transgénicos es cada vez más cotidiana, existiendo ya animales transgénicos de las siguientes especies: *ratón, rata, conejo, cerdo, vaca, cabra y oveja*.

#### **2.5.3.1.- Obtención**

La transgénesis en animales puede efectuarse siguiendo dos estrategias distintas:

- Transgénesis por microinyección de zigotos: se aíslan varios óvulos fertilizados, por superovulación hormonal de las hembras donantes (la fertilización puede hacerse *in vitro* o *in vivo*), después se manipula cada cigoto para introducir el ADN en su interior y finalmente, se reimplantan en hembras nodrizas que llevarán a término la gestación. Tras el parto se chequean a los neonatos para ver si han incorporado el transgen.
- Transgénesis por manipulación de células embrionarias: introducción del transgen en células madre embrionarias (EM) o células embrionarias totipotentes (ES) que se obtienen del embrión en fases muy tempranas, en las que está formado por muy pocas células (blástula) y a las que se consigue parar su desarrollo para que no pierdan sus cualidades (diferenciación celular) Estas células son transfectadas con el gen de interés y reintroducidas en un embrión para implantarlo posteriormente en el útero de una hembra hasta su nacimiento. Los

neonatos, también llamados quimeras, se tendrán que cruzar entre ellos para poder tener hijos con el transgen correctamente incorporado. (Fig.9)

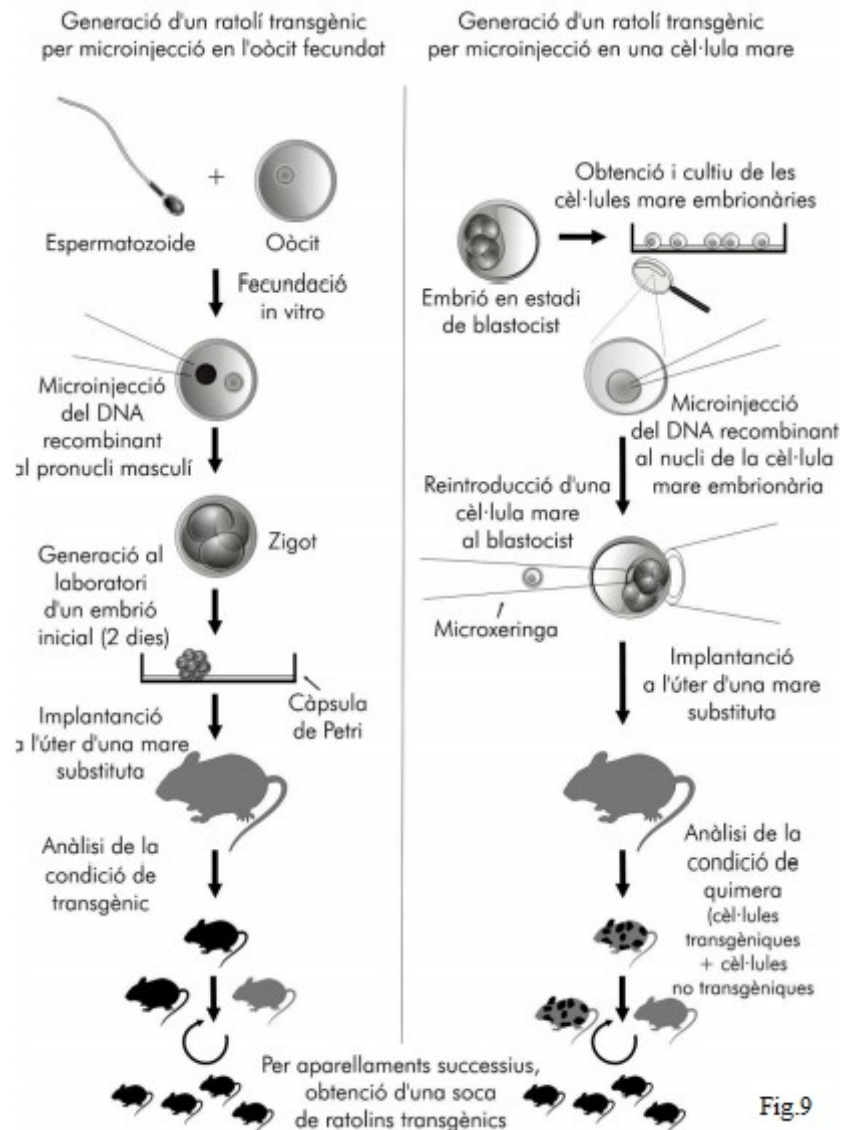


Fig.9

### 2.5.3.2.- Aplicaciones

- Manipular de forma específica la expresión génica in vivo.
- Estudiar la función de genes específicos
- Mejorar las técnicas biotecnológicas relacionadas y optimizar sus procesamientos.
- Estudiar a nivel molecular el desarrollo y la regulación de un organismo.
- El uso de organismos como biorreactores para la producción de proteínas humanas de interés farmacológico (Fig.10). En el caso del fibrinógeno, se comercializa en EEUU y en la UE.



PRODUCTE	UTILITAT	Fig.10	ANIMAL	COMPANYIA
Activador de plasminogen tissular	Infart agut		Cabra i ratolí	PPL
Albúmina humana	Expansor de plasma		Vaca i ratolí	GTC
Alfa-1-antitripsina	Emfisema pulmonar		Ovella	PPL
Alfa-glucosidasa	Malaltia de Pompe		Conill	Pharming
Alfa-lactoalbúmina	Antiinfecció		Vaca	PPL
Antigen de la malària (msp-1)	Vacuna contra la malària		Ratolí	GTC
Antigen de l'HIV (Pro542)	Vacuna contra l'HIV, el virus de la sida		Cabra i ratolí	GTC
Antigen de rotavirus	Vacuna contra el virus de la gastroenteritis		Conill	Bioprotein Technology – INRA
Antitrobina III (ATIII)	Trombosi		Conill	PPL
Calcitonina humana	Osteoporosi		Conill	PPL
CFTR (regulador de la conductivitat de transmembrana en fibrosi cística)	Fibrosi cística		Ovella i ratolí	PPL
Col·lagen I	Reparació tissular		Vaca	Pharming
Col·lagen II	Artritis reumatoide		Vaca	Pharming
Factor de coagulació VIII	Hemofilia A		Ovella i porc	Pharming i PPL
Factor de coagulació IX	Hemofilia B		Ovella, porc i vaca	Pharming i PPL
Fibrinogen	Coagulació sanguínia		Vaca i ovella	Pharming i PPL
Glutamat decarboxilasa	Diabetis tipus I		Cabra i ratolí	GTC
Hemoglobina	Transfusions sanguínies		Porc	DNX
Inhibidor C1 humà	Angioedema		Conill	Pharming
Lactoferrina	Antiinfecció		Vaca	Pharming
Lisostafina	Antiinfecció		Vaca	USDA-Belstville
Proteïna C humana	Anticoagulant		Porc i ovella	PPL
Proteïna de la seda d'aranya	Materials mèdics		Cabra	Nexia Biotechnologies
Anticòs contra el receptor CD137	Antitumoral		Ratolí	GTC

- La recreación de modelos de interés para investigación.
- La corrección de problemas congénitos mediante terapia génica.

#### 2.5.4.- Alimentos, ingredientes y aditivos alimentarios

Un alimento genéticamente modificado (AMG) es aquel que es un OMG (semilla de soja), contiene un OMG (ensalada con brotes de soja MG) y/o está producido a partir de un OMG (lecitina de soja

procedente de soja MG). Se aplica el mismo criterio para los piensos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, que la mayoría de los OMG que entran en Europa o se producen en ella (como el maíz BT en España), se destinan a alimentación animal, que cualquier presencia de ingredientes procedentes de plantas MG debe anunciarse en la etiqueta del alimento y que los productos de origen animal no se ven incluidos en la norma de etiquetado, debemos estar seguros de que podemos elegir si consumir AMG de origen vegetal mirando la etiqueta, y aunque consumimos animales que sí consumen piensos MG y no podemos discernir entre los que no los consumen, no hay animales MG autorizados en la UE para consumo alimentario.

Nos centraremos pues, en los ingredientes y en los aditivos alimentarios. Primeramente ponemos a disposición un listado de ingredientes y aditivos alimentarios (Fig.11).

El almidón acetilado	Beta-caroteno	Celulosa	Cisteína	Clara de huevo sólida	Glucosa
Aminoácidos	Biotina	Ácido cítrico	Cistina	Yema de huevo sólida	Glutamato
Natamicina	Migas de pan	Cobalamina	Dextrina	Ácidos grasos	Glicerina
Ácido ascórbico	Caramelo	Harina de maíz	Dextrosa	Fructosa	Guanilato
Aspartame	Carotenoides	Aceite de algodón	Diacetil	Ácido glucónico	Ácido láctico
Latoflavina	Lisina	Maltosa	Fenilalanina	Almidón	Sorbitol
Lactosa	Lisozima	Metionina	Esteroles vegetales	Azúcar	Aceite de soja
Lecitina	Azúcar de malta	Metilcelulosa	Polenta	Aceite de girasol	Tapioca
Leucina	Maltol	Proteínas lácteas	Polidextrosa	Edulcorantes	Tocoferol
Aceite de linaza	Manitol	Almidón modificado	Aceite de colza	Riboflavina	Triptófano
Aroma de vainilla	Vitaminas	Xilitol	Xantana	Levadura	Treonina

**Fig.11**

En cuanto a las enzimas para uso alimentario encontramos que se han conseguido mediante OMG (Fig.12):

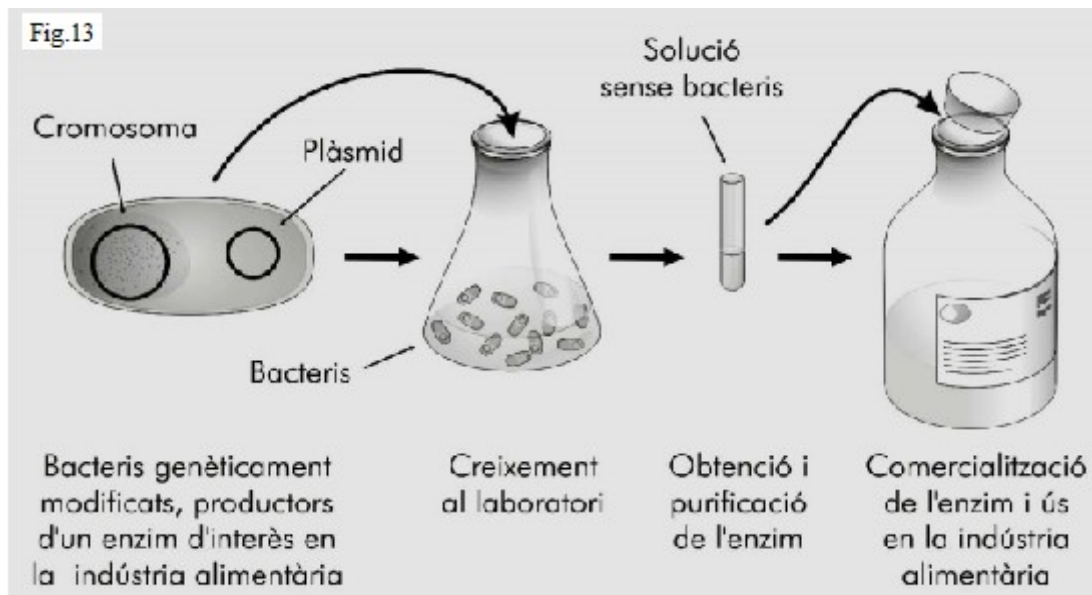


Acetolactato decarboxilasa	Celulasa	Glucosa isomerasa	Lactasa	Fitasa
Aminopectidasa	CGTasa	Glucosa oxidasa	Lipasa	Pectinesterasa
Amilasa	Quimosina	Hemicelulasa	Lipoxigenasa	Pululanasa
Asparaginasa	Galactosidasa	Hexosa oxidasa	Mananasa	Transglutaminasa
Catalasa	Glucanasa	Lacasa	Pectinasa	Xilanas

Fig.12

Las enzimas se incluyen dentro de los aditivos alimentarios. Vamos a explicar algunas de las aplicaciones de las enzimas para que se entienda mejor su aplicación en la industria alimentaria, aunque básicamente sirven para mantener unas óptimas cualidades organolépticas de los productos: la acetolactato decarboxilasa reduce el aroma de mantequilla no deseado en la cerveza, por ejemplo, la asparaginasa se utiliza en la fabricación de galletas para mantener el valor nutritivo, el sabor y evitar el oscurecimiento excesivo debido al horneado, la lactasa se utiliza en helados, leche y chocolates, para intensificar la dulzura natural de la leche y para suavizar la textura del producto.

En cuanto a los microorganismos MG en la industria alimentaria, desde hace unos años se vienen modificando genéticamente bacterias lácticas para producir sustancias de interés industrial. Esto ha comportado una gran dificultad, puesto que las estas levaduras intercambian genes de forma natural mediante plásmidos, de manera que si se se produce un intercambio genético pueden perder sus capacidades fermentadoras. Para evitarlo se han introducido cambios en el ADN de éstas para que no hayan interferencias genéticas y proporcionarles estabilidad. También se les ha proporcionado resistencia a infecciones víricas frecuentes que puedan afectar su producción. En el caso de las bacterias implicadas en la maduración del queso, se ha incrementado la capacidad productiva para acelerar el proceso y rebajar así los costes de producción. También se han generado bacterias capaces de generar vitaminas esenciales como la B2 y la B11 que mejoran las calidad nutritiva de los alimentos. Algunas de las sustancias de interés generadas por bacterias se procesan y se purifican para ser comercializadas, y son completamente iguales a las que producen organismos no modificados genéticamente. A continuación vemos de forma esquemática un ejemplo de procesado de un enzima de interés alimentario, producto de bacterias MG (Fig.13)



Las levaduras también se modifican para incrementar su actividad metabólica con el objetivo de mejorar las características organolépticas y nutritivas de los alimentos que fermentan. Una de las modificaciones genéticas de interés en levaduras, es la adición de genes que producen sustancias antimicrobianas para evitar su contaminación con bacterias oportunistas que afectan su producción. En el caso de la industria cervecera se han diseñado levaduras modificadas genéticamente con genes de bacteria que aceleran el paso de la cerveza por el tanque de fermentación, la etapa más larga del proceso de elaboración.

#### 2.3.4.1.- Normativa

El etiquetado de los alimentos y piensos MG se encuentra regulado por el Reglamento (CE) núm. 1829/2003, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de setiembre, y por el Reglamento 1830/2003, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de setiembre de 2003, relativo a la trazabilidad y el etiquetado de OMG y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de éstos.

Según la normativa europea los productos obtenidos con microorganismos genéticamente modificados tienen que estar etiquetados como transgénicos, lo que limita su comercialización. Esto no afecta a los productos purificados obtenidos a partir de un OGM. Esta restricción no se da en países donde la legislación es más laxa, como por ejemplo en Australia, Canadá, Estados Unidos y China.

El servicio de Producción Ganadera de la Subdirección General de Ganadería del DAAM realiza inspecciones para comprobar el cumplimiento de la normativa sobre trazabilidad y seguridad de los componentes de los piensos y también sobre el etiquetado de los productos comercializados para alimentación animal. Estos controles están incluidos en el plan de control de alimentación animal y consiste, por un lado, en controles documentales y, por otro, en controles físicos con toma de muestras a explotaciones ganaderas y establecimientos de alimentación animal.

La distribución de las inspecciones se realiza programando visitas anuales al 100% de los fabricantes de piensos compuestos y un 5% anual al resto de operadores. En general en todas las visitas de inspección se realiza la correspondiente toma de muestras, a excepción de las inspecciones a transportistas.

Alrededor de un 10% del total de las muestras programadas para el seguimiento del plan de control de alimentación animal a establecimientos de alimentación animal son recogidas para la determinación de OMG. Principalmente muestras de maíz de las cuales no conste en la etiqueta ni en ningún documento de que se trata de maíz MG. En el Plan de controles de alimentación animal de 2010 se ha controlado que la identificación de los piensos sea correcta según la normativa de los OMG. Por un lado, se ha controlado de forma general que en las etiquetas de los piensos, premezclas, aditivos y materias primeras, las indicaciones sobre OMG se ajusten a la normativa. El año 2010 se revisaron 1.429 etiquetas o documentación y no se ha detectado ninguna infracción relacionada. Las muestras recogidas se envían al Laboratorio de Sanidad Vegetal, dependiente de la Subdirección General de Agricultura del DAAM, con tal de analizar la presencia de OMG y si esta presencia corresponde a la variedad genética MON 810. En los casos en los que se detecta y en la etiqueta no se indica que el producto es MG, la muestra se envía al Laboratorio Arbitral de Madrid, encargado de cuantificar la cantidad de esta variedad. En caso de sea superior al 0,1%, según el nuevo Reglamento (UE) núm. 619/2011 de la Comisión, de 24 de junio de 2011, se debería identificar el producto como MG. El Reglamento establece un nivel de presencia o límite mínimo de funcionamiento exigido (MRPL), que corresponde a la cantidad o concentración mínima de material MG que se considera por el Laboratorio de Referencia de la UE para validar los métodos cuantitativos. En caso de que los resultados analíticos de los controles oficiales evidencien que estos materiales que están presentes en el pienso en niveles iguales o superiores al MRPL, se considera que el pienso no cumple los requisitos establecidos por el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 y los estados miembros tienen que notificar esta información mediante el Sistema de alerta rápida para alimentos y piensos (RASFF).

En 2010 se recogieron 21 muestras de maíz, de las cuales 10 cumplían la normativa específica de etiquetado de OMG, mientras que las 11 restantes la incumplieron y consecuentemente, se procedió a iniciar el correspondiente expediente sancionador.

Las inspecciones a las empresas de alimentación humana, también las lleva a cabo el Servicio de Inspección y Control Agroalimentario de la Subdirección General de Calidad Agroalimentaria y en 2010 no recibió ninguna denuncia relacionada con OMG.

La trazabilidad también es relevante, sobretodo para el consumidor final, con lo que la Agencia Catalana del Consumo, recogió en 2010 unas 50 muestras de alimentos susceptibles de contener ingredientes MG para analizarlas. Los productos contenían soja y maíz, pero en ningún caso se detectó la presencia de OMG por encima del límite máximo. En ese mismo año la Agencia de Protección de la Salud, recibió 6 notificaciones respecto de OMG de la cuales en 4 aparecieron trazas de arroz Bt63 en fideos de origen chino y en otra, trazas de linaza marrón FP967 en un producto procedente de Canadá. En estos casos, las empresas afectadas tienen que destruir el producto recibido a través de un gestor autorizado o devolverlo a su proveedor. Así podemos ver la necesidad del control de trazabilidad, para poder localizar, retirar del mercado los productos afectados y conocer el destino final del producto recuperado.

### **3.- SITUACIÓN DE LOS OMG**

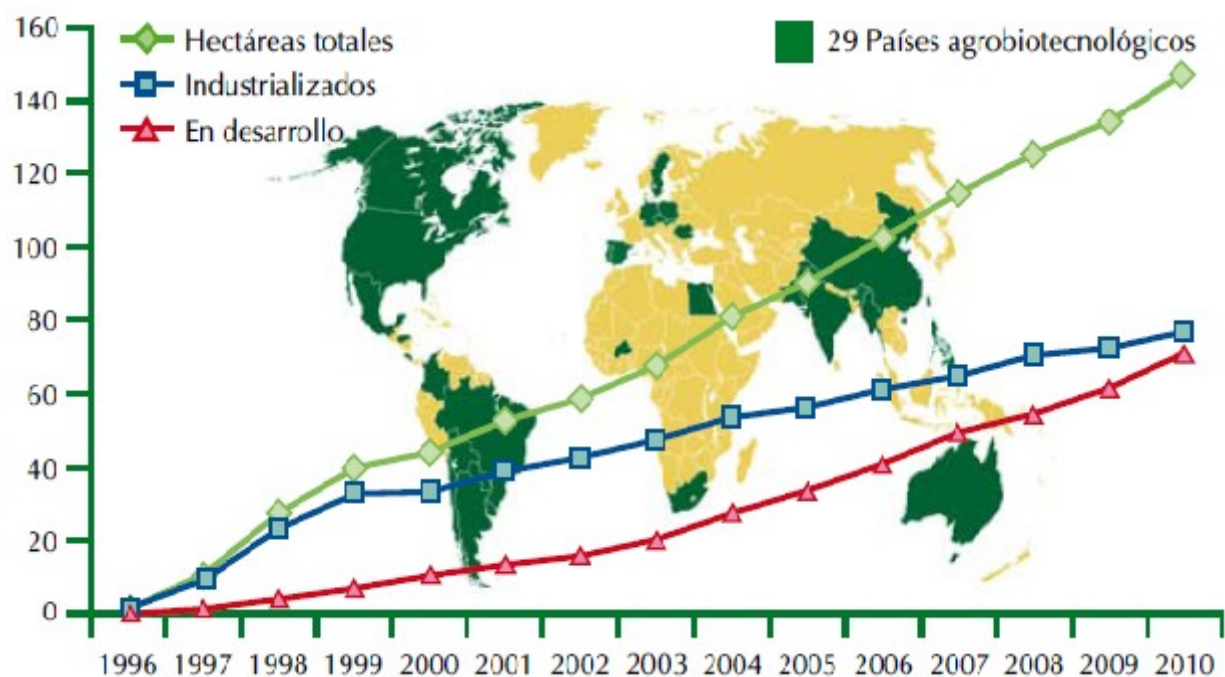
Este apartado se centrará principalmente en cultivos modificados genéticamente puesto que se dispone de mucha más información al disponer de autorización para su comercio.

#### **3.1.- Mundial**

Según el informe de la ISAAA sobre la situación mundial de la comercialización de cultivos GM, la superficie global dedicada a la producción de cultivos biotecnológicos ha aumentado durante el año 2010, hasta los 148 millones de hectáreas, frente a las 134 millones del 2009 y de los 125 millones del 2008 (Fig.14).

Fig.14

### SUPERFICIE AGROBIOTECNOLÓGICA MUNDIAL Millones de Hectáreas (1996-2010)



*Récord de 148 millones de hectáreas plantadas por 15,4 millones de agricultores en 29 países en 2010, que supone un incremento sostenido del 10% (14 millones de hectáreas) sobre 2009.*

Fuente: Clive James, 2010.

Los 8 países con más superficie agrobiotecnológica, con más de un millón de hectáreas cultivadas, son (por orden decreciente): EEUU, Brasil, Argentina, India, Canadá, China, Paraguay, Pakistán, Sudáfrica y Uruguay (Fig.15).

Rank	Country	Area (million hectares)	Biotech Crops	Fig.15
1	Estados Unidos*	66,8	Maíz, soja, algodón, colza, remolacha, azucarera, alfalfa, papaya y calabaza	
2	Brasil*	25,4	Soja, maíz y algodón	
3	Argentina*	22,9	Soja, maíz y algodón	
4	India*	9,4	Algodón	
5	Canadá*	8,8	Colza, maíz, soja y remolacha azucarera	
6	China*	3,5	Algodón, tomate, álamo, papaya y pimienta dulce	
7	Paraguay*	2,6	Soja	
8	Pakistán*	2,4	Algodón	
9	Sudáfrica	2,2	Maíz, soja y algodón	
10	Uruguay*	1,1	Soja y maíz	
11	Bolivia*	0,9	Soja	
12	Australia*	0,7	Algodón, Colza	
13	Filipinas*	0,5	Maíz	
14	Myanmar*	0,3	Algodón	
15	Burkina Faso*	0,3	Algodón	
16	España*	0,1	Maíz	
17	México*	0,1	Algodón y soja	
18	Colombia	<0.1	Algodón	
19	Chile	<0.1	Maíz, soja y cáñola	
20	Honduras	<0.1	Maíz	
21	Portugal	<0.1	Maíz	
22	República Checa	<0.1	Maíz y patata	
23	Polonia	<0.1	Maíz	
24	Egipto	<0.1	Maíz	
25	Eslovaquia	<0.1	Maíz	
26	Costa Rica	<0.1	Algodón y soja	
27	Rumanía	<0.1	Maíz	
28	Suecia	<0.1	Patata	
29	Alemania	<0.1	Patata	
<b>Total</b>		<b>148.0</b>		

\*17 megapaíses biotecnológicos con un mínimo de 50.000 hectáreas agrobiotecnológicas.

La soja transgénica continua siendo el principal cultivo biotecnológico durante el año 2010, con 73,3 millones de hectáreas, que representan el 50% de la superficie agrobiotecnológica mundial, seguida del maíz con el 31%, el algodón con el 14% y la colza con el 5%.

En 2010 se cumplió el 15º aniversario de la comercialización de cultivos biotecnológicos, que se plantaron por primera vez en 1996. Los considerables beneficios económicos, ambientales y sociales que ofrecen este tipo de cultivos han llevado a millones de agricultores de todo el mundo a seguir aumentando la superficie agrobiotecnológica.. En cuanto a la superficie acumulada de 1996 a 2010 el crecimiento mundial refleja una mayor estabilidad en la adopción de los cultivos MG y que se han estableciendo de manera permanente. Estos datos son muy importantes, puesto que los

cultivos biotecnológicos ya contribuyen a resolver algunos de los principales problemas que se plantean a la sociedad global, como la seguridad y la autosuficiencia alimentarias, la sostenibilidad, la lucha contra la pobreza y el hambre, y la mitigación de algunos de los retos asociados al cambio climático y al calentamiento global. La superficie acumulada entre 1996 y 2010 supera por primera vez los mil millones de hectáreas, cifra equivalente a más del 10 % de la superficie total de Estados Unidos o de China. En cuestión de 5 años se dobló la cantidad de 500 millones de hectáreas plantadas a 1000 millones en 2010.

### 3.2.- En la UE

Europa continua a la cola, con sólo 8 países que siembran cultivos transgénicos: maíz Bt (MON 810) o patata Amflora autorizada por primera vez en 2010. Seis países cultivaron un total de 91.193 ha con maíz Bt: España, Portugal, República Checa, Polonia, Eslovaquia, Rumanía (de mayor a menor), y tres países (República Checa, Suecia y Alemania) plantaron un total de 450 ha de patata Amflora. España está a la cabeza de todo el maíz MG que se siembra en Europa.

### 3.3.- En España

De acuerdo con los datos del año 2010, la superficie total de maíz MG ha sido de 67.726 ha, en contra de las 76.057 ha del año 2009 y las 79.269 ha del 2008. No obstante, igual que en Cataluña, a pesar de que ha disminuido la superficie de maíz en el territorio español, la caída de variedades MG ha sido menor que la de las variedades convencionales. En orden decreciente: Cataluña, Aragón, Extremadura y Navarra, son las comunidades autónomas con una mayor superficie de cultivo de maíz MG (ver **Anexo 2**). El año 2010 Cataluña fue la comunidad autónoma con una mayor superficie de cultivo con 25.212 ha. Hay que tener en cuenta que la fuente de datos con la que se obtienen los cálculos por el MARM y la *Generalitat*, son diferentes, de ahí que haya incongruencias entre los resultados.

### 3.4.- En Cataluña

Actualmente, la producción comercial de OMG como cultivo, en Cataluña, está limitada al maíz. Las diversas variedades de maíz MG autorizadas para sembrar en España son híbridos de maíz MON 810 (resistentes a taladro del maíz, *Ostrinia nubilalis*). El MON 810 expresa la proteína CrY 1Ab derivada de *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaky* (toxina Bt) que es tóxica para insectos como el taladro del maíz (una de las plagas más importantes en Cataluña) o la *Sesamia* spp.

En el 2010 se sembraron en 65 variedades híbridas (MG) diferentes de las 101 inscritas en el catálogo nacional de semillas. El maíz MON 810 fue autorizado para comercializarse en la UE en mayo de 1998 (Decisión 98/294/CE de la Comisión, de 22 de abril de 1998). Actualmente en la UE se están tramitando las solicitudes de renovación de las autorizaciones de comercialización del maíz MON 810 para uso alimentario, ingrediente, aditivo o pienso. A finales de 2009 la EFSA emitió un dictamen favorable para estas autorizaciones .

A continuación se presenta por demarcaciones la superficie sembrada con maíz MG en Cataluña durante el 2010 (Fig.16):

Fig.16 Demarcació territorial	Superfície sembrada de blat de moro 2010 (ha)			% MG sobre el total
	No modificat genèticament	Modificat genèticament	Total sembrats	
Barcelona	1.661,89	34,47	1.696,36	2,03%
Tarragona	4.440,67	3.435,75	7.885,42	43,57%
Lleida	10.512,25	13.535,13	24.047,38	56,29%
Girona	22,46	0,62	23,08	2,69%
Catalunya	16.646	17.006	33.652	51%

Font de les dades: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

La superficie total sembrada por grano fue de 33.652 ha, mientras que la ocupada con variedades autorizadas MG de la misma especie fue de 17.006 ha, cosa que supone el 51% del total. Lérida y Gerona son las provincias con mayor cultivo de maíz MG. Respecto a la campaña de 2009, la superficie cultiva se ha reducido en 3.015 ha, no obstante como también se ha reducido el cultivo convencional de maíz, la proporción se mantiene (Fig.17).



Fig.17 Any	Blat de moro Superfície sembrada a Catalunya (ha)			Superfície segons el tipus de modificació genètica	
	Total	MG	MG/total (%)	Bt 176(*)	MON 810
2003	41.625	5.390	12,54 %		
2004	41.925	16.269	38,78 %	2.187	14.005
2005	40.745	17.170	42,13 %	928	16.242
2006	37.871	16.248	40,26 %	0	16.248
2007	31.945	14.736	46,13 %	0	14.736
2008	42.272	20.447	48,37 %	0	20.447
2009	39.321	20.111	51,15 %	0	20.111
2010	33.652	17.006	51 %	0	17.006

Font de les dades: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural.

(\*) El blat de moro BT 176 va desaparèixer del mercat europeu en aplicació de la normativa respecte a les modificacions que contenien certs marcadors de resistència a antibiòtics (veure document de l'any 2006)

Por comarcas, la *Pla d'Urgell*, el *Segrià*, la *Noguera*, el *Baix Empordà* i l'*Alt Empordà*, tienen el mayor peso de cultivos sumando más de 1000 ha cultivadas.

## 4.- LEGISLACIÓN

El marco legislativo que regula todo sobre los OMG y sus productos derivados, en la UE y por consiguiente en España y Cataluña, se muestra unas líneas más abajo. Se tienen en cuenta desde aspectos medioambientales y comerciales, hasta de gestión. Cabe apuntar que hay leyes españolas y catalanas que también entran en materia jurídica en cuanto a OMG, con especificaciones legales a cumplir a nivel del Estado español y de Cataluña.

### 4.1.- En la UE

Dispuestos cronológicamente:

- Directiva 90/219/CEE del Consejo, del 23 de abril de 1990, relativa a la utilización confinada de microorganismos genéticamente modificados (DOCE L núm. 007, de 10.1.1991).
- Reglamento (CE) núm. 258/1997 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 27 de enero de 1997, sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios (DOCE L núm. 043, de

14.2.1997).

- Directiva 98/81/CE del Consejo, del 28 de octubre de 1997, por la cual se modifica la Directiva 90/219/CEE, relativa a la utilización confinada de microorganismos genéticamente modificados (DOCE L núm. 330, de 5.12.1998).
- Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 12 de marzo de 2001, sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos genéticamente modificados, por la cual se deroga la Directiva 90/220/CEE del Consejo (DOCE L núm. 106, de 17.04.2001).
- Recomendación de la Comisión, del 23 de julio de 2003, sobre las directrices para la elaboración de estrategias y mejoras prácticas nacionales con la finalidad de garantizar la coexistencia de los cultivos modificados genéticamente con la agricultura convencional y ecológica (notificada con el número C(2003) 2624, DOUE L núm. 189, de 29.7.2003).
- Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 22 de setiembre de 2003, sobre alimentos y piensos genéticamente modificados (DOUE L núm. 268, de 18.10.2003).
- Reglamento (CE) núm. 1830/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 22 de setiembre de 2003 relativo a la trazabilidad y el etiquetado de organismos genéticamente modificados y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de estos, por el cual se modifica la Directiva 2001/18/CE (DOUE núm. 268, de 18.10.2003).
- Reglamento (CE) núm. 1946/2003 sobre movimientos transfronterizos de organismos modificados genéticamente (DOUE L 287, de 25.11.2003).
- Reglamento (CE) núm. 65/2004 de la Comisión, del 14 de enero de 2004, por la cual se establece un sistema de creación y asignación de identificadores únicos a los organismos genéticamente modificados (DOUE L núm. 10, de 16.1.2004).
- Reglamento (CE) núm. 641/2004 de la Comisión, de 6 de abril de 2004, sobre las normas de

desarrollo del Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que atañe a la solicitud de autorización de nuevos alimentos y piensos genéticamente modificados, la notificación de productos existentes y la presencia accidental o técnicamente inevitable de material genéticamente modificado, evaluación de riesgo de la cual haya sido favorable (DOUE L núm. 102, de 7.4.2004).

- Recomendación 2004/787/CE de la Comisión, del 4 de octubre de 2004 relativa a las directrices técnicas de muestreo y detección de organismos genéticamente modificados y de material producido a partir de organismos genéticamente modificados, como productos o incorporados a productos en el marco del Reglamento (CE) núm. 1830/2003 (DOUE L núm. 348, de 24.11.2004).
- Reglamento (CE) núm. 1981/2006 de la Comisión, del 22 de diciembre de 2006, sobre las normas de desarrollo del artículo 32 del Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, por lo que hace referencia al laboratorio comunitario de referencia para los organismos modificados genéticamente (DOUE L núm. 368, de 23.12.2006).
- Directiva 2009/41/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 6 de mayo de 2009, relativa a la utilización confinada de microorganismos genéticamente modificados (DOUE L núm. 125, de 25.5.2009).
- Decisión de la Comisión 2009/244/CE, del 16 de marzo de 2009, relativa a la comercialización, de conformidad con la Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de un clavel (*Dianthus caryophyllus* L., línea 123.8.12) modificado genéticamente para alterar el color de la flor (DOUE L núm. 72, de 18.03.2009).
- Decisión de la Comisión 2009/770/CE, de 13 de octubre de 2009 por la cual se establecen los modelos normalizados para la presentación de los resultados del seguimiento de la liberación intencional al medio ambiente de organismos modificados genéticamente, como productos o componentes de productos, para su comercialización, de conformidad con la Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE núm. 275, de 21.10.2009).

- Decisión de la Comisión 2009/813/CE, de 30 de octubre de 2009 por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MON 89034 (MON-89Ø34-3), de conformidad con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L núm. 289, de 5.11.2009).
- Decisión de la Comisión 2009/814/CE, de 30 de octubre de 2009, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MON 88017 (MON-88Ø17-3) de conformidad con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L núm. de 5.11.2009).
- Decisión de la Comisión 2009/815/CE, de 30 de octubre de 2009, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente 59122xNK603 (DAS-59122-7xMON-ØØ6Ø3-6), de conformidad con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L núm. 289 de 5.11.2009).
- Decisión de la Comisión 2009/866/CE, de 30 de noviembre de 2009, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MIR604 (SYN-IR6Ø4-5), de conformidad con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L núm. 314, del 1.12.2009).

A lo largo del 2010 la Comisión valoró y a propuso medidas alternativas, en cuanto a la cláusula de salvaguarda, para el uso que varios países comunitarios estaban llevando a término para restringir los cultivos transgénicos de maíz, autorizados en la UE.

El paquete de medidas incluye:

- La Comunicación COM (2010) 380 final 23 de 13.7.2010 de la Comisión que explique el nuevo enfoque sobre la libertad de decisión de los estados miembros en materia de cultivos

MG.

- Una propuesta de Reglamento COM (2010) 375 final 2010/0208 (COD) C7-0178/10 de 13.7.2010 24 del Parlamento Europeo y del Consejo, en la que se propone modificar la Directiva 2001/18/CE, para que los estados miembros puedan restringir o prohibir el cultivo de OMG en su territorio.
- La publicación de la Recomendación (2010/C 200/01) 25 de la Comisión de 13 de julio de 2010 sobre directrices para el desarrollo de medidas nacionales de coexistencia destinadas a evitar la presencia accidental de OMG en cultivos convencionales y ecológicos. En ella se ofrece mayor flexibilidad para que los estados miembros definan su medidas de coexistencia, por ejemplo estableciendo unos niveles de presencia de OMG no intencionales inferiores al 0,9% para su etiquetado.

El Parlamento Europeo aprobó la propuesta de modificación de la Directiva en julio de 2011, con una serie de objeciones a la Comisión, como que los estados miembros puedan alegar motivos medioambientales para la restricción o prohibición de los OMG: resistencia a pesticidas, preservación de la biodiversidad o falta de pruebas sobre los posibles efectos negativos del cultivo de transgénicos en el medio ambiente.

Además, en este mismo año se publicaron las siguiente decisiones de autorización de OMG:

- Decisiones 2010/135/UE y 2010/134/UE, por las cuales se autoriza después de trece años, un nuevo cultivo biotecnológico, la patata Amflora (que sólo produce amilopectina) y la comercialización de piensos producidos a partir de esta patata.
- Decisión 2010/135/UE de la Comisión, de 2 de marzo de 2010, relativa a la comercialización, de conformidad con la Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de un tipo de patata (línea EH92-527-1 de *Solanum tuberosum* L.) modificada genéticamente para aumentar el contenido de amilopectina de la fécula (DOUE L 53 de 4.03.2010)
- Decisión 2010/136/UE de la Comisión, de 2 de marzo de 2010, por la cual se autoriza la

comercialización de piensos producidos a partir de la patata modificada genéticamente EH92-527-1 (BPS-25271-9) y la presencia accidental o técnicamente inevitable de esta patata en alimentos y piensos, de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 53 de 4.3.2010).

- Decisión 2010/139/UE de la Comisión, de 2 de marzo de 2010, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MON863xMON810xNK603 (MON-ØØ863-5xMON-ØØ81Ø-6xMON-ØØ6Ø3-6) de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 55 de 5.3.2010).
- Decisión 2010/140/UE de la Comisión, de 2 de marzo de 2010, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MON863xMON810 (MON-ØØ863-5xMON-ØØ81Ø-6) de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 55 de 5.3.2010).
- Decisión 2010/141/CE de la Comisión, de 2 de marzo de 2010, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MON863xNK603 (MON-ØØ863-5xMON-ØØ6Ø3-6) de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 55 de 5.3.2010).
- Decisión 2010/419/UE de la Comisión, de 28 de julio de 2010, por la cual se renueva la autorización para que continúen comercializándose los productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente Bt11 (SYN-BTØ11-1), por la cual se autorizan los alimentos e ingredientes alimentarios que contengan o se compongan de maíz forrajero Bt11 (SYN-BTØ11-1) de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo y por la cual se deroga la Decisión 2004/657/CE (DOUE L 197 de 29.7.2010).
- Decisión 2010/420/UE de la Comisión, de 28 de julio de 2010, por la cual se autoriza la introducción al mercado de los productos que contengan, se compongan o se hayan

producido a partir de maíz modificado genéticamente MON89034xNK603 (MON- 89Ø34-3xMON-ØØ6Ø3-6) de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 197 de 29.7.2010).

- Decisión 2010/426/UE de la Comisión, de 28 de julio de 2010, por la cual se autoriza la introducción al mercado de los productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente Bt11xGA21 (SYN-BTØ11- 1xMON- ØØØ21-9) de acuerdo con el Reglamento (CE) núm. 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 199 de 31.7.2010).
- Decisión 2010/428/UE de la Comisión, de 28 de julio de 2010, por la cual se autoriza la comercialización de los productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente de la línea 59122x1507xNK603 (DAS-59122-7xDAS-Ø15Ø7xMON-ØØ6Ø3-6) de acuerdo con el Reglamento (CE) 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 201 de 3.8.2010).
- Decisión 2010/429/UE de la Comisión, de 28 de julio de 2010, por la cual se autoriza la comercialización de los productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente MON 88017 x MON 810 (MON- 88Ø17-3 x MON- ØØ81Ø-6) de acuerdo con el Reglamento (CE) 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 201 de 3.8.2010).
- Decisión 2010/432/UE de la Comisión, de 28 de julio de 2010, por la cual se autoriza la comercialización de productos que contienen, se componen o se han producido a partir de maíz modificado genéticamente 1507x59122 (DAS-Ø15Ø7- 1xDAS-59122-7) de acuerdo con el Reglamento (CE) 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE L 201 de 3.8.2010).

#### 4.2.- En España

- Ley 9/2003, del 25 de abril, en la cual se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos genéticamente modificados (BOE núm. 100, de 26.4.2003).

- Real decreto 1697/2003, de 12 de diciembre, por el cual se crea la Comisión Nacional de Biovigilancia (BOE núm. 310, de 12.12.2003).
- Real Decreto 178/2004, del 30 de enero, por el cual se aprueba el Reglamento general para el despliegue y ejecución de la Ley 9/2003, del 25 de abril, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos genéticamente modificados (BOE núm. 27, de 31.1.2004).
- Ley 30/2006, del 26 de julio, de semillas y plantas de vivero y de recursos filogenéticos (BOE núm. 178, de 27.7.2006).
- Ley 26/2007, del 23 de octubre, de responsabilidad medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Decreto 93/2009, del 21 de abril, por la cual se regula la coexistencia de los cultivos modificados genéticamente con los convencionales y ecológicos (Boletín Oficial del País Vasco, núm. 85 ZK, de 8.5.2009), derogado por el Decreto 219/2010 de 27 de julio.
- Real decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente por su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para la adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y a su ejercicio (BOE núm.75 de 27.03.2010).

Este Real decreto crea el Registro central de OMG adscrito al MARM y se redefinen las funciones y la composición del Consejo Interministerial y de la Comisión Nacional de Bioseguridad, adaptándolos a la estructura ministerial del momento y definiendo cada una de sus funciones. Además, crea un Comité de participación formado por representantes de sectores sociales que aporte transparencia y se suprime la Comisión Nacional de Biovigilancia ya que sus funciones están cubiertas por los órganos mentados anteriormente.

- Orden ARM/2616/2010, de 5 de octubre, por la cual se establece la composición y el funcionamiento del Comité de Participación en el marco del Consejo Interministerial de



Mediante estas normas se ha transpuesto a la legislación española varias Directivas y Reglamentos europeos que tienen como objetivo la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los posibles efectos derivados del uso de OMG.

### 4.3.- En Cataluña

La dinámica que ha envuelto las situaciones acaecidas sobre los OMG, su carácter innovador, y la evolución constante y cada vez más rápida de los conocimientos técnicos y científicos que las rigen, demandaba el desarrollo de una normativa que regulase cada una de estas fases: el uso confinado, la liberación voluntaria y la vigilancia del comercio, y la resolución de manera detallada e inmediata las solicitudes que se puedan presentar para obtener autorizaciones para desarrollar estos tipos de actividades en todo aquello que compete a la Administración de la *Generalitat de Catalunya*.

Todo ello aparece regulado en el Decreto 152/2003, del 23 de junio, por el cual se establece el régimen jurídico para las actuaciones de utilización confinada y de liberación voluntaria de organismos vegetales modificados genéticamente en Cataluña (DOGC núm. 3917, de 3.7.2003).

En el régimen jurídico de este decreto no se incluye su supuesta incorporación en medicamentos de uso humano o veterinario o en productos sanitarios. Sin embargo si se ve reflejado el desarrollo de vigilancia y control, de programas llevados a cabo por entes estatales, tanto en las actividades autorizadas como en el comercio de los organismos ya autorizados, productos que los contengan o derivados de éstos. También es objeto de esta regulación, la imposición de sanciones que correspondan para las infracciones cometidas en el ejercicio de estas actividades y la creación del órgano técnico que intervendrá en el ejercicio de las competencias mentadas.

La importancia de la evaluación del riesgo en la utilización confinada y en la liberación voluntaria, así como el establecimiento de un plan de emergencia, son también aspectos que se preveen en esta disposición.

## 5.- ÉTICA Y OMG

La opinión pública ejerce una influencia relevante en la toma de decisiones institucionales, ya que muchas veces es ésta la que consigue frenar la autorización del uso de los OGM (Fig. 18)



Fig.18

La sociedad percibe las nuevas tecnologías de forma muy diversa según su utilidad práctica. Por ejemplo, se sabe que el uso del teléfono móvil comporta estar expuestos a la radiaciones electromagnéticas que éstos emiten, pero ha sido muy bien aceptada por la sociedad debido a su aplicación práctica inmediata.

La percepción social de los OGM depende del tipo y de su utilización. Así, un OGM utilizado en la investigación básica y biomédica y/o en la obtención de productos farmacológicos suele tener una buena aceptación mientras que un OGM utilizado en alimentación tiene un gran rechazo.

La utilización de los OGM plantea unos riesgos y ventajas los cuales hay que valorar. Tanto los riesgos como las ventajas se pueden agrupar en tres categorías: salud, medio ambiente y economía y sociedad. Sabiendo que el riesgo cero no existe y forma parte de nuestra vida cotidiana hay que saber gestionarlos correctamente, es decir, saber ponderar equitativamente los riesgos en función de las ventajas o las ventajas en función de los riesgos.

A continuación se plantean las ventajas del uso de los OGM.

Las ventajas económicas radican en el abaratamiento de los costes de producción. Un ejemplo de esto sería la utilización de plantas transgénicas, que aunque las semillas sean inicialmente más caras, estas necesitan menor cantidad de pesticidas y herbicidas y tienen una mayor productividad en comparación a los cultivos convencionales. Además, este hecho también supone una ventaja medioambiental ya que la mayoría de estos productos agroquímicos son contaminantes medioambientales. Al reducir el uso de estos productos también disminuye la emisión de CO<sub>2</sub> por parte de la maquinaria implicada en la fumigación de los cultivos.

Las ventajas que proporcionan los OGM en salud humana se centran en obtener productos farmacológicos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas. La generación de animales transgénicos como modelos de enfermedades humanas permite estudiar sus causas y consecuencias, y encontrar nuevas terapias y agentes terapéuticos. También la utilización de plantas transgénicas contribuye a la mejora de la salud humana puesto que por un lado aumenta la calidad nutritiva de los alimentos en áreas determinadas (como las afectadas por falta de vitamina A) y por el otro disminuye el número de intoxicaciones debido al uso de pesticidas y herbicidas.

Tal y como se ha comentado antes, las críticas globales que se hacen a los transgénicos también están orientadas a los posibles peligros para la salud humana, las posibles repercusiones en los ecosistemas y la cuestión de los beneficiarios de esta tecnología.

Los posibles peligros para la salud humana se centran en el uso de plantas genéticamente modificadas y éstos son: aparición de alergias e incorporación de genes de resistencia a antibióticos en las bacterias intestinales. De todas formas, existe cierta controversia en cuanto al peligro real que puede suponer el uso de éstas.

En primer lugar, cabe destacar que la posibilidad de sufrir una alergia alimentaria no es exclusiva de los alimentos derivados de productos transgénicos. Teniendo en cuenta la cantidad de test y pruebas de alergia a que son sometidos estos alimentos antes de poder ser comercializados, se podría considerar que, en este aspecto, dichos alimentos son de los más seguros que salen al mercado. Además, la ingeniería genética puede eliminar de los alimentos las principales proteínas responsables de las alergias alimentarias. En segundo lugar, la posibilidad de incorporar genes de resistencia a antibióticos en las bacterias intestinales es remota ya que las condiciones que se dan en el intestino no son óptimas y además una de las funciones de los jugos gástricos es la degradación del DNA, habiendo estudios que lo demuestran.

Si hablamos de los supuestos riesgos que podría tener para el medio ambiente el uso de animales o microorganismos genéticamente modificados, debemos tener en cuenta que, al ser estos sujetos mejorados y por tanto superiores en algunos aspectos a las poblaciones existentes, podrían causar un desequilibrio ecológico, desplazando y substituyendo a dichas poblaciones. Así, el ecosistema sufriría un empobrecimiento de la biodiversidad con las consecuencias que esto conlleva. También el uso de plantas genéticamente modificadas puede resultar un peligro para las variedades ya existentes si se produce polinización cruzada. Además, la creación de plantas genéticamente protegidas contra organismos patógenos o plagas puede favorecer el desarrollo de variedades resistentes de estos organismos patógenos, provocando que a la larga esta protección sea ineficiente. De todas formas debemos afirmar que la introducción de animales o microorganismos genéticamente modificados aún no es un hecho real puesto que aún se está evaluando el efecto que provocarían en el ambiente externo. También es importante remarcar que para los cultivos de plantas genéticamente mejoradas se han dispuesto una serie de medidas (barreras físicas, esterilización de las plantas...) para evitar que se produzca la polinización cruzada de la que hablábamos.

Otro punto importante y que se opone al uso de los OGM es saber quienes son los beneficiarios de esta revolución biotecnológica. Se calcula que el 95,7% de los recursos genéticos utilizados en agricultura y ganadería se originaron en países en vías de desarrollo los cuales, a día de hoy, no son los beneficiarios de estas tecnologías. Así, los beneficios recaen en las empresas o compañías que generan y comercializan estos OGM y en los agricultores o sociedades que, por su situación económica, pueden hacer uso de estas tecnologías. Es este hecho el que provoca rechazo a los OGM puesto que parece o da la sensación de que dicho producto aumenta el desequilibrio entre los países ricos y los países pobres.

A parte de todos los riesgos comentados anteriormente, cabe destacar los genes con implicación moral. Éstos son:

- Transferencia de genes humanos a animales o plantas destinados al consumo.
- Transferencia de genes de animales cuyo consumo está prohibido en determinadas religiones.
- Transferencia de genes de animales a plantas las cuales pueden resultar inaceptables para los vegetarianos.

En referencia al primer punto, ya que dicha incorporación no supone ninguna ventaja alimentaria para los consumidores, sólo se realiza en animales o plantas usados como biofactorías para la obtención de productos farmacológicos como la insulina. La solución a los dos siguientes puntos es realizar un correcto etiquetaje que incluya las modificaciones genéticas y el origen de los genes introducidos.

## **6.- ENCUESTA POBLACIONAL**

El objetivo de esta encuesta es valorar la percepción de la gente sobre los OMG, sobretodo en el campo alimentario, que es el toca más de cerca a la población.

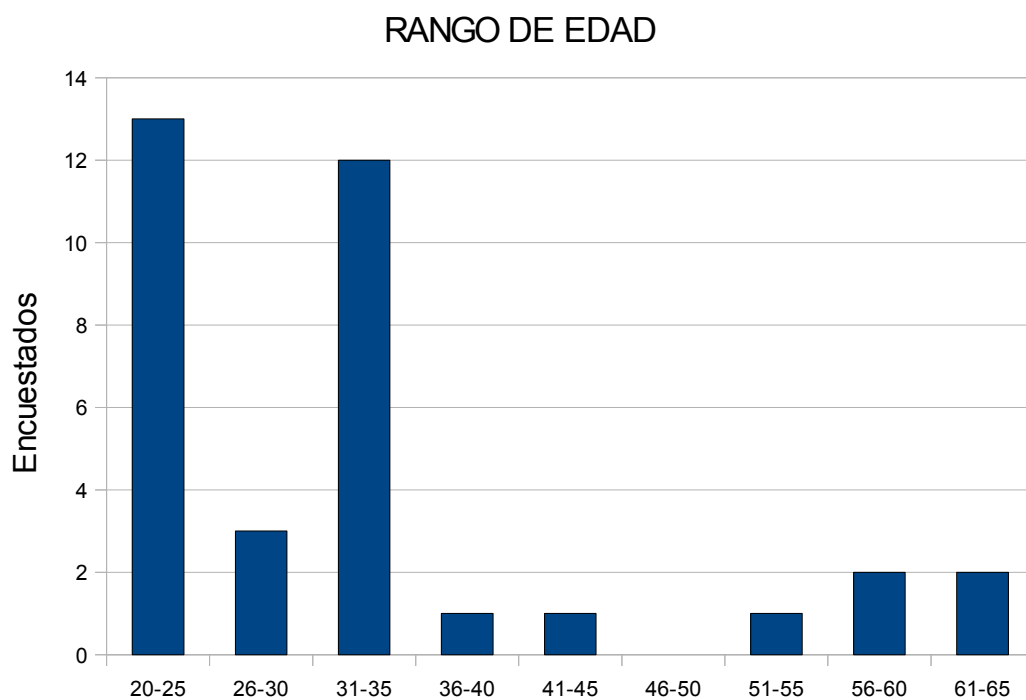
### **6.1.- Realización de la encuesta**

La encuesta se realizó durante el período de febrero-marzo de 2011. Se encuestó a la gente vía internet, gracias a una página gratuita (<http://www.portaldeencuestas.com>) que permaneció activa durante el periodo de un mes. El conjunto de preguntas realizadas se pueden ver en el **Anexo 3**.

### **6.2.- Resultados obtenidos**

Se obtuvieron 35 encuestas correctamente contestadas. De la gente que accedió a contestar la encuesta, se extrajeron los resultados expuestos a continuación:

- La gente más dispuesta a participar en mi encuesta perteneció al rango de edad de 20 a 25 y de 31 a 35 años (Fig.19):



**Fig.19**

- Casi el 90% de las personas saben lo que son los transgénicos (Fig.20):



**Fig.20**

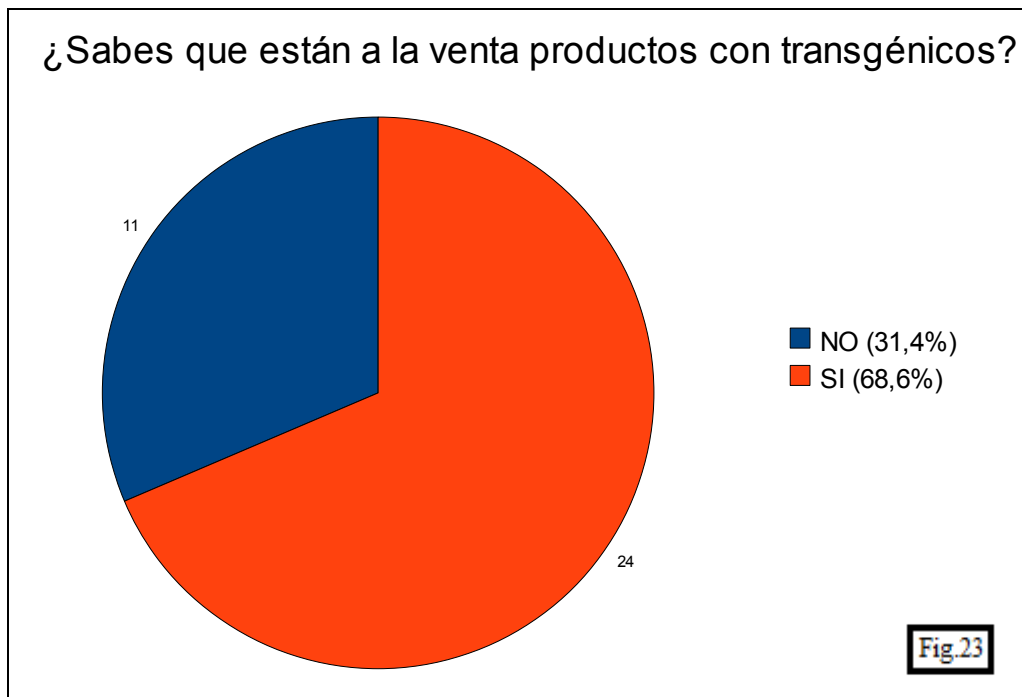
- Más de la mitad de los encuestados se encarga personalmente de realizar la compra (Fig.21):



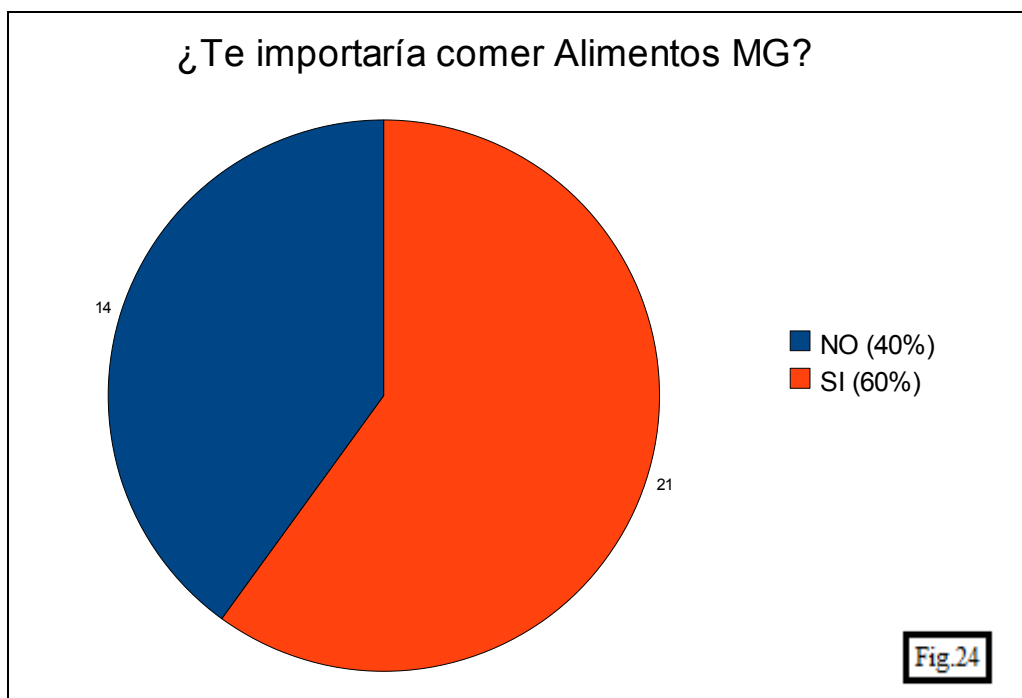
- Tres cuartas partes no leen las etiquetas de los productos que compran (Fig.22):



- Casi un tercio de la gente no sabe que actualmente se está comercializando productos que contienen OGM (Fig.23):

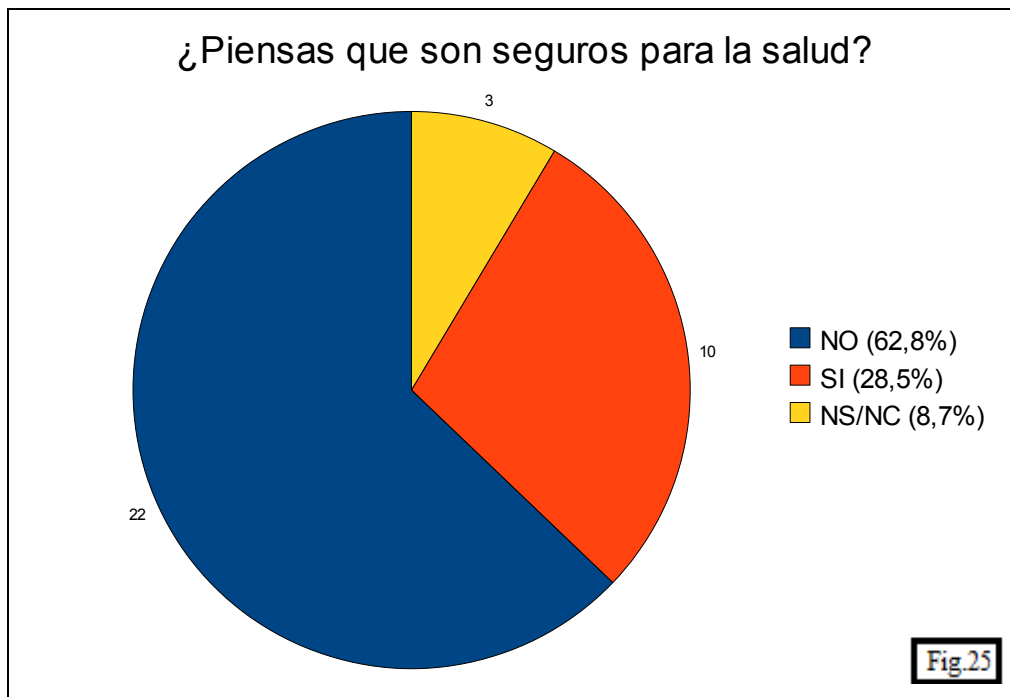


- El 60% tiene reparo en consumir alimentos genéticamente modificados (Fig.24):

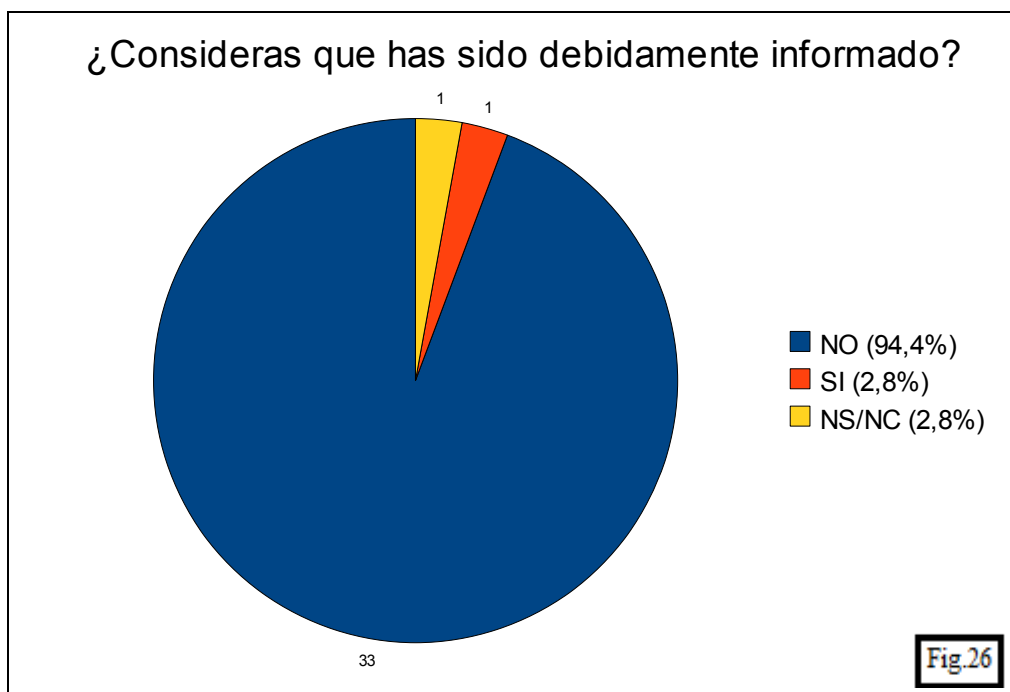


- Casi dos tercios de los encuestados piensan que los alimentos MG no son seguros (Fig.25):





- Más del 90% de la gente considera que no ha sido debidamente informado sobre el tema de los transgénicos u OMG por las instituciones competentes (Fig.26):



- En cuanto a la última pregunta, en la que se da la oportunidad de opinar sobre el tema, se obtuvieron respuestas como las siguientes:

- “Son una monstruosidad.”
- “A voz de pronto me parecen productos de no muy buena calidad, artificiales.”
- “Mi opinión es negativa. Con los criterios comerciales de optimizar el rendimiento y el lucro de las empresas se introducen cambios en los alimentos para aumentar, por ejemplo, la resistencia a los golpes de la fruta (genes de araña en los tomates, ajjjj!), la vistosidad de los alimentos e incluso plantas cuyos vástagos son estériles (sin semilla), para que la región o país que negocia con la empresa (Monsanto es el gran emporio de todo este tinglado) tenga que comprar las semillas cada año, con el consiguiente empobrecimiento de los países (muchos muy pobres) y grandes y seguros beneficios para las compañías.”
- “Considero que ofrecen mayor calidad para el consumidor y por otro lado al evitarse productos químicos se mejora el medio ambiente.”
- “Lo hacen para sacar más producción y para hacer plantas más resistentes a las plagas.”
- “La naturaleza es sabia así que no la modifiquemos genéticamente.”
- “Prefiero algo natural.”
- “Prefiero lo natural.”
- “Por lo que he oído, no son muy convenientes para la salud medioambiental.”
- “Bueno, es una manera de obtener más beneficio del mismo trabajo, ¿no?”
- “Es algo antinatural.”
- “Lo considero un progreso de la ciencia que ha de ser aplicado de forma correcta.”
- “Hay muchos intereses por medio para esclarecer su afectación o no a la salud.”
- “Mejoran la productividad pero con el tiempo sabremos si afecta a nuestro organismo.”
- “Creo que provocan alergias y contaminan a nivel medio ambiental.”
- “Que prefiero las cosas naturales no modificadas genéticamente.”
- “Aunque sé que en algunas ocasiones los transgénicos han evitado hambres buscando resistencia a plagas y mayores producciones, ahora se está abusando buscando estética, que productores determinados sean capaces de producir cualquier materia prima con independencia de los climas de origen, abaratamiento de costes e invasión de mercados, sin estudios de las consecuencias de las alteraciones a qué nos lleva su consumo y su misma alteración del equilibrio ambiental.”
- “Creo que todavía hay que investigar mucho al respecto y que se debería ir con más cuidado y tomar muchas precauciones a la hora de producirlos, además de que deberían

producirse sólo bajo motivos muy justificados y de forma muy controlada.”

- “Me parecen peligrosos para la salud.”
- “Un intento desafortunado de intentar mejorar unos organismos.”
- “Tengo una opinión no muy positiva ya que están destrozando muchos productos y todo muy superficial.”
- “Cualquier modificación genética es antinatural, no se sabe la repercusión que tendrán estas modificaciones en nuestro organismo.”
- “Deben ser respetados y tienen gran potencial pero a la vez deben ser utilizados para el bienestar general y no para promover el desequilibrio económico.”

Como se puede apreciar, la gente encuestada en general tiene una opinión negativa sobre los OMG y muestran su desconfianza respecto a los avances científicos tanto a corto como a largo plazo (neofobia), y de su seguridad alimentaria. Desde la objetividad es evidente, que en un contexto tecnológico-científico concreto, se pueden valorar los parámetros que se conocen hasta el momento, pero en ningún momento aquellos que todavía están por descubrir, simplemente se asume el beneficio-riesgo con los parámetros disponibles y se decide en función de las evidencias obtenidas.

## 7.- CONCLUSIONES

- 1.- Todos los transgénicos son OMG, pero no todo los OMG son transgénicos.
- 2.- En la actualidad hay muchísimos productos derivados de OMG, sobre todo en el campo farmacéutico.(vacunas, proteínas...) pero faltan por desarrollarse más, en campos como el medio ambiente. Ya se sabe, se potencia lo que mueve más dinero.
- 3.- Los cultivos agrobiotecnológicos han crecido de una forma inimaginable durante los últimos 15 años, aunque ahora se espera que se vaya estancando progresivamente. Cataluña es la potencia española y España la europea, en términos de cultivos MG.
- 4.- El cultivo principal en la UE es el maíz Bt, aunque desde 2010 también está autorizada la patata Amflora.
- 5.- La gente desconfía de las novedades científicas, sobre todo si no proporcionan una mejora en la calidad de vida de forma instantánea.
- 6.- Aunque la sociedad crea que se puede elegir, si no se etiquetan de alguna manera los animales que han consumido piensos MG, no se está permitiendo.
- 7.- No se puede evaluar aquello que se desconoce, por lo tanto puede que de aquí a unos años se determinen parámetros que ahora no se están valorando, gracias a que la ciencia a avanzado, y se obtengan más adelante resultados sorprendentes.
- 8.- Como esperábamos en los resultados de la encuesta, la gente opina que no ha sido informada sobre todo el tema de OMG y de su seguridad alimentaria, como debiera ser, por las autoridades competentes o los medios de comunicación.

## 8.- BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

### PÁGINAS WEB

- <http://www.ocu.org/ogm/#tip9>
- [http://sembremvalles.files.wordpress.com/2010/12/informe\\_transgenics\\_c4.pdf](http://sembremvalles.files.wordpress.com/2010/12/informe_transgenics_c4.pdf)
- <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/introbiotec.htm#01>
- [http://www.somloquesembrem.org/img\\_editor/file/informe%20del%20C4.pdf](http://www.somloquesembrem.org/img_editor/file/informe%20del%20C4.pdf)
- <http://tlc.uvic.cat/files/2011/05/trangenics-uvic.pdf>
- <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/executivesummary/pdf/Brief%2042%20-%20Executive%20Summary%20-%20Spanish.pdf>
- <http://www.gmo-compass.org/eng/home/>
- [http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2911/svc\\_omg2010.pdf](http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2911/svc_omg2010.pdf)
- [http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2938/com104\\_es.pdf](http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2938/com104_es.pdf)
- [http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/index_en.htm)
- <http://www.raco.cat/index.php/revistaetnologia/article/viewFile/49462/57387>
- <http://www.efsa.europa.eu/en/panels/gmo.htm?wtrl=01>
- <http://www.portaldeencuestas.com>
- <http://eur-lex.europa.eu/es/index.htm>
- [http://www.fao.org/biotech/biotech-add-edit-section/biotech-add-edit-news/biotech-news-detail/en/?dyna\\_fef%5Buid%5D=94065](http://www.fao.org/biotech/biotech-add-edit-section/biotech-add-edit-news/biotech-news-detail/en/?dyna_fef%5Buid%5D=94065)
- <http://www.who.int/foodsafety/biotech/en/>
- [http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/notas\\_prensa/preguntas\\_ogm.shtml](http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/notas_prensa/preguntas_ogm.shtml)
- [http://www.marm.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/organismos-modificados-geneticamente-omg-/](http://www.marm.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/organismos-modificados-geneticamente-omg/)
- [http://ec.europa.eu/health/eurobarometers/index\\_en.htm?Page=1](http://ec.europa.eu/health/eurobarometers/index_en.htm?Page=1)
- <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0380:FIN:ES:PDF>
- <http://www.marm.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/organismos-modificados-geneticamente-omg/-consejo-interministerial-de-ogms/superficie.aspx>
- [http://www.marm.es/estadistica/pags/anuario/2009/AE\\_2009\\_15.pdf](http://www.marm.es/estadistica/pags/anuario/2009/AE_2009_15.pdf)
- <http://www.rae.es/rae.html>

## LIBROS

Bueno I Torrens, D. Convivint amb transgènics. Ed. Omnis Cellula, 2008

## 9.- ANEXOS

– Anexo1: listado de medicamentos producidos por microorganismos MG

ANY D'APROVACIÓ	PROTEÍNA D'ÚS FARMACOLÒGIC	MICROORGANISME	MALALTIA QUE PERMET TRACTAR
1982	Insulina humana	Bacteris Llevats	Diabetis insulinodependent
1985	Hormona de creixement humana	Bacteris Cèl·lules de mamífer	Nanisme
1986	Interferó alfa-2a	Bacteris	Leucèmia, malalties d'origen víric
	Interferó alfa-2b	Bacteris	Leucèmia, malalties d'origen víric
	Vacuna contra l'hepatitis B	Llevats	Prevenió de l'hepatitis B
1987	Activador de plasminogen tissular	Bacteris Cèl·lules de mamífer	Infart agut
1989	Eritropoetina	Cèl·lules de mamífer	Anèmia
	Interferó alfa-n3	Bacteris	Leucèmia, malalties d'origen víric
1990	Adenosina deaminasa	Bacteris	Immunodeficiència
	Interferó gamma-1b	Bacteris	Leucèmia, malalties d'origen víric
1991	Factor estimulator de colònies de granulòcits	Bacteris	Neutropènia
	Factor estimulator de colònies de granulòcits-macròfags	Bacteris	Trasplantaments

1992	Interleucina 2	Bacteris	Tumors
	Factor de coagulació VIII	Cèl·lules de mamífer	Hemofília A
1993	Interferó-beta 1	Bacteris	Malalties d'origen víric
	DNasa humana	Bacteris	Fibrosi cística
1994	Asparaginasa	Bacteris	Leucèmia
	Glucocerebrosidasa	Bacteris	Malaltia de Gaucher
1997	Factor de coagulació XI	Cèl·lules de mamífer	Hemofília B
	Interleucina 11	Bacteris	Trombocitopènia
	Factor de creixement derivat de plaquetes	Llevats	Patologies amb manca de creixement cel·lular
	Hirudina	Llevats	Trombosis
	Hormona estimulant de fol·licle	Cèl·lules de mamífer	Infertilitat
	Etanercept		
1998	Vacuna contra <i>Borrelia burgdorferi</i>	Bacteris	Prevenió d'infeccions per aquest bacteri
	Glucagó	Llevats	Hipoglucèmia
1999	Factor de coagulació VIIa	Cèl·lules de mamífer	Hemofília A
	Denileukin diftòtox (IL-2/toxina diftèrica)	Bacteris	Tumors

**Figura 4-4. Proteïnes d'ús farmacològic obtingudes en microorganismes genèticament modificats la comercialització de les quals va ser aprovada durant**

- Anexo2: mapa de la distribución de maíz MG según comunidades autónomas.

Comunitats autònomes	Superfície (ha) / any												
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P. d'Astúries	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	-
Navarra	1.760	300	220	80	500	1.387	2.146	2.601	2.821	5.327	5.150	4.307	4.177
La Rioja	25	30	30	—	—	—	35	41	122	4	11	8	5
Aragó	11.600	7.300	9.000	4.250	9.200	12.592	25.547	21.259	23.734	35.990	31.867	29.540	24.371
Catalunya	1.700	3.000	4.500	3.250	5.300	5.430	15.899	16.830	20.365	23.013	25.298	28.260	25.212
Balears	2	2	26	—	30	6	29	29	—	3	3	92	77
Castella i Lleó	200	360	270	—	—	74	—	12	—	13	28	10	-
Madrid	660	1.560	1.670	1.340	780	1.034	1.395	165	80	193	381	130	322
Castella-la Manxa	4.600	8.800	5.650	570	4.160	7.662	8.197	7.957	4.176	3.859	4.739	3.128	2.911
C. Valenciana	190	300	160	100	20	12	13	293	—	—	14	—	21
R. de Múrcia	—	—	—	—	—	—	12	—	—	24	—	—	-
Extremadura	1.000	2.500	2.500	800	1.500	1.800	2.008	1.171	2.071	6.480	10.416	8.308	7.314
Ancelúsia	780	2.800	1.500	450	1.800	2.067	2.770	2.875	298	592	1.372	2.175	3.302
ESPANYA	22.317	24.952	25.616	11.540	23.260	32.249	58.219	53.225	53.667	75.148	79.269	76.057	67.726

Font de les dades: MARM-apartat d'estadístiques del web de Ministeri de Medi Ambient i Mari Marí i Rural<sup>18</sup>



## ¿Transgénicos?

- 1** ¿Sabes qué son los transgénicos o organismos modificados genéticamente?
- 2** ¿Te encargas de hacer la compra habitualmente?
- 3** ¿Lees las etiquetas de los productos que compras?
- 4** ¿Sabes que están a la venta en supermercados, productos que contienen transgénicos?
- 5** ¿Te importaría comer alimentos modificados con genes de otros organismos?
- 6** ¿Piensas que son seguros para la salud?
- 7** ¿Consideras que has sido debidamente informado sobre el tema de los transgénicos por los organismos competentes?
- 8** Si sabes al respecto, ¿qué opinión te merecen los organismos modificados genéticamente?
- 9** Por último, ¿qué edad tienes?

## 10.- GLOSARIO

- **ADN:** material genético de las células.
- **Amilopectina:** una de las dos moléculas que componen el almidón.
- **Anticuerpos:** moléculas producidas por el sistema inmunitario para detectar y neutralizar agentes extraños que entren en el organismo.
- **Arabidopsis:** planta de la cual se conoce su genoma, muy utilizada en investigación.
- **Biofactoría:** fábrica biológica.
- **Biomasa:** materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.
- **Biorreactor:** recipiente o sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo.
- **Congénito:** característica presente en el nacimiento.
- **Gen:** unidad básica de la herencia que determina una característica de un organismo vivo o que realiza una función concreta en éste.
- **Darwnisita:** partidario de las doctrinas de Charles Darwin.
- **Edafológico:** perteneciente a la ciencia que trata de la naturaleza y condiciones del suelo, en su relación con las plantas.
- **Eucariota:** Se dice de las células con núcleo diferenciado, envuelto por una membrana y con citoplasma organizado, y de los organismos constituidos por ellas.
- **Fibrinógeno:** proteína que ayuda a coagular la sangre.

- **Filogenético:** perteneciente al desarrollo evolutivo de las especies.
- **Genoma:** conjunto de secuencias de ADN que caracterizan a un organismo.
- **Hectárea:** medida de superficie equivalente a 100 áreas o a un hectómetro cuadrado.
- **Ingeniería genética:** tecnología de la manipulación y transferencia del ADN de unos organismos a otros, que posibilita la creación de nuevas especies, la corrección de defectos génicos y la fabricación de numerosos compuestos útiles.
- **Interferón:** sustancia que inhibe el crecimiento exponencial de los virus.
- **In vitro:** producido en el laboratorio mediante métodos experimentales.
- **In vivo:** que tiene lugar dentro del organismo.
- **Knock-out:** supresión (silenciamiento) o modificación de una característica biológica, interfiriendo la funcionalidad del ARN o substituyéndolo el gen nativo.
- **Línea:** variedades que se obtienen por autofecundación.
- **Organoléptico:** que se puede percibir por los sentidos.
- **Plásmido:** ADN de fuera del cromosoma de una bacteria o levadura.
- **Polinización cruzada:** transporte de polen de una planta a otra.
- **Premezcla:** mezcla de uno o más ingredientes que se requieren en pequeñas cantidades.
- **Quimera:** animal que tiene diferente información genética en sus células, expresando características distintas según si las células han incorporado el transgen o no.

- **Reacción en cadena de la polimerasa (PCR):** multiplicación exponencial de una región de ADN seleccionada por una secuencia conocida, en este caso del fragmento de ADN recombinante, hasta niveles detectables. Útil para detectar derivados de OMG, en los que la presencia de ADN transgénico es ínfima..
- **Secuenciación genética:** conocer la relación entre las partículas que forman el ADN.
- **Subsidiariedad:** se aplica a procesos de integración europea para limitar la intervención de las autoridades comunitarias a los supuestos en que los estados por sí solos no pueden ser eficaces.
- **Terapia génica:** curar mediante la reparación del material genético.
- **Transfectado:** dicese de las células que tienen el transgen integrado.
- **Transgén:** secuencia manipulada de la misma especie o de otra especie.
- **Transgénesis:** proceso de transferir genes a un organismo.
- **Trazabilidad:** posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo.
- **YAC:** cromosomas muy parecidos a los de levadura.