

Transgènics a la nostra dieta

El desconeixement sobre allò que mengem



Pseudònim: Barrinador europeu

Curs 2019-20

Agraïments

En primer lloc voldria donar les gràcies als meus familiars més propers per donar-me suport durant la realització del treball.

Cal destacar que aquest no hauria sigut possible sense el meu tutor de recerca que en alguns aspectes del treball ha sigut important per a la seva realització, també el seguiment realitzat per guiar-me durant la realització de la memòria. Voldria agrair també les recomanacions d'altres professors sobre aspectes formals de la memòria entre altres.

Per últim, vull agrair la col·laboració dels alumnes de 4t d'ESO, 1r i 2n de batxillerat i als professors de tutoria i CMC de les respectives classes per deixar-me dur a terme les enquestes i les exposicions respectivament. La realització de les enquestes no hauria sigut possible sense l'acceptació de la directiva de l'Institut.

ÍNDIX

Introducció.....	7
1. Concepte transgènic.....	9
1.1 Abans de començar.....	9
1.2 Què són.....	10
1.3 Com es creen els transgènics.....	11
1.4 Tècniques de creació de transgènics.....	13
1.5 Detecció.....	14
1.6 Tipus de transgènics.....	16
2. Indústria i comerç.....	19
2.1 Expansió.....	19
2.2 Regulació del cultiu i comerç (Europa).....	21
2.3 Beneficis econòmics i mediambientals.....	23
2.4 Riscos per a la salut humana.....	24
3. Transgènics a Espanya.....	27
4. Part pràctica.....	29
5. Conclusions.....	37
6. Referències bibliogràfiques.....	39
Annexos.....	43

Introducció

Durant tota la meua vida m'han parlat dels transgènics com una cosa dolenta, tòxica i que s'ha d'evitar sempre que es pugui, tot i això mai he sentit parlar d'aquest tema a cap professor de l'ESO ni tampoc a cap persona del carrer. Aquesta situació de desconeixement arriba a la fi a partir de 4t d'ESO on sento per primera vegada el terme transgènic juntament amb altres com modificació genètica, enginyeria genètica, organismes modificats... En aquest moment és on comença a picar-me la curiositat sobre aquest tema tabú de què no es parlava mai. Per tant la meua motivació per dur a terme el meu Treball de Recerca de Batxillerat sobre els aliments modificats genèticament és pel fet que és una bona oportunitat per aprofundir sobre aquest tema sobre el qual considero que hi ha un gran desconeixement i, tal com he exposat anteriorment, tinc curiositat per saber el motiu d'aquest. Per altra banda voldria aprendre sobre aquesta branca de la biologia, així podré entendre millor els avantatges i desavantatges que tenen produir i consumir aquests tipus d'aliments.

Per tant en el meu treball s'intentarà conèixer de forma global la situació d'aquests productes i intentaré respondre a la següent qüestió:

“Quin és el desconeixement que hi ha sobre els transgènics a l'Institut on estudio?”

Per tant els objectius que en un primer lloc es volen assolir en el treball per poder conèixer de primera mà els transgènics i per poder respondre la qüestió són:

- Conèixer els mecanismes de creació i detecció d'organismes modificats genèticament.
- Entendre quin motiu mou les empreses a crear un aliment transgènic.
- Veure quins beneficis i inconvenients té la producció i consum d'aliments transgènics.
- Determinar quina podria ser la quantitat d'aliments modificats que consumim.
- Observar quin grau de desconeixement hi ha sobre aquest tema a l'Institut on estudio.

Per poder complir amb aquests objectius he dividit el treball en dues parts. Una des d'un marc teòric i bibliogràfic on s'intentarà trobar resposta als quatre primers objectius proposats anteriorment. Per altra banda la segona part a través d'una enquesta i una xerrada es valorarà el nivell de coneixement dels transgènics que tenen diferents grups de l'Institut.

Per últim extrauré conclusions de tot el mencionat anteriorment per tal de poder respondre la qüestió i elaborar una visió pròpia sobre el desconeixement i usos que tenen els alumnes sobre el tema.

1. Concepte transgènic

1.1 Abans de començar

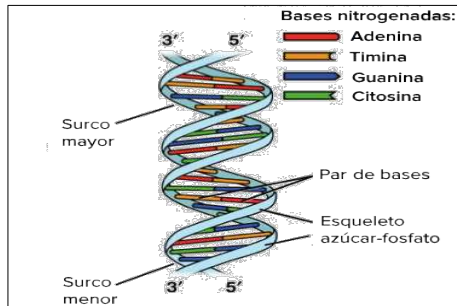


Figura 1: Doble cadena de DNA

Crec que és important conèixer que el DNA és una de les biomolècules més importants que formen els éssers vius, la seva estructura va ser descoberta per James Watson i Francis Crick gràcies a les fotografies aportades per Rosalind Franklin l'any 1953. El DNA és un polímer format per monòmers anomenats nucleòtids. Aquest polímer està format per una doble cadena d'aquests nucleòtids (Figura 1). Les cadenes són antiparal·leles, complementàries i la molècula és plectonímica fet que fa que sigui molt estable.

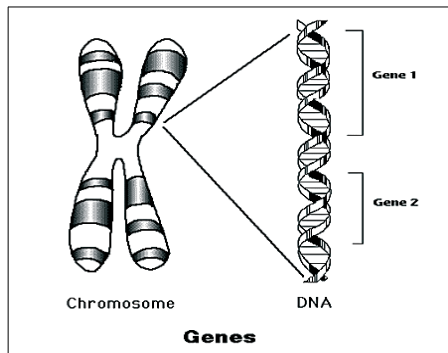


Figura 2: Els cromosomes els formen conjunt de gens un darrere l'altre

La funció principal del DNA és emmagatzemar l'anomenada informació genètica en forma de seqüències de nucleòtids. Les diferents seqüències de nucleòtids formen els gens (Figura 2) que són la unitat mínima capaç de controlar un caràcter determinat d'un organisme per mitjà de la síntesi de proteïnes encarregades de la regulació, estructura o activació d'aquest caràcter. Per tant tenim que els gens determinen com és un individu en el moment de néixer, ja que depenent de la relació amb l'entorn l'anomenat fenotip (aspecte) canviarà.

		Segunda Letra								
		U		C		A		G		
Primera Letra	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys	C
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	STOP	UGA	STOP	A
	C	UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	STOP	UGG	Try	G
		CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg	C
	A	CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg	G
		AUU	Iso	ACU	Thr	AUU	Asn	AGU	Ser	U
	G	AUC	Iso	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C
		AUA	Iso	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A
		AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G
GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U		
GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	C		
GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A		
GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	G		

Figura 3: Aquesta taula mostra quin triplet codifica cada aminoàcid

Un altre fet del DNA és el codi genètic, cada tres nucleòtids que formava el DNA corresponia un aminoàcid en concret (un aminoàcid és el monòmer que forma una proteïna) i, a més, que aquest és degenerat, és a dir que més d'un *triplet* codifica el mateix aminoàcid (Figura 3). La importància d'aquest codi és que és universal, per tant, tots els éssers vius es regeixen pel mateix codi de forma que es pot intercanviar material genètic entre diferents organismes i que aquest pot ser funcional (sempre que els mecanismes d'expressió ho permetin).

Per tant, tenim actualment una nova branca de la biologia que és l'enginyeria genètica la qual s'encarrega d'investigar els mètodes d'intercanvi de DNA i recombinació de gens entre organismes. Aquesta branca és on pertanyen els transgènics i per tant en el treball en un primer moment es parlarà sobre aquest concepte.

1.2 Què són

Per poder estudiar el desconeixement que hi ha sobre els transgènics primer ens hem de preguntar què són i com es creen. En primer lloc, la biotecnologia ha desenvolupat nombrosos mètodes gràcies a llargs i rigorosos processos que requereixen el pas de diverses generacions de plantes silvestres i la selecció de cultius per desenvolupar unes característiques específiques en un determinat producte del qual s'han beneficiat de l'agricultura i la producció d'aliments.

Amb el gran desenvolupament de la biologia molecular els enginyers genètics han aconseguit obtenir els mateixos resultats però més ràpidament, de manera eficient i concreta. Així, van ser capaços d'incorporar material genètic (gens) d'un altre organisme en una planta. En una primera fase, l'enginyeria genètica (IG) de plantes es va centrar principalment en la creació d'espècies que van expressar resistència als herbicides i pesticides, el que va permetre l'extirpació selectiva de les males herbes o altres organismes sense danyar a la planta. En una segona fase, IG es va utilitzar per millorar la qualitat dels cultius en termes de beneficis del consumidor, amb un impacte potencial en la nutrició humana (Reyes S. i Rozowski N)¹.

Per tant els aliments transgènics són organisme que han sofert un canvi de material genètic on a partir d'una sèrie de metodologies s'han incorporat uns gens que codifiquen una proteïna, com un enzim que intervingui en la maduració de fruits o una proteïna estructural o altres per aconseguir més tolerància a herbicides i/o major augment de nutrients que proporcionen. Es considera que un aliment és transgènic quan són:

- Organismes sotmesos a IG que es poden utilitzar com aliment.
- Aliments que continguin un ingredient o additiu derivat d'un organisme sotmès a IG.
- Aliments que s'han fet utilitzant un producte auxiliar per al processament (com per exemple enzims) creat per mitjà de IG.

Aquests productes han de complir els criteris de la Directiva Europea del 2001, estableix que només s'utilitzaran si són necessaris i útils, segurs per a la salut humana i el medi ambient, les seves característiques han de ser les declarades i que es mantinguin en el temps (Chamas 150)².

1.3 Com es creen els transgènics

La idea bàsica per a la creació d'un organisme transgènic és afegir un segment de DNA d'un altre individu en el seu material genètic i que aquest es pugui traduir, és a dir, que pugui expressar el seu missatge en forma d'una nova proteïna.

Tot i que el sistema de codificació és el mateix a tots els organismes vius (fet que comporta que pugui haver aquests canvis), hi ha mecanismes de control diferents, per tant, és possible que un gen d'un bacteri no funcioni correctament en una cèl·lula animal sense ser modificat. La clonació de gens és una tècnica que permet la inserció en una cèl·lula un determinat fragment de DNA "desconegut" de forma que aquest es repliqui i transmeti aquesta informació de generació en generació. La clonació és possible gràcies a l'actuació d'enzims que trenquen el DNA per seqüències determinades (endonucleases de restricció) i a altres que uneixen per enllaços covalents fragments de DNA (DNA-ligases)(Chamas 151)².

En la figura 4 podem observar el procés de clonació de gens en organismes procarïotes, cal destacar que els vectors són vehicles utilitzats per a la introducció de gens a la cèl·lula desitjada. Aquests vectors tenen zones on els enzims de restricció poden actuar i presenten propietats per facilitar la unió al DNA clonat. Altre aspecte important és que tinguin característiques que permeten evitar la seva proliferació ambiental. Els vectors més utilitzats són el DNA víric i els plasmidis bacterians.

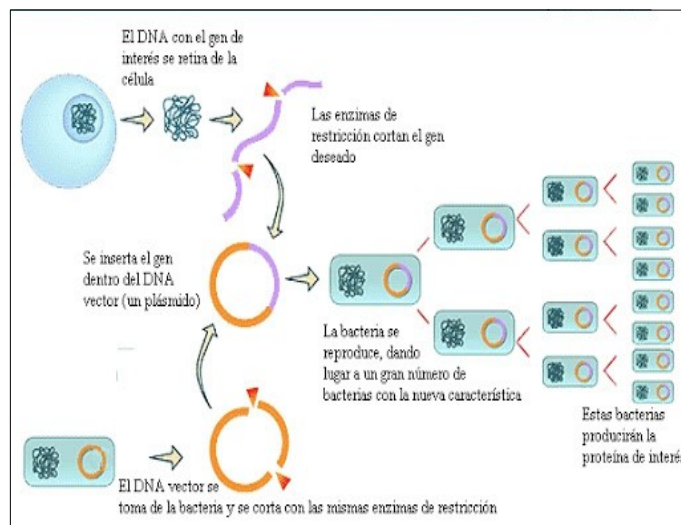


Figura 4: Esquema bàsic de la creació d'un OMG

Com s'ha pogut observar anteriorment, en resum, el procés consisteix a aïllar el gen d'interès, aquest s'introdueix a un vector que permet la unió d'aquest al genoma desitjat en zones determinades. Cal destacar que a l'igual que el model de l'operó dels bacteris (com per exemple l'operó *Lac* de *Escherichia coli* que regula el metabolisme de la lactosa, Figura 5) on tenen gens reguladors que regulen l'expressió dels gens en funció de la presència d'un activador o repressor, el gen d'interès s'introdueix amb altres que regulen la seva expressió en l'organisme on s'introdueixen de forma que només s'expressen en el moment i lloc adequats.

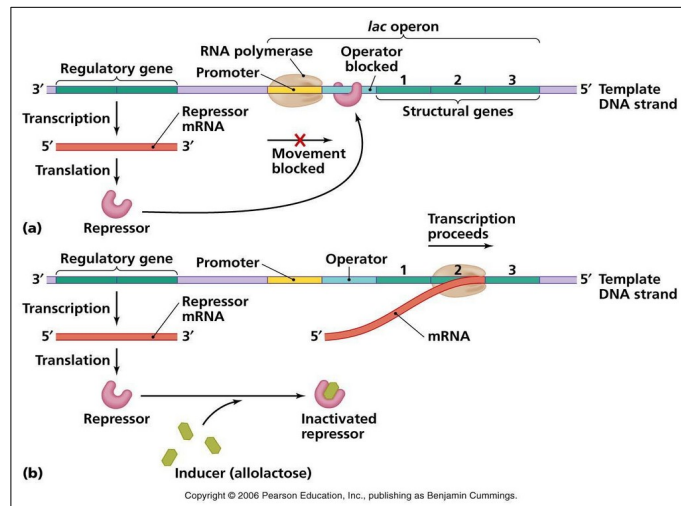


Figura 5: Aquest esquema mostra un exemple de sistema de control de l'expressió gènica (Correspon a l'operó Lac).

Aquestes construccions de Gen d'interès + Reguladors es creen per mitjà de bacteris que es multipliquen ràpidament en un medi de cultiu de forma que al final obtenim milions de construccions Gen-Regulador per poder induir-los posteriorment a l'organisme receptor. Conèixer els mecanismes de control permeten crear gens que s'expressin de forma permanent, condicionada o fins i tot només en un únic tipus de teixit (Martín Pérez, 4)³.

1.4 Tècniques de creació de transgènics

En el cas de les plantes, on són més freqüent les modificacions genètiques, és fonamental trobar mètodes eficients per introduir el DNA d'altre organisme, també la seva integració i funcionalitat en aquest. Altre aspecte important és el fet que sigui heretable aquest gen de forma que el procés d'inducció de DNA només s'hagi de fer una única vegada i no en cada generació. Hi han diverses tècniques però les més utilitzades són:

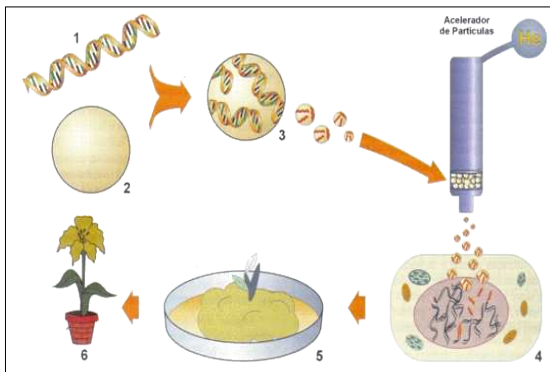


Figura 6: Esquema biobalística

Biobalística: és un mètode molt habitual de preparació de microprojectils que estan impregnats en la solució que conté la construcció i que les cèl·lules són bombardejades dins d'una cambra de buit (canó o accelerador de partícules). Aquests microprojectils penetren les cèl·lules suspeses en un medi de cultiu. El DNA entra en solució i promou la inserció del material genètic en cromosomes cel·lulars a l'atzar (Figura 6).

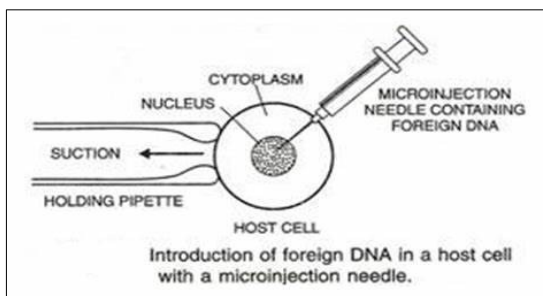


Figura 7: Esquema microinjecció

Microinjecció: acció física d'introduir el gen d'interès en la cèl·lula hoste injectant la construcció genètica en el nucli de la cèl·lula receptora o un protoplast mitjançant una agulla de vidre microscòpica (Figura 7).

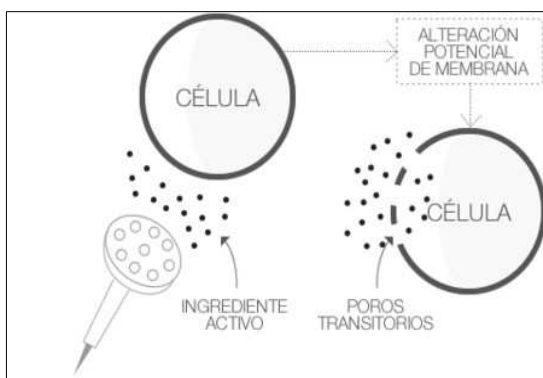


Figura 8: Esquema electroporació

Electroporació: aplicar polsos d'electricitat que causen una certa permeabilitat temporal a la membrana de les cèl·lules hoste i al seu nucli, permetent l'entrada de la suspensió que conté milers de còpies de la construcció genètica que es pretén introduir (Figura 8).

Transformació genètica amb *Agrobacterium tumefaciens*: es tracta d'un bacteri molt comú que infecta les plantes de forma natural, mitjançant la inserció natural d'un segment d'ADN (plasmidi Ti) des del propi bacteri fins a un gen de la cèl·lula receptora (Figura 9). El segment inserit està integrat en el genoma de la planta infectada mitjançant la promoció de la divisió cel·lular descontrolada i causant el tumor. Aquest mètode s'utilitza per crear OMG (Organismes Modificats Genèticament) resistent als insectes, però respectant les vides dels pol·linitzadors.

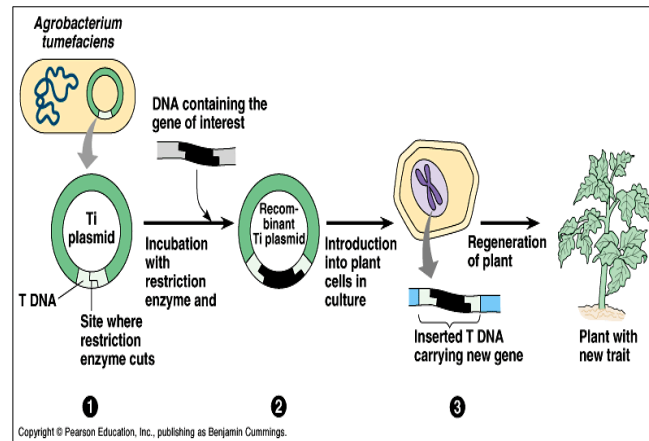


Figura 9: Exemple de transformació amb *Agrobacterium tumefaciens*

Amb qualsevol d'aquests mètodes s'obté una línia de cèl·lules transformades que han de ser clonats *in vitro* i diferenciats en plantes completes, utilitzant tècniques de cultiu de teixits. Així, si partim d'una cèl·lula transgènica, les plantes diferenciades de la mateixa seran transgèniques i transmeten el caràcter a les generacions posteriors (Martín Pérez, 5)³.

1.5 Detecció

Una vegada ja coneixem què són els transgènics i com es creen podem llavors parlar sobre els mètodes de detecció d'aquesta modificació. Un dels mètodes més utilitzats per a la detecció de transgènics és la tècnica PCR (veure annex A) (Reacció en Cadena de la Polimerasa) que permet identificar segments de DNA derivats de OMG, ja sigui per la localització dels promotors o terminadors de cada gen o gens específics que confereixen a la planta unes determinades característiques.

La tècnica PCR té dificultats moleculars pel que fa a l'aïllament de les traces de DNA a causa de diversos factors que contribueixen a la degradació del DNA, com els processos de cocció, els canvis dràstics de pH, l'activitat de nucleasa i la presència d'agents químics que poden degradar l'estructura nucleòtica, per tant, el mètode d'extracció i purificació del DNA total d'aliments processats, és un pas crític en la detecció de seqüències de DNA transgènica mitjançant PCR (Carvajal et al. 1)⁴.

El procés consisteix a aconseguir moltes còpies d'un mateix gen per poder analitzar la seva composició i conèixer si aquest és transgènica o no. La tècnica consisteix en primer lloc extreure el DNA de l'aliment que es vol analitzar, aquest DNA es diposita en un tub eppendorf juntament amb nucleòtids lliures i primers o encebadors de RNA amb la

seqüència específica per unir-se l'extrem 5' del gen, es a dir, al començament d'aquest perquè les cadenes de DNA creixen en direcció 5' => 3'. Una vegada preparada la mostra aquesta es diposita en un aparell que s'encarrega de pujar i baixar la temperatura del seu interior.

En aquest moment es duu a terme centenars de vegades un mateix cicle que dóna lloc a l'obtenció de milers de còpies d'aquest gen. El cicle consisteix bàsicament en el que s'observa en la figura 10. Es puja la temperatura fins a separar les dues cadenes (94°C), es baixa perquè els encebadors es puguin unir al DNA (55°C) i es puja una tercera vegada (70°C) per a que les DNA-polimerases actuïn (això és pel fet que les DNA-polimerases no poden sintetitzar per si mateixes una nova cadena sinó que necessiten unir-se a un encebador) (CanalDivulgación 1)⁵.

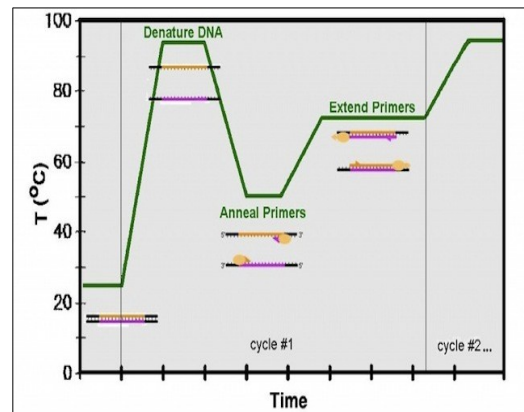


Figura 10: Fases PCR

Amb la tècnica PCR el que aconseguim és que amb més cicles el nombre de còpies del gen d'interès creix de forma exponencial (Figura 11) de forma que és més fàcil després observar la seva composició (seqüència) per determinar el seu origen per mitjà de l'electroforesi del DNA.

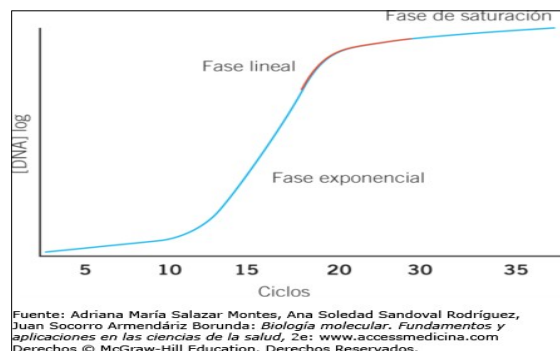


Figura 11: Quantitat de DNA en funció dels cicles

Per últim es compararia els resultats de la electroforesi del DNA amb les bases de dades de gens de totes les espècies de forma que es pot determinar la procedència exacta del gen i la seva funció (si aquest ja s'ha estudiat i registrat anteriorment).

1.6 Tipus de transgènics

- *Aspergillus niger cerevisiae*
- *Penicillium requeforti lipolytica*
- *Rhizopus oryzae fragilis*
- *Lactobacillus bulgaricus* y especies relacionadas
- *Lactococcus lactis* y especies relacionadas
- *Bacillus subtilis*
- *Saccharomyces*
- *Cándida*
- *Kluiveromyces*
- *Leuconostoc lactis* y otras especies relacionadas
- *Corynebacterium oenos* y especies relacionadas
- *Mucor javanicus*

Figura 12: Diferents bacteris utilitzats com OMG

Molts microorganismes modificats són utilitzats per a la fabricació d'aliments i producció d'hormones, enzims... Com per exemple la insulina. En el cas dels aliments s'utilitzen llevats i bacteris làctics amb propietats millorades, també microorganismes que permeten la síntesi de vitamines, substàncies aromatitzants, espessidors i colorants. Per últim altre aspecte destacable és que són utilitzats per a la detecció d'agents tòxics o paràsits en els aliments per assegurar la qualitat i salut del consumidor. En la figura 12 es poden observar alguns dels microorganismes més utilitzats per a la producció d'aliments i dels seus components (Chamas 151)².

L'objectiu d'utilitzar biotecnologies ramaderes en l'àrea de la reproducció animal està dirigit a intensificar el millorament i la multiplicació de races i individus de qualitat genètica superiors, que comporti a un increment en el progrés genètic de l'espècie o raça en qüestió. A part de la clonació, selecció i altres tècniques aplicades durant la reproducció, la tecnologia de DNA recombinant també ha tingut la seva influència en l'àrea de la reproducció, ja que un canvi en la seqüència de DNA d'un organisme pot causar grans efectes en el seu fenotip. Quan s'insereix un fragment de DNA estrany per tècniques de recombinació en les cèl·lules germinals d'un organisme animal s'obté com a resultat un animal transgènic que és capaç de transferir aquests gens a la seva descendència i permeten ser monitorats a través de marcadors moleculars (Figura 13).

Marker/ technique	PCR- based	Polymorphism (abundance)	Dominance	Repro- ducibility	Auto- mation	Running cost
RFLP	No	Low/medium	Codominant	High	Low	High
RAPD	Yes	Medium/high	Dominant	Low	Medium	Low
SCARS/CAPS	Yes	High	Codominant	High	Medium	Medium
AFLP	Yes	High	Dominant	High	Medium/ high	Medium
SSR	Yes	High	Codominant	High	Medium/ high	Low
ISSR	Yes	High	Dominant	High	Medium/ high	Low
STS	Yes	High	Codominant/ dominant	High	Medium/ high	Low
SRAP/EST	Yes	Medium	Codominant	High	Medium	Low
IRAP/REMAP	Yes	High	Codominant	High	Medium/ high	Low
SNP	Yes	Extremely high	Codominant/ dominant	High	High	Low

Figura 13: Els tipus de marcadors moleculars són dos: els basats en proteïnes i els basats en ADN. (DoctorGenoma)⁶.

El millorament genètic implica l'obtenció d'individus més productius que els seus progenitors, més resistents a malalties o més tolerants a condicions ambientals extremes, depenent de l'objectiu traçat. Aquí els marcadors moleculars permeten conèixer amb exactitud la localització de gens controladors de caràcters d'interès per a la selecció, per la qual cosa es converteixen en una eina fonamental per a l'anàlisi de genotips i la selecció dels millors individus (Uffo 2)⁷.

En el cas de les plantes, els gens introduïts tenen unes funcions relativament senzilles. En la major part dels casos permeten que les plantes es converteixin en resistents o tolerants a l'atac d'insectes, per virus o al tractament per herbicides. En aquests casos només cal una proteïna nova que té una acció insecticida, que impedeix la infecció vírica o que destoxifica l'herbicida perquè la planta adquireix i un caràcter genètic nou i útil, resistent a aquest atac.

D'altra banda, els gens que s'introdueixen tenen uns nivells d'expressió impredecibles. Això és degut en part a les seqüències que controlen els gens, de les que se'n disposa de només un petit nombre. A més les actuals tècniques de transformació no permeten dirigir el gen per introduir-lo a un lloc concret del genoma sinó que es col·loca a l'atzar, la qual cosa implica un element d'incertesa en els nivells d'activitat del nou gen. Això no ha de ser un inconvenient per a les aplicacions agrícoles, fins i tot potser un avantatge, ja que pot permetre d'escollir d'entre les diferents plantes transgèniques obtingudes aquelles que tenen els efectes més adequats per a la seva utilització.

Hi ha d'altres tipus de modificació, de fet, la primera planta que va arribar al mercat (d'Estats Units) com planta transgènica va ser un tomàquet en què la maduració havia estat retardada. Per aconseguir això s'han seguit diferents vies que tenen a veure amb la síntesi d'una hormona que controla la maduració del fruit (Figura 14). Que maduri més lent vol dir que el fruit es pot collir més tard de la planta, fet que provoca que les pèrdues siguin menors durant el transport i la polpa sigui més consistent. Un procediment semblant s'ha aplicat també en melons (Puigdomènech 37-38)⁸.

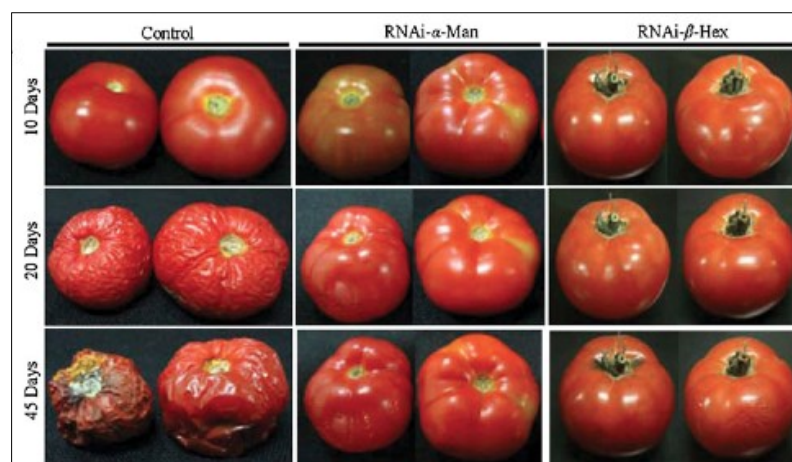


Figura 14: Diferents variants de tomàquets transgènics

Es mostra a l'esquerra un tomàquet normal i després dues variants transgèniques durant la maduració del fruit després de la seva recol·lecció. Foto del National Institut of Plant Genome Reserch (Índia)

2. Indústria i comerç

2.1 Expansió

Ara parlaré sobre quins motius mouen les diferents empreses agroalimentàries en l'ús d'aquests aliments o productes derivats d'OMG. En primer lloc crec que és remarcable parlar sobre com ha augmentat la superfície transgènica conreada en els últims anys.

En 2003 els cultius transgènics estan molt concentrats en només 6 països, en uns pocs cultius i en unes poques característiques. Encara que hi ha moltes plantes MG, només unes poques es conreen. L'any 2003 el 55% dels 76 milions d'hectàrees de soia conreades en el món va correspondre a la soia GM, el 21% dels 34 milions d'hectàrees conreades de cotó, el 16% de la colza dels 22 milions d'hectàrees conreades en el món, i l'11% dels 140 milions d'hectàrees de blat de moro conreades en el món va correspondre al blat de moro GM. Si se sumen els quatre cultius anteriors el 25% dels 272 milions d'hectàrees va correspondre als cultius transgènics (Anderson, 24)⁹.

No obstant això en 2010 es van sembrar 148 milions d'hectàrees de cultius GM, per 15,4 milions d'agricultors en 29 països (Figura 15). Dels agricultors que van usar la tecnologia GM en 2010, 14,4 milions van ser petits agricultors de països subdesenvolupats. La Xina (6,5 milions) i l'Índia (6,3 milions) tenen el major nombre de petits agricultors que utilitzen cultius GM (Chaparro, 233)¹⁰. En 2012 eren 170 milions d'hectàrees, la qual cosa suposava un 11.3% de l'àrea cultivable a nivell mundial, i al voltant del 2018 estava pròxima als 200 milions d'hectàrees (Valpuesta, 13)¹¹.

Posició	País	Àrea (millones hectàrees)	Cultivos GM
1	Estados Unidos	66,8	Maíz, soya, algodón, colza, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza.
2	Brasil	25,4	Soya, maíz, algodón
3	Argentina	22,9	Soya, maíz, algodón
4	India	9,4	Algodón
5	Canadá	8,8	Colza, maíz, soya, remolacha azucarera
6	China	3,5	Algodón, papaya, álamo, tomate, pimiento dulce.
7	Paraguay	2,6	Soya
8	Pakistán	2,4	Soya
9	Sur África	2,2	Maíz, soya y algodón
10	Uruguay	1,1	Soya, maíz
11	Bolivia	0,9	Soya
12	Australia	0,7	Algodón y 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, soya
18	Colombia	<0,1	Algodón, maíz, clavel y rosas
19	Chile	<0,1	Maíz, soya, colza
20	Honduras	<0,1	Maíz
21	Portugal	<0,1	Maíz
22	Republica Checa	<0,1	Maíz, papa
23	Polonia	<0,1	Maíz
24	Egipto	<0,1	Maíz
25	Eslovaquia	<0,1	Maíz
26	Costa Rica	<0,1	Algodón, soya
27	Rumania	<0,1	Maíz
28	Suecia	<0,1	Papa
29	Alemania	<0,1	Papa

Tabla 1. Área global de cultivos GM en 2010 por país (millones de hectáreas). Tomado y adaptado de James, 2010.

Figura 15: Es resumeix la quantitat de cultius transgènics conreada en diferents països durant l'any 2010.

A Espanya ja en el 2016 es van conrear 129.081 hectàrees de blat de moro transgènic MON-810 el qual és resistent a insectes. Aquesta xifra representa un augment del 19,8% respecte a l'extensió conreada amb blat de moro transgènic a Espanya en 2015, segons el Servei Internacional d'Adquisició d'Aplicacions d'Agrobiotecnologia, a més l'informe anual de l'ISAAA mostra que Espanya és l'únic país del continent europeu en el qual els cultius transgènics han aconseguit una superfície agrícola relativament significativa (Figura 16, en vermell es mostra les zones on es cultiva més transgènics i en verd aquelles que són lliures d'OMG.). De fet, el 2015 pràcticament el 95% dels transgènics d'Europa tenien el seu origen en camps del nostre país («España concentra el 95% de los cultivos transgénicos de Europa»)¹².

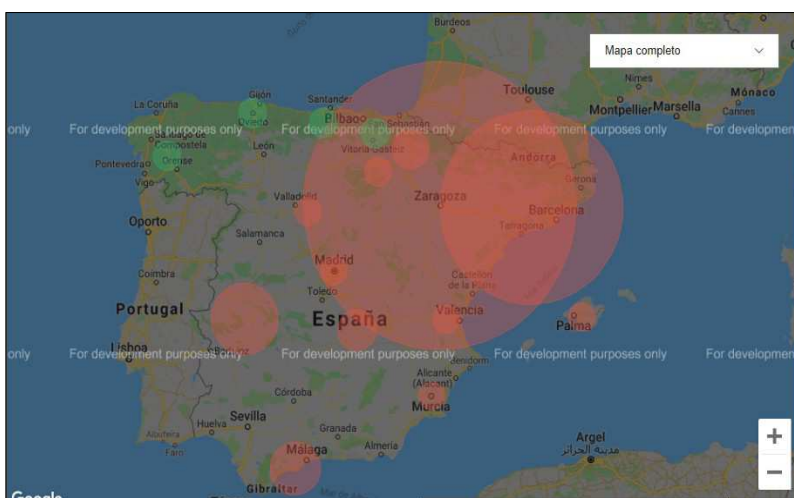


Figura 16: Situació de cultius transgènics a Espanya

En definitiva tenim que en els últims 19 anys el cultiu de transgènics ha anat augmentant progressivament tant en països industrials com en aquells en desenvolupament (Figura 17) de forma que en el 2018 la quantitat d'hectàrees conreades de plantes GM era d'aproximadament 200 milions d'hectàrees. A més el cultiu d'OMG s'ha caracteritzat perquè s'ha concentrat en uns pocs països, fonamentalment d'Amèrica (nord i sud) i Àsia, en uns pocs cultius, la majoria cereals i en unes poques propietats (Valpuesta, 13)¹¹. A més en els últims anys moltes de les plantes MG han sofert sobretot canvis per afavorir la resistència a insectes i per altra banda a herbicides i pesticides.

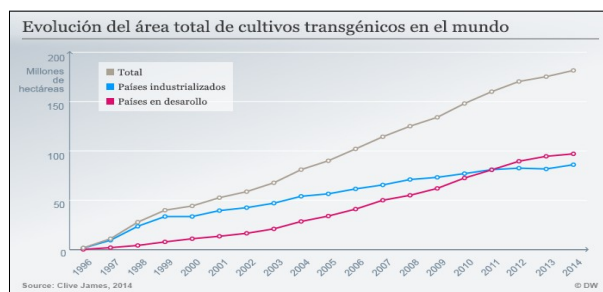


Figura 17: Aquest gràfic mostra l'augment fins a 2014 però la tendència creixent es manté fins l'actualitat

2.2 Regulació del cultiu i comerç (Europa)

En comparació amb altres regions del món, Europa té una posició crítica amb els transgènics amb unes lleis referents a la regulació dels cultius MG que han de complir tots els països membres de la UE. Tenen com a objectiu aconseguir un procediment per donar autoritzacions d'alliberament internacional i d'introducció d'OMG en el medi sense mesures de confinament i que la comercialització d'aquests sigui més eficaç i transparent. Per altra banda limita el període d'autorització d'aquest cultiu a 10 anys a més d'introduir el seguiment de OMG de forma obligatòria.

La Directiva 2001/18/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 12 de març del 2001, que tracta la alliberament internacional en el medi ambient d'organismes modificats genèticament i per la qual es deroga la Directiva 90/220/CE del Consell ¹³, estableix que:

Abans de la comercialització d'un OMG s'ha de presentar una notificació a l'autoritat competent de l'Estat membre on es vulgui comercialitzar el producte per primera vegada. Els registres han de incloure:

- Les dades sobre el notificador i les persones responsables de la comercialització, ja sigui el fabricant, l'importador o el distribuïdor
- Informació general sobre els OMG: el nom o noms comercials dels productes amb OMG i els noms dels OMG continguts en aquests, a on es comercialitza i la decisió per la qual s'autoritza els OMG.
- Informació sobre la inserció: la seqüència de nucleòtids de la inserció utilitzada per a desenvolupar el mètode de detecció, un mapa detallat de l'ADN inserit, inclosos tots els elements genètics (Article 3 Decisió de la Comissió 2004/204/CE per la Directiva 2001/18/CE)¹⁴.
- També ha d'incloure una avaluació de riscos per al medi ambient, les condicions de comercialització del producte, la proposta d'autorització i propostes de seguiment, d'etiquetatge i d'envasament (Article 13 apartat 2 de la Directiva 2001/18/CE)¹³.



Figura 18: Parlament europeu

Si la petició és acceptada es podrà comercialitzar el producte i la decisió serà comunicada a la resta de països membres. Per últim cal remarcar que l'autorització serà vàlida com a màxim 10 anys (Article 15 apartat 3 i 4 de la Directiva 2001/18/CE)¹³.

Actualment en la Unió Europea es pot comercialitzar 22 varietats de blat de moro transgènic, 7 de soia, 3 de colza, 8 de cotó, 1 de remolatxa sucrera, 2 microorganismes i 2 de clavell. Tot i això les varietats que es pot cultivar són les de blat de moro MON 810 de l'empresa Monsanto resistent a plagues.

Segons el Reglament (CE) n° 1946/2003 del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de juliol de 2003, relatiu al moviment transfronterer d'OMG referent a la Directiva

2001/18/CE¹⁵ que té com objectiu establir un sistema de notificació dels moviments transfronterers per garantir un nivell de protecció, per evitar efectes adversos per a la biodiversitat i la salut a causa de la alliberament d'aquests, exposa que els països membres han d'introduir en les zones frontereres del territori mesures de contenció per evitar una contaminació transfronterera a països veïns on no està autoritzat el cultiu d'OMG. Per tant es limita l'alliberament intencionada d'OMG.

Perquè es doni a terme aquest sistema tenim el Protocol de Cartagena, un acord internacional centrat específicament al moviment transfronterer d'Organismes Vius Modificats que poden ser nocius per a la diversitat biològica. Té com objectiu garantir que aquest moviment sigui en condicions segures per a la conservació de la biodiversitat i salut humana. Per tant aquest protocol de bioseguretat s'aplica durant els processos de exportació i importació d'OMG de forma que es garanteix una certa protecció a la població i biodiversitat dels possibles riscos d'introduir al país transgènics (About the Protocol)¹⁶.

L'etiquetatge de OGM i la consulta al públic són obligatòries. Segons el reglament (CE) núm. 1830/ 2003¹⁷ del Parlament Europeu i del Consell, s'aplicarà en qualsevol fase de comercialització a productes que estiguin compostos de OGM i aliments o pinsos produïts a partir de OGM.

- Han de tenir traçabilitat, és a dir, la capacitat de seguir la traça dels OGM i produïts amb aquests al llarg de les cadenes de producció i distribució en totes les fases de la seva comercialització. La legislació comunitària de cada país pot establir sistemes particulars d'identificació.
- És obligatori indicar en l'etiqueta del producte si conté OGM si supera el 0.9% d'aquest. Totes les substàncies que tenen com origen un aliment modificat s'ha de mencionar en el llistat d'ingredients amb les paraules "modificat genèticament".



Figura 19: Etiqueta d'un aliment transgènic

A més, una modificació de la Directiva 2001/18/CE la Directiva(UE) 2015/412 del Parlament Europeu i del Consell ¹⁸, de 11 de març de 2015, permet als països limitar i prohibir el cultiu i comerç d'OMG que tenen autorització de la UE. Les mesures es poden aplicar si són de forma raonada, proporcionada i no discriminatòria, i la base dels motius siguin:

- Objectiu de política mediambiental, la ordenació del territori, l'ús del sòl, repercussions socioeconòmiques, evitar la presència d'OMG en altres productes, objectius de política agrícola i ordre públic.

Davant aquesta situació hi ha la preocupació d'un dels principals productors de transgènics del món, Estats Units, que considera que el sistema d'autorització dels productes és massa estricte ja que es triga més temps en autoritzar en la UE.

Europa exposa que les lleis només volen assegurar la protecció dels països membres, tot i així tenen l'opció i el dret d'aplicar lleis que considerin necessàries referent als aliments que mengen els seus ciutadans si no interfereixen amb altres lleis de nivell internacional.

És una realitat que les exportacions de llavors i farina de soia MG d'Estats Units han anat en decadència durant els últims 10 anys. Europa afirma que no és degut a la seva legislació sinó a la competència amb altres països productors com Brasil i Argentina en el mercat de productes bàsics i que la legislació de la UE referent als OMG no dificulten les seves exportacions (MEMO/06/61, 2)¹⁹. Com a conclusió, la UE reconeix el gran potencial dels transgènics i considera que la biotecnologia pot oferir grans avantatges en la producció agrícola. La UE creu que els grans productors de OMG han de contribuir al desenvolupament d'un marc jurídic internacional referent al cultiu i comerç de OMG per poder garantir una seguretat als consumidors d'aquests productes i a la biodiversitat de cada país (MEMO/06/61, 3)¹⁹

2.3 Beneficis econòmics i mediambientals

Una vegada que coneixem aquest augment progressiu de plantes transgèniques a nivell mundial ens hem de qüestionar quins beneficis tant mediambientals com econòmics mouen els diferents agricultors i empreses a produir aquests tipus d'aliments.

Ara exposaré aquells beneficis que no són perceptibles pels consumidors directament però que sí afecten als agricultors i al medi ambient:

- Cultius resistents a insectes: l'ús de plaguicides es redueix, d'aquesta forma hi ha una menor contaminació ambiental i una menor exposició a aquestes substàncies tòxiques. Per tant tenim beneficis industrial (reduint la quantitat de plaguicides), en el medi ambient i també en la salut humana (López Martín, Jimena, 18)²⁰.
- Una menor presència de micotoxines per insectes o malalties: Les micotoxines són segregades per fongs i moltes es relacionen amb diferents malalties que afecten els éssers humans. Tenim per exemple el cas del blat de moro on una plaga de cucs provoca ferides en els teixits de la planta on es poden arribar a ficar diferents fongs alliberant micotoxines. En el cas del blat de moro Bt al ser resistent a insectes es redueix la infecció de fongs, per tant, la presència de micotoxines en el blat de moro és menor. Aquest benefici afectaria a la salut humana i animal però també de forma industrial ja que no es perd tanta producció a causa de la presència de fongs (López Martín, Jimena, 18)²⁰.
- Disminució de compostos tòxics en el sòls de cultiu: La disminució de químics pel manteniment de les plantacions com herbicides, plaguicides o fertilitzants. Això és degut a què les variants transgèniques són resistents a ambients extrems i a certs insectes a més que tenen una alta productivitat sense l'ús de fertilitzants. Gràcies a l'ús d'aquestes plantes es redueix la contaminació del medi ambient (López Martín, Jimena, 18)²⁰.



Figura 20: Cultiu transgènic (MON 810)

- Conservació de la biodiversitat: L'augment de productivitat que suposa l'ús de plantes transgèniques evita la desforestació i la pèrdua de diversitat que suposaria el cultiu de variants tradicionals les quals tenen menor quantitat d'aliments per hectàrea que les variants modificades genèticament (López Martín, Jimena, 18)²⁰.
- Reducció de gasos d'efecte hivernacle al medi: Aquest tipus de cultiu comporta una reducció d'emissions de diòxid de carboni i ús de combustibles fòssils a causa del menor ús de herbicides i insecticides (López Martín, Jimena, 18)²⁰.

No obstant això, els diferents beneficis que aporten els aliments transgènics normalment no són evidents al consumidor ja que no afecta directament a aquest. Afegit a això, tenim la publicitat negativa de determinades organitzacions (com GreenPeace) en contra de la biotecnologia. Per aquests motius moltes vegades no s'accepten els riscos de la producció d'aquests aliments ja que, en un primer moment sembla que no hi hagi cap benefici. A continuació tenim alguns dels beneficis que afecten directament al propi consumidor:

- Millora de la qualitat nutricional dels aliments: Els aliments GM milloren situacions de carències de nutrients en casos on la dieta dels consumidors no és completa. D'aquesta forma aconseguim prevenir algunes malalties o també produir aliments més saludables com soia amb menys àcids grassos (lípid). Un cas destacable seria el de l'arròs daurat el qual pot sintetitzar els precursors de la vitamina A deficient en països on la base de la dieta és arròs el qual per si mateix no sintetiza cap precursor de vitamina A. D'aquesta forma amb el seu consum es podria prevenir la ceguera, mortalitat i morbiditat provocada en embarassos on hi ha hagut dèficit d'aquesta vitamina (López Martín, Jimena, 18)²⁰.
- Disminució de la presència de compostos tòxics i al·lèrgens: Hi ha productes en desenvolupament com blat (Figura 21) que podrien menjar persones celíaqües o juques (aliment bàsic en algunes regions d'Àfrica) amb menor quantitat de cianur (compost tòxic) en els arrels (López Martín, Jimena, 18)²⁰



Figura 21: Blat amb gluten (esquerra) i sense gluten transgènic (dreta)

2.4 Riscos per a la salut humana

Encara no s'ha demostrat que cap dels aliments transgènics en el mercat puguin provocar alguna malaltia a curt termini, no s'ha pogut determinar si en un llarg període de temps sí que en podria. Per tant, la gran part de la controvèrsia al voltant d'aquests aliments és determinar fins a quin punt paga la pena córrer riscos. A continuació exposaré els principals riscos i preocupacions per a la salut humana que comporta l'ús d'aquests aliments:

- Al·lèrgies, són degudes en aquest cas a una reacció del sistema immunològic davant d'una proteïna introduïda per un aliment. Quan el gen d'interès s'introdueix en un altre organisme per donar un OMG pot transferir també les propietats al·lèrgenes del organisme del qual procedeix, pot provocar reaccions al·lèrgiques en les persones sensibles a aquest al·lèrgen (López Martín, Jimena, 20)²⁰. Per altra banda poden sorgir al·lèrgens no només dels gens introduïts, sinó també per canvis eventuais que afectin al comportament de l'OMG. D'aquesta forma, per exemple, la variació de la producció d'una proteïna podria modificar el metabolisme i això podria provocar reaccions secundàries amb productes perjudicials per la salut, o, l'augment d'una substància que en condicions normals és quasi bé imperceptible (Herbert, Martha, 5)²¹.
- Resistència a antibiòtics: alguns gens marcadors utilitzats durant la transferència de gens tenen caràcter resistent davant dels antibiòtics. A més s'ha demostrat que fragments de DNA dels aliments es poden transferir a la flora intestinal per tant podria ser un risc important per a la salut humana si aquests microorganismes es tornessin resistents (Herbert, Martha, 7)²¹. Tot i que la probabilitat que es donin aquestes transferències és molt baixa, la FAO (Organització de les Nacions Unides per a l'Alimentació i l'Agricultura) i la OMS (Organització Mundial de la Salut) recomana evitar la utilització d'aquests marcadors. Els investigadors han trobat com eliminar aquests marcadors una vegada el gen d'interès està a la planta de forma que els riscos disminueixen (López Martín, Jimena, 20)²⁰.



Figura 22: Diferents antibiòtics

- Utilització de DNA víric, molts dels promotors necessaris per activar els gens nous d'un organisme modificat prové de virus, a més les plantes resistents a virus contenen DNA que codifica certes proteïnes d'aquests virus. Davant aquesta situació encara es desconeix quin efectes podrien tenir per a la salut humana (Herbert, Martha, 7)²¹.
- Toxicitat, les plantes tenen mecanismes de defensa naturals basats en la segregació de substàncies tòxiques que les protegeixen de diverses malalties i animals. Quan es modifiquen pot provocar l'augment de la producció d'aquesta substància, o la seva producció en regions on abans no es segregava. A més amb la modificació es pot augmentar la concentració de certes substàncies que en dosis petites són beneficioses, poden ser tòxiques en major quantitat (López Martín, Jimena, 20)²⁰.

3. Transgènics a Espanya

Els insectes lepidòpters com *Ostrinia nubilalis* o *Sesamia spp* provoquen a Espanya plagues que afecten molt econòmicament a la producció de blat de moro. Aquest insectes fan malbé la planta i permeten el pas de fongs a les cavitats que deixen. El consum d'aquest blat de moro pot tenir greus efectes en la salut humana i animal.

És per aquest motiu que Espanya l'any 1998 comença a cultivar varietats de blat de moro MON 810 resistent a insectes, i encara en l'actualitat es cultiva. Tant és l'èxit d'aquestes varietats que en el 2012 el nombre d'hectàrees cultivades a Espanya és cinc vegades superior a les cultivades el 1998 (Figura 23).

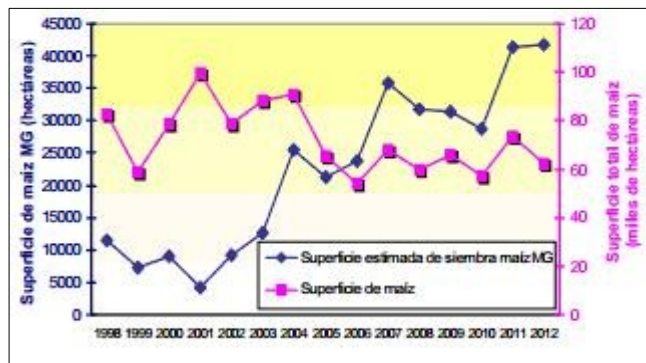


Figura 23: Evolució MON 810 a Espanya

Cal mencionar que en el 2014 Espanya concentrava el 92% de les hectàrees conreades de blat de moro MON d'Europa, amb un total de 143.016 hectàrees aproximadament. A més en Catalunya és concentrava el 31,5% de cultiu de MON 810 només darrere d'Aragó (Consejo interministerial de OMG,2)²².

A partir de les dades obtingudes a través del BOE (veure annex B) on mostren les superfícies estimades de blat de moro MON 810 he elaborat dos gràfics que resumeixen la situació d'aquest cultiu l'any 2018:

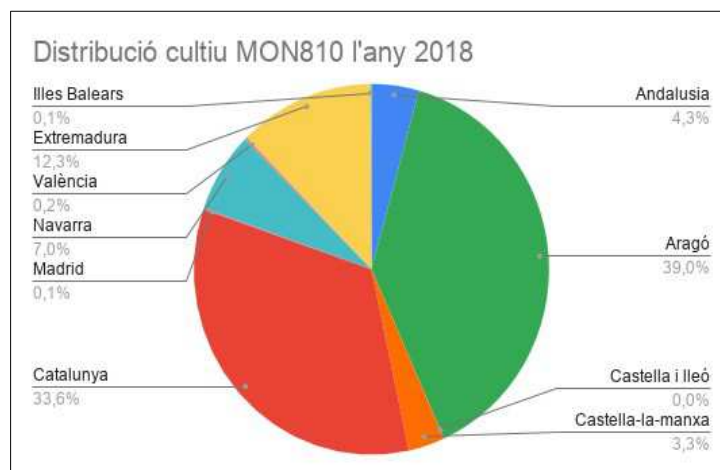


Figura 24: distribució MON 810 l'any 2018



Figura 25 : El total d'hectàrees cultivades a Espanya és de 115256,02 ha.

Espanya és un cas particular en la Unió Europea, ja que generalment la resta de països membres rebutgen el cultiu d'OMG, en canvi en Espanya fins i tot hi ha iniciativa per al seu cultiu.

Pel que fa a la investigació el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP) de la Universitat de Lleida va alliberar una varietat MG de blat de moro per estudiar-la amb la finalitat de comerciar-la en un futur.

També a la Universitat Politècnica de València es va fer amb un equip d'investigadors del Institut de Biologia Molecular i Cel·lular de Plantes (IBMCP) un estudi per a la producció de tomàquets resistent a plagues de l'insecte *Tuta absoluta* (UPV Innovación)²³. Altre estudi remarcable és a la Universitat de Màlaga que estudia la maduració de les maduixes per tal de que perdurin més en el temps, de forma que es podria reduir els costos d'aquest fruits.(Universidad de Málaga)²⁴

En definitiva veiem que a Espanya hi ha un gran interès en l'estudi dels transgènics amb una finalitat comercial, però a causa de la estricta normativa europea només es produeixen OMG al laboratori.

Per últim a partir del programa "Equipo de investigación, transgénicos: la mala reputación" del canal "La Sexta" (veure annex D) vaig arribar a la conclusió que tot i que els transgènics són molt presents a la nostra vida, ja sigui per mitjà de detergents amb enzims digestius, roba amb cotó transgènic o, fins i tot, medicaments com la insulina humana. Pel que fa a la dieta, és molt difícil trobar-los, ja que molts d'ells estan destinats a pinsos i a la seva exportació.

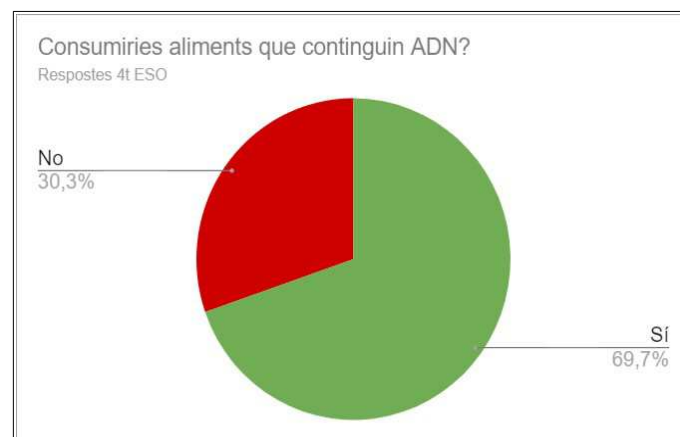
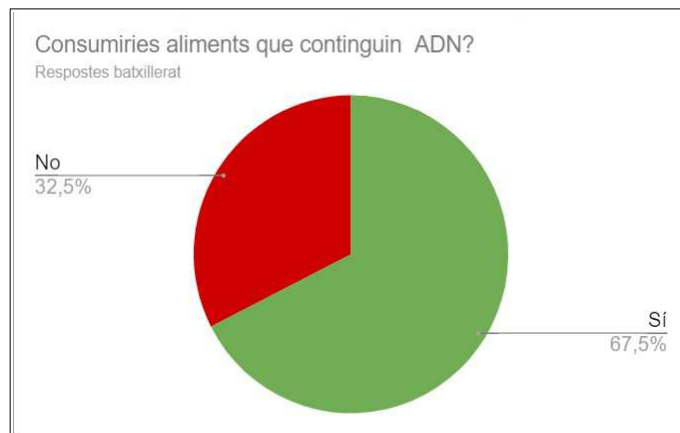
Els pocs d'ells que es comercialitzen els podem trobar fàcilment gràcies a la seva etiquetatge i a través de plataformes ecologistes com *Greenpeace* que fa un recull dels aliments MG del nostre país (veure annex C), i també a través de la pàgina web de la Unió Europea que està obligada a informar als consumidors.

4. Part pràctica

L'objectiu d'haver elaborat una enquesta era poder recopilar el punt de vista d'una mostra de la població jove de la Vila per poder saber quin és el coneixement general sobre els transgènics que hi ha i poder determinar si el factor d'impartir o no l'assignatura de biologia, entre altres, ha influenciat en la seva resposta. D'aquesta forma vaig poder enquestar un total de 172 persones repartides en 4t ESO (89 alumnes), 1r de batxillerat (45 alumnes) i 2n de batxillerat (38 alumnes) de l'Institut on estudio. L'enquesta constava de les següents preguntes:

“Consumiries aliments que continguin ADN?”

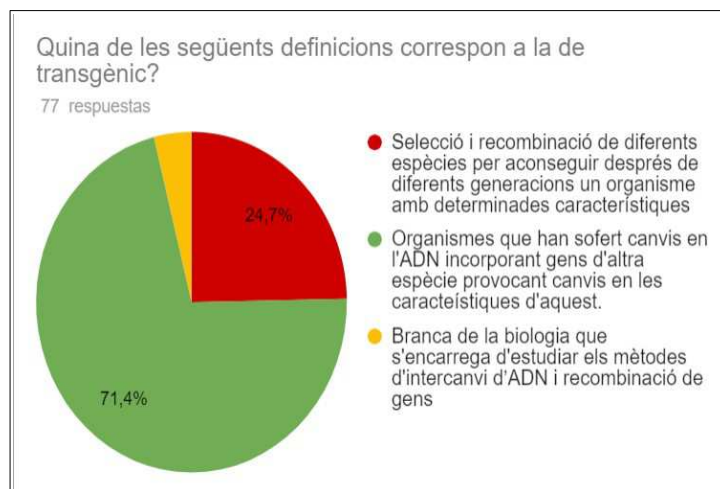
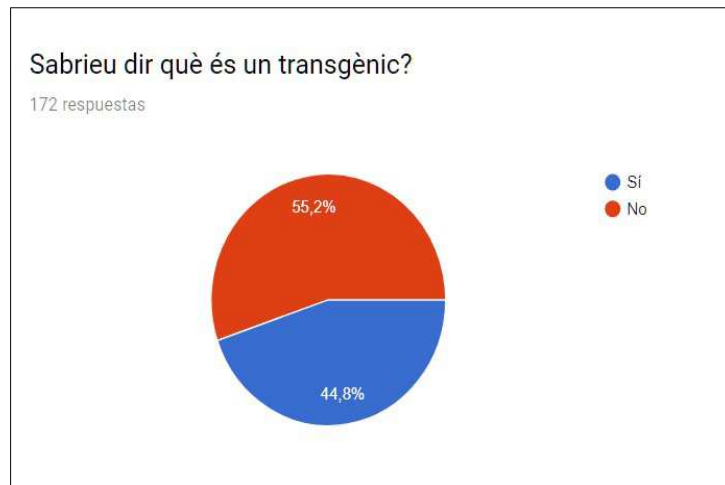
Aquesta pregunta té com a objectiu veure si coneixien la base dels transgènics, ja que aquesta tecnologia tracta de la modificació d'aquesta part dels aliments, el desconeixement d'aquesta part implica també la de qualsevol camp de la enginyeria genètica.



A partir de les dades proporcionades per l'enquesta vaig arribar a la conclusió que al voltant d'un terç dels alumnes de batxillerat, i el mateix per als de 4t ESO, desconeixien el fet que els aliments que consumim independentment de què siguin transgènics contenen ADN.

“Sabríeu dir què és un transgènic?” i “Quina de les següents definicions correspon a la de transgènic?”

A partir d'aquestes dues preguntes vaig assegurar-me saber qui directament desconeixia, qui creia conèixer i qui realment coneixia el que eren els transgènics. D'aquesta forma vaig poder saber d'aquesta mostra la proporció entre coneixedors i desconeixedors en aquesta àrea:

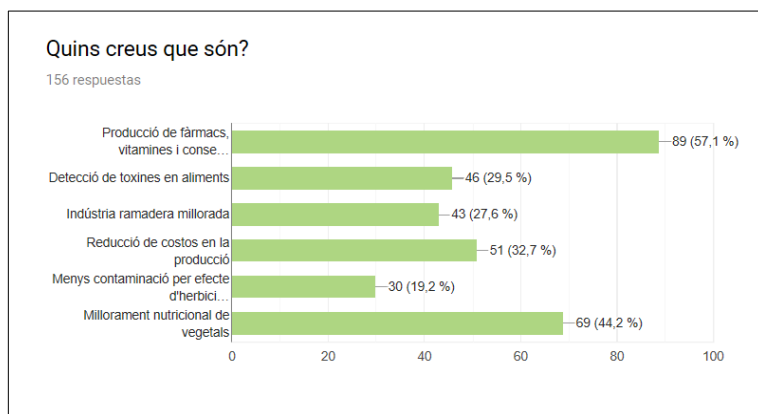
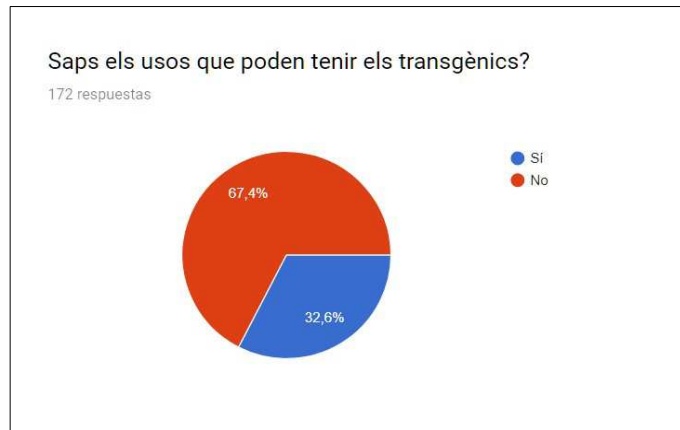


En general més de la meitat de la mostra afirmava desconèixer els transgènics (55%), la resta d'enquestats que creien ser coneixedors, sí que els coneixien realment (al voltant del 71%). En definitiva 55 persones d'un total de 172 enquestades podem dir que tenen un concepte clar d'aliment transgènic, només un 32 % de la mostra.

En principi no hi ha cap evidència que la modalitat dels alumnes hagi influenciat en les respostes és independent. A més cal destacar que en el batxillerat hi ha més alumnes que coneixen els transgènics que a 4t ESO.

“Saps els usos que poden tenir els transgènics?” i “Quins creus que són?”

Aquestes dues preguntes relacionades amb els beneficis i usos que tenen. Aquestes tenen com a objectiu diferenciar qui desconeixia els usos i també trobar quins són els més i menys coneguts:



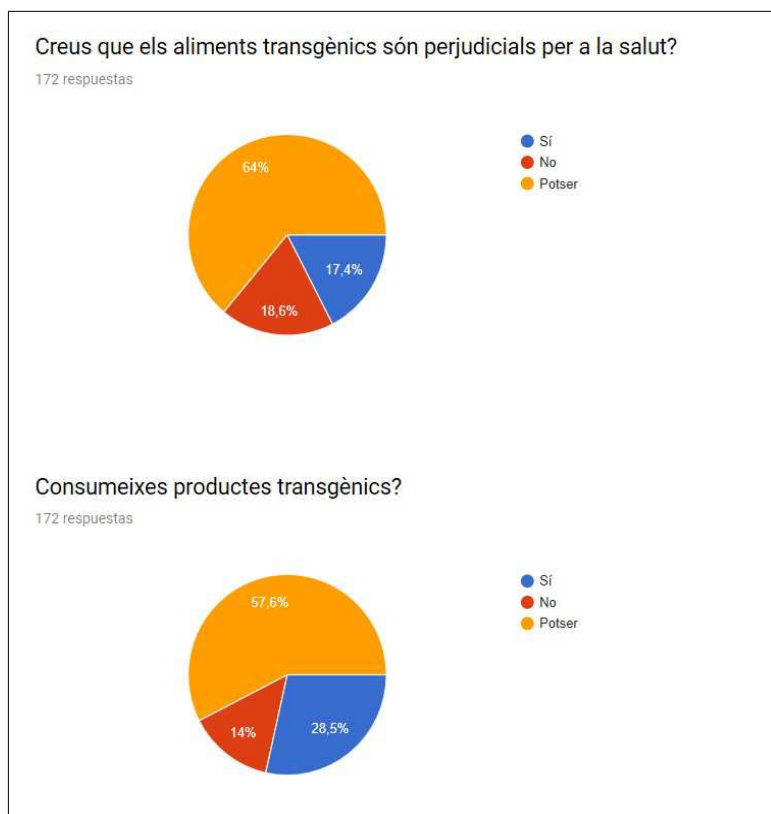
En aquestes preguntes podem observar en primer lloc que, tot i que el 45% dels enquestats creia conèixer els transgènics i només era el 32%, pel que fa als usos coincideix que només el 32% de la mostra creia conèixer quins eren els usos. Analitzant les respostes trobem que el 60% dels que havien dit que sí coneixien la idea dels transgènics, mentre que la resta que no ho sabien.

De la següent pregunta, que no era necessària respondre-la però era oberta per a tothom, ja que tot i no saber el concepte es pot arribar a saber quin ús té un determinat producte, cal destacar que totes les respostes eren correctes.

En general els usos més coneguts per un total de 156 persones de la mostra eren la producció de fàrmacs, vitamines i conservants (57%) i millora nutricional de vegetals (44%). En canvi les altres quatre opcions no arribaven al 40%, això segurament és degut a que aquests usos són més presents a la indústria i no afecten directament als consumidors.

“Creus que els aliments transgènics són perjudicials per a la salut?” i “Consumeixes productes transgènics?”

Aquestes dues preguntes tenien com a objectiu determinar en primer lloc la seva percepció sobre els transgènics, recordem de l'apartat 2.4 que encara no està demostrat que els transgènics del mercat siguin perjudicials. Després de saber la seva percepció, amb la següent pregunta es volia saber si realment coneixien algun producte transgènic. Cal destacar que en principi a Espanya la gran part de transgènics són utilitzats a la ramaderia, exportació i sectors allunyats de la alimentació degut a les estrictes lleis de la Unió Europea.

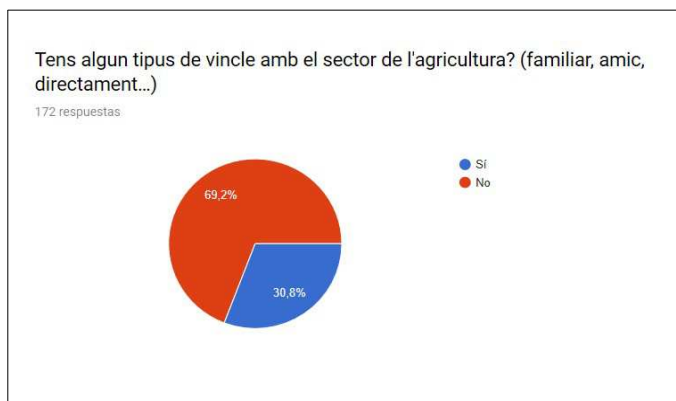
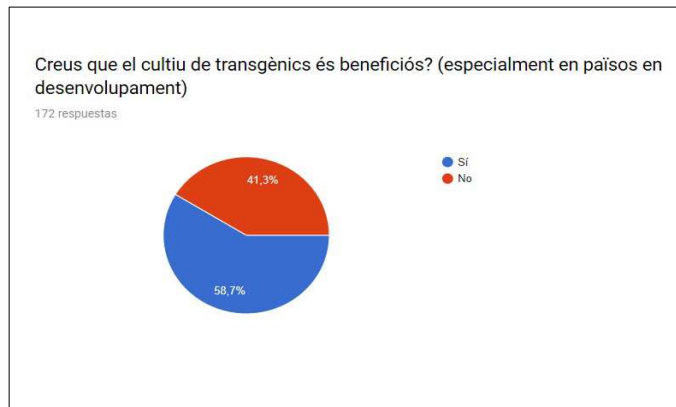


A partir de les respostes podem veure que el desconeixement sobre els transgènics és molt present en termes de consum i salut, segurament al fet que no són tan comuns a la nostra dieta en comparació amb altres països com els Estats Units. Per altra banda a aquells que creien o afirmaven consumir transgènics se'ls va preguntar per quins creien que eren, van contestar aquesta pregunta un total de 148 enquestats, la majoria directament no sabien quins aliments podrien ser, tot i així hi va haver d'altres que van posar fruites i hortalisses com a possible font de transgènics.

Per tant podem arribar a la conclusió que possiblement la gran majoria de la mostra analitzada desconeixen quins productes són transgènics i quines conseqüències té el seu consum.

“Creus que el cultiu de transgènics és beneficiós? (especialment en països en desenvolupament)” i “Tens algun tipus de vincle amb el sector de l'agricultura?”

Aquestes dues preguntes tenien com a objectiu determinar si coneixien quins beneficis ofereix el cultiu transgènics i com pot afectar en aquells països més afectats per la falta d'aliments, i per altra banda conèixer si el fet de estar vinculat d'alguna manera a l'agricultura permet saber quins beneficis porta o l'existència d'aquest tipus de cultiu.

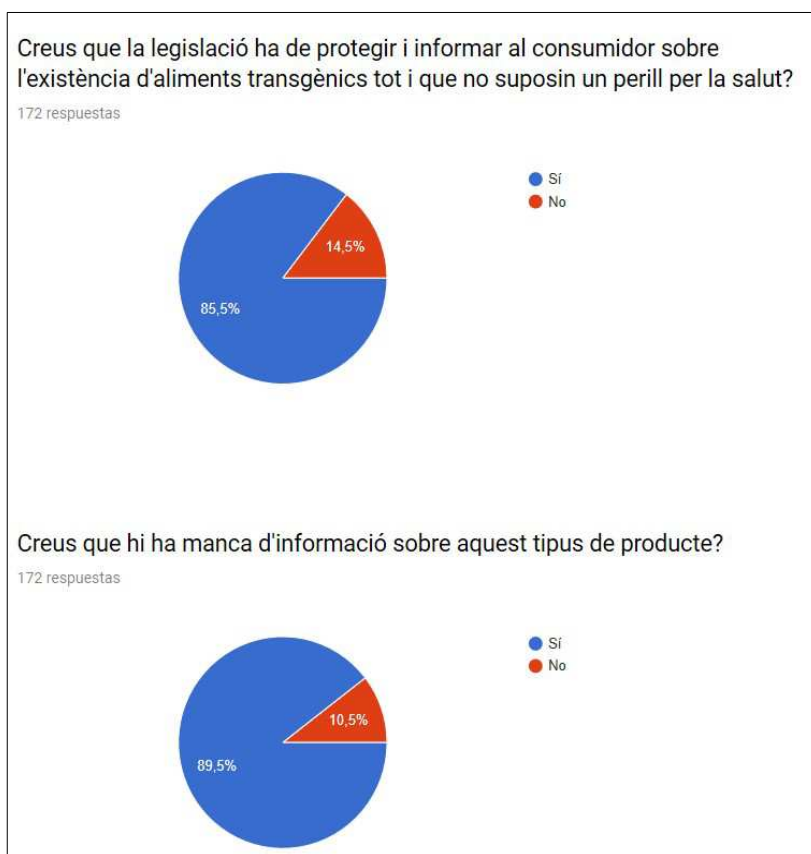


En aquest cas el 59% del total creia que podien ser beneficiosos, alguns arguments són que es podria abaratir els costos i augmentar la producció i fins i tot obtenir més nutrients de forma que hi hauria més aliments de forma més assequible i saludable. Per altra banda 41% restant té una opinió contrària, afirmen alguns que com no són naturals podrien arribar a ser dolents per la salut, per altra banda a l'estar a càrrec de poques empreses hi pot tenir un impacte ambiental i un cost elevat per a les persones.

Pel que fa al aproximadament 45% dels enquestats que estan vinculats a la agricultura, tots d'ells per mitjà d'un familiar o conegut que ha treballat amb plantes, més de la meitat no va afectar aquesta vinculació al coneixement sobre OMG, no ho sabien (51%), ja tenien constància de l'existència de cultius transgènics (34%). Només un 15% (8 enquestats) en vincular-se van tenir constància de cultius transgènics, és a dir, només un 4,7% de tota la mostra. Per tant, el fet d'estar vinculat a l'agricultura no afecta al coneixement d'OMG.

“Creus que la legislació ha de protegir i informar al consumidor sobre l'existència d'aliments transgènics tot i que no suposin un perill per a la salut?” i “Creus que hi ha manca d'informació sobre aquest tipus de producte”

Aquestes preguntes fan referència a la legislació exhaustiva que porta a terme la Unió Europea sobre els transgènics, el seu alliberament i posterior control. Tot i així és evident que no és fàcil trobar-los, per tant, la segona pregunta té com a objectiu determinar si aquesta mostra necessitaria informar-se més o no d'aquest productes abans de consumir-los.



Com era d'esperar, degut a les respostes anteriors, la majoria creu que la legislació ha de seguir sent estrictes amb els transgènics (85,5%) i també coincideixen que s'hauria d'informar a la població dels productes, no per la legislació, sinó a través dels diferents mitjans de comunicació.

Podem concloure l'enquesta dient que no hi ha un factor educatiu ni cap altre que afecti al coneixement general dels transgènics, ja que en general només una petita fracció de la mostra coneix el concepte, tot i que en referència als usos coneixen algunes aplicacions. Pel que fa a la salut i alimentació considero que a causa de la manca de transgènics a la nostra dieta habitual provoca aquest rebuig i la creença *a priori* que són dolents, i per tant demanen una major informació sobre aquests productes.

En resposta a l'enquesta com a segona part de la part pràctica del Treball de Recerca, com la major part dels enquestats demanava obtenir més informació sobre el tema, vaig decidir elaborar una presentació multimèdia que es va presentar davant dels alumnes de 1r de Batxillerat els dies 17 i 18 de desembre, amb la intenció d'informar aquesta part dels enquestats sobre els transgènics. Va ser possible gràcies als coneixements adquirits durant la meua investigació teòrica del tema, els temes tractats van ser:

- Introducció als transgènics: concepte d'ADN i recombinació genètica.
- Usos que tenen: amb microorganismes, animals i plantes.
- Interès econòmic: diferents beneficis que comporta la seva producció
- Riscos per a la salut: al·lèrgies, resistència a antibiòtics i toxicitat
- Legislació europea: com ens protegeixen davant transgènics perillosos

Les exposicions es van realitzar sense cap problema, gràcies a la col·laboració dels alumnes i els professors que van escoltar-les. Gràcies a la presentació, que es va realitzar de forma fluida i dinàmica, crec que part de l'alumnat es va conscienciar sobre els transgènics i potser la seva percepció, una vegada coneixent el tema amb més profunditat, ha canviat.

Pel que fa del torn de preguntes, va ser escàs. Tot i així, en 1r de batxillerat A es van interessar per quins tipus de transgènics existien i quins inconvenients podrien tenir a la salut. Pel que fa al 1r de batxillerat B, van fer una pregunta molt interessant sobre el control i la venda de les llavors transgèniques, fent especial èmfasi al cas de l'arròs daurat.

Finalment, tot i que van sorgir algunes qüestions, no hi ha un especial interès sobre el tema tot i que l'enquesta mostra un ampli desconeixement sobre aquest. Els transgènics no són un tema de interès general.

Cal mencionar també la creació d'un fòrum (veure annex D) el qual es podia accedir al final de l'enquesta. En aquest es podia preguntar sobre qualsevol dubte relacionat amb aquest treball. Desafortunadament ningú va utilitzar-lo però estava pensat per realitzar un debat sobre l'ús dels transgènics a Espanya.

Podeu trobar els enllaços de l'enquesta i de la presentació a través de l'annex D.

5. Conclusions

A partir del Treball de Recerca en primer lloc he pogut complir amb els meus objectius inicialment proposats:

- Conèixer els mecanismes de creació i detecció d'organismes modificats genèticament.
- Entendre quin motiu mou les empreses a crear un aliment transgènic.
- Veure quins beneficis i inconvenients té la producció i consum d'aliments transgènics.
- Determinar quina podria ser la quantitat d'aliments modificats que consumim.
- Observar quin grau de desconeixement hi ha sobre aquest tema a l'Institut on estudio.

Aquestes han sigut les conclusions:

Primerament he pogut concloure que hi ha diferents mecanismes de creació de transgènics per mitjà de la biobalística, microinjecció, electroporació i transformació genètica amb *Agrobacterium*, amb els quals es pot aconseguir la recombinació de DNA que és el que dona lloc a un organisme modificat genèticament.

També he pogut saber que els cultius transgènics permeten abaratir els costos de producció, ja que permeten reduir l'ús d'herbicides i augmentar la productivitat ja que les plantacions no estan afectades per plagues.

D'altra banda, a part dels beneficis mencionats, cal destacar la creació d'aliments millorats nutricionalment com per exemple l'arròs daurat i també la creació d'aliments sense components al·lèrgens com el cas del blat sense gluten i la iuca amb menys quantitat de cianur.

També hem de mencionar els inconvenients per a la salut, com pot ser la toxicitat que podrien tenir alguns transgènics, les al·lèrgies provocades per la incorporació de DNA que codifiqui alguna proteïna amb propietats al·lèrgenes o la resistència a antibiòtics de la nostra flora intestinal a causa del consum d'OMG.

Per últim, gràcies a la revisió de la normativa europea i l'evolució del consum a nivell mundial d'aquest producte arribo a la conclusió de què a Espanya tot i que és el principal productor de transgènics a tota Europa, a causa de les lleis restrictives que imposa la UE, el consum és mínim i ben especificat, a més la majoria està destinat principalment a l'agricultura.

Gràcies a la investigació sobre els transgènics i la posterior enquesta a un sector dels joves de la Vila, puc respondre a la pregunta proposada a l'inici d'aquest treball. "Quin és el desconeixement que hi ha sobre els transgènics a l'Institut on estudio?":

En definitiva considero que al no ser un tema d'interès i poc estès a la nostra societat era esperable que els resultats de l'enquesta afirmessin que hi ha un desconeixement generalitzat sobre aquest tema. La resposta a la pregunta proposada inicialment seria que hi ha un grau elevat de desconeixement, ja que només un 32% dels enquestats coneixia el concepte, i més del 70% desconeixien si realment la seva alimentació incloïa aquests tipus d'aliments.

Com a conclusió personal, crec que si aquests productes estiguessin més estesos per Europa, la població seria més conscient dels riscos i beneficis que comporta el seu consum. A més, considero que en pocs anys la situació podria variar ja que en diferents universitats d'Espanya porten molts anys treballant amb els transgènics i l'únic impediment per a l'alliberament d'aquests cultius és la legislació. En definitiva, a la vila on visc difícilment trobarem aliments transgènics i vilatans que es dediquin o coneguin la seva existència a curt termini.

Finalment voldria exposar que el Treball de Recerca ha sigut una bona oportunitat per aprofundir en aquest tema, tot i que a causa de la falta de recursos no he acabat d'assolir els meus objectius personals que esperava abans d'iniciar la investigació.

Si pogués canviar el treball, hauria realitzat una enquesta i una presentació abans de l'estiu, posteriorment una vegada iniciat el curs següent en faria una altra per poder realitzar una comparativa entre la percepció d'abans i de després. A més, si a Espanya fossin més accessibles els transgènics, hauria estat interessant veure de primera mà com es detecten per mitjà de la tècnica de PCR.

6. Referències bibliogràfiques

En el text podeu trobar les referències de la forma : (Reyes S. i Rozowski N, 21)¹

1. Reyes S. , María Soledad, y Jaime Rozowski N. «ALIMENTOS TRANSGÉNICOS». Revista chilena de nutrición, vol. 30, n.º 1, abril de 2003, pp. 21-26. SciELO, doi:10.4067/S0717-75182003000100003.
2. Chamas, Alexandrina. «ALIMENTOS TRANSGÉNICOS». Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, vol. 3, n.º. 4-5, diciembre 2000, pp. 11. Invenio, ISSN: 0329-3475
3. Martín Pérez, Laura. «TRANSGÉNICOS: la realidad». 1º Genética UAB, vol. 1, n.º 1, junio 2016, pp. 23.
http://bioinformatica.uab.cat/base/documents/genetica_gen201516/portfolio/Trasgenicos2016_6_2P9_16_15.pdf
4. Carvajal, Paula, et al. «Detección molecular de secuencias de adn transgénico en alimentos de consumo humano y animal en Costa Rica». Agronomía Costarricense, julio de 2017. revistas.ucr.ac.cr, doi:10.15517/rac.v41i1.29751.
5. CanalDivulgación. PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa (divulgación científica IQOG-CSIC). YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=TaHTjA5gKU>.
6. DoctorGenoma. «Marcadores moleculares para mapas genéticos». Blog de Laboratorio, 24 de marzo de 2010, <http://blogdelaboratorio.com/marcadores-moleculares-para-mapas-geneticos/>.
7. Uffo, Odalys. «PRODUCCIÓN ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍAS PECUARIAS: NUEVOS RETOS». Revista de Salud Animal, vol. 33, n.º 1, abril de 2011, pp. 08-14
8. Puigdomènech, Pere.«L'agricultura a l'entreforc». Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya, vol. 1, n.º. 18, Barcelona, Juny 1997, pp. 34-41. Revistes Catalanes amb accés Obert, <https://www.raco.cat/index.php/MATiC/article/view/287723/377224>
9. Anderson, Luke. «Transgénicos: ingeniería genética, alimentos y nuestro medio ambiente. »Gaia Proyecto 2050, 2001. Open WorldCat, <https://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/trans.pdf>.
10. Chaparro Giraldo, Alejandro, «CULTIVOS TRANSGÉNICOS: ENTRE LOS RIESGOS BIOLÓGICOS Y LOS BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.» Acta Biológica Colombiana [en línea] 2011, 16 <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319027888016>> ISSN 0120-548X

11. Valpuesta, Victoriano. «Los organismos modificados genéticamente ¿Transgénico o GMO?» Universidad de Málaga, n.º 21, febrero de 2018, p. 8.
12. «España concentra el 95% de los cultivos transgénicos de Europa». La Vanguardia, 5 de mayo de 2017,
<https://www.lavanguardia.com/natural/20170506/422312083177/informe-mundial-cultivos-transgenicos-espana-lider-europa.html>.
13. «Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de marzo de 2001, sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente y por la que se deroga la Directiva 90/220/CEE del Consejo - Declaración de la Comisión». 106, vol. OJ L, 32001L0018, 17 de abril de 2001, <http://data.europa.eu/eli/dir/2001/18/oj/spa>.
14. «2004/204/CE: Decisión de la Comisión, de 23 de febrero de 2004, por la que se establecen las disposiciones pormenorizadas de funcionamiento de los registros para la recogida de información relativa a las modificaciones genéticas en OMG, previstos por la Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE) [notificada con el número C(2004) 540]». OJ L, vol. 065, 32004D0204, <http://data.europa.eu/eli/dec/2004/204/oj/spa>. [Consulta: 02/09/2019]
15. «Reglamento (CE) n° 1946/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de julio de 2003, relativo al movimiento transfronterizo de organismos modificados genéticamente (Texto pertinente a efectos del EEE)». OJ L, vol. 287, 32003R1946, <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1946/oj/spa>. [Consulta: 02/09/2019]
16. Unit, Biosafety. «About the Protocol». The Biosafety Clearing-House (BCH), 29 de mayo de 2012, <http://bch.cbd.int/protocol/background/>.
17. «Reglamento (CE) n° 1830/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2003, relativo a la trazabilidad y al etiquetado de organismos modificados genéticamente y a la trazabilidad de los alimentos y piensos producidos a partir de éstos, y por el que se modifica la Directiva 2001/18/CE». OJ L, vol. 268, 32003R1830, <http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1830/oj/spa>. [Consulta: 02/09/2019]
18. «Directiva (UE) 2015/412 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo de 2015, por la que se modifica la Directiva 2001/18/CE en lo que respecta a la posibilidad de que los Estados miembros restrinjan o prohíban el cultivo de organismos modificados genéticamente (OMG) en su territorio Texto pertinente a efectos del EEE». 068, vol. OJ L, 32015L0412, 13 de marzo de 2015, <http://data.europa.eu/eli/dir/2015/412/oj/spa>.
19. European Commission - PRESS RELEASES - Press release - La normativa europea sobre los OGM y la OMC. https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-06-61_es.htm. [Consulta: 02/09/2019]

20. López Martín, Jimena. «Alimentos Transgénicos, Organismos Genéticamente Modificados (OGM)». Universidad de Cantabria, Escuela de Enfermería casa de salud Valdecilla, Cantabria, Junio 2016, pp. 1-25. Trabajo de fin de grado. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8935/Martin%20Lopez%20J..pdf?sequence=4&isAllowed=y>
21. Herbert, Martha & E. García-G, Jaime & García-G, Mildred. (2006). «Alimentos transgénicos: incertidumbres y riesgos basados en evidencias». Harvard Medical School, Enero 2006, pp. 1-18
https://www.researchgate.net/profile/Martha_Herbert/publication/237264024_Alimentos_transgenicos_incertidumbres_y_riesgos_basados_en_evidencias/links/54c58e070cf2911c7a55b884/Alimentos-transgenicos-incertidumbres-y-riesgos-basados-en-evidencias.pdf
22. Consejo interministerial de OMG.(2012). « EL CULTIVO DE MAÍZ MODIFICADO GENÉTICAMENTE EN ESPAÑA ». Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, Octubre de 2012, p. 4.
https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/biotecnologia/EVOLUCIÓN%20DE%20LA%20SUPERFICIE%20ESTIMADA%20DE%20SIEMBRA%20DE%20MAÍZ%20MG%20EN%20ESPAÑA_tcm30-189738.pdf
23. «Logran tomates más resistentes a las plagas». UPV Innovación, <https://innovacion.upv.es/es/logran-tomates-mas-resistentes-a-las-plagas/>.
[Consulta: 02/01/2020]
24. La UMA y La Mayora trabajan para conseguir fresas que se conserven más tiempo después de la cosecha - Universidad de Málaga.
<http://www.uma.es/sala-de-prensa/noticias/la-uma-y-la-mayora-trabajan-para-conseguir-fresas-que-se-conserven-mas-tiempo-despues-de-la-cosecha/>. [Consulta: 02/01/2020]

Annexos

Transgènics a la nostra dieta: El desconeixement sobre allò que mengem



Barrinador europeu

Curs 2019-20

Annex A

DETECCIÓN MOLECULAR DE SECUENCIAS DE ADN TRANSGÉNICO EN ALIMENTOS DE CONSUMO HUMANO Y ANIMAL EN COSTA RICA

*Paula Carvajal**, *Hilary Ureña**, *Josué Umaña***, *Carolina Sancho**, *Frank Solano****,
*Mailén Arleo*****, *Claudio Martínez*****, *Rodolfo Umaña^{1/}**

Palabras clave: OGM; trazabilidad; PCR punto final; maíz; soya; transgénicos.

Keywords: GMO; traceability; end-point PCR; maize; soybean; transgenics.

Recibido: 25/04/16

Aceptado: 06/12/16

RESUMEN

Desde la introducción de los cultivos genéticamente modificados (GM), ha habido un crecimiento continuo en adopción de la tecnología y en la comercialización de alimentos y piensos derivados de cultivos GM alrededor del mundo. Gobiernos y organizaciones han desarrollado métodos para detectar rápidamente y con alto rendimiento los alimentos y piensos derivados de cultivos GM, y así verificar el cumplimiento de las regulaciones dirigidas a proveer información al consumidor. El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de secuencias de ADN derivadas de maíz y soya GM, en una gama de piensos y alimentos, sin procesar y procesados, comercializados en Costa Rica, un mercado sin regulaciones que indiquen contenido transgénico en el etiquetado. Se empleó el método cualitativo estándar, de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en punto final, para la detección de material GM a partir las regiones comunes del promotor *35S* y el terminador *NOS*, seguido de la detección específica de los eventos de maíz *Bt11*, *MON810*, *GA21* y *NK603*, así como el evento de

ABSTRACT

Molecular detection of transgenic DNA sequences in human food and animal feed in Costa Rica. Since the introduction of genetically modified (GM) crops, there has been a continuous growth in adoption of the technology and in commercialization of food and feed products derived from GM crops worldwide. Governments and organizations have developed methods for rapid and high throughput screening of GM-derived foods and feeds, to verify compliance with labelling regulations aimed at providing information to consumers. The objective of this study was to determine the presence of DNA sequences, derived from GM maize and soy, in a range of unprocessed and processed foods and feeds commercialized in Costa Rica, a market without regulations to indicate transgenic content in the labelling. The standard end-point qualitative method of polymerase chain reaction (PCR) was used for detection of GM material, the common regions of the *35S* promoter and the *NOS* terminator, followed by the specific detection of maize *Bt11*,

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: rodolfo.umana.castro@una.cr

* Universidad Nacional, Laboratorio de Análisis Genómico, Costa Rica.

** Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Costa Rica.

*** Universidad Nacional, Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Costa Rica.

**** Universidad de la República, Facultad de Ciencias, LaTraMA-Laboratorio de Trazabilidad Molecular Alimentaria, Uruguay.

soya *GTS 40-3-2*, en una selección de alimentos y piensos disponibles en Costa Rica. Los resultados generales de la detección de secuencias derivadas de cultivos GM fueron: 86% para el promotor *35S*, 72% para el terminador *NOS* y 40% para los eventos identificados. Los eventos más frecuentemente detectados fueron *MON810*, *NK603* y *Bt11*. Los resultados demostraron que existen alimentos y piensos derivados de cultivos GM en el mercado local y que la significancia y viabilidad del etiquetado de los productos, para proveer información a los consumidores, debería ser abordado por las autoridades competentes. Sin embargo, todavía falta realizar estudios cuantitativos en los análisis de rutina, para detectar si el límite de material GM, establecido por la regulación sobre alimentos y piensos GM de la Unión Europea, se ha exlralimitado.

MON810, *GA21*, and *NK603* events, as well as the soybean *GTS 40-3-2* event, in a selection of foods and feeds available in Costa Rica. The overall results of the GM crops screening were: 86% for the *35S* promoter, 72% for *NOS* terminator and 40% for identified events. The most frequently detected events were *MON810*, *NK603* and *Bt11*. The results showed that GM crops-derived foods and feeds are found in the local market, and that the significance and viability of product labelling, to provide information to consumers, should be addressed by competent authorities. However, quantitative studies on the routine analyses are still needed, to detect if the threshold of GM material, set by the European Union GM food and feed regulation, has been exceeded.

INTRODUCCIÓN

El cultivo mundial de plantas genéticamente modificadas (ha registrado un incremento sostenido. El área global sembrada con cultivos transgénicos aumentó de 1.7 millones de hectáreas en 1996 a 44.2 millones de hectáreas en el 2000, mientras que para el 2015; según el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA), 179,7 millones de hectáreas cultivadas eran cultivos biotecnológicos (Schaper y Parada 2001).

En América, Estados Unidos es el país que más contribuye en cultivos de este tipo, ya que ha presentado el mayor incremento anual absoluto del mundo en la siembra de cultivos GM (70,9 mill ha), seguido de Brasil (44,2 mill ha), Argentina (24,5 mill ha) y Canadá (11,0 mill ha) (James 2015). En el 2012, en México fue aprobada la siembra del evento MON-04032-6

de soya transgénica por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), sin embargo, durante el 2014 se emitió una orden judicial para prohibir la liberación comercial del evento, en 7 estados de la República Mexicana (Claver 2013, González 2014). Además, en el 2012, SAGARPA concedió el permiso de liberación en fase piloto y experimental de maíz transgénico a empresas transnacionales. Sin embargo, en el 2013 se suspendió la liberación del maíz como medida precautoria, hasta que se determine una resolución jurídica (González 2014).

En Centroamérica, países como Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua se han dedicado al cultivo de maíz GM (Morales-Estupiñán 2001). En Guatemala la introducción de OGM ha ocurrido sin regulaciones, por lo que se ha generado un debate nacional sobre el cultivo de éstos (Landaverry 2014). En el Salvador, el

tratado de libre comercio ha permitido el ingreso continuo de alimentos genéticamente modificados producidos en Estados Unidos (Franco-Ortíz *et al.* 2014). En Nicaragua, los eventos transgénicos autorizados para el cultivo son *Bt176*, *Bt11*, *MON863*, *MON810*, *GA21* y *NK603*, entre otros (Álvarez *et al.* 2012).

En Costa Rica, actualmente, los cultivos transgénicos han sido autorizados únicamente para el incremento de semillas de algodón y soya, para investigaciones de tipo experimental en maíz, piña, banano, plátano, arroz y tiquizque (James 2015). Por otro lado, el 91% de los municipios del país se han declarado libres de transgénicos (Pacheco y García 2014). Según datos del Servicio Fitosanitario del Estado, en Costa Rica, desde 1991 hasta el 2016 se registran 11687,43 ha de superficie plantada con OGM, entre los cuales destacan algodón con 10686,66 ha, soya 905,48 ha, arroz 1,8 ha, banano 19,1 ha y piña con 68,47 ha (MAG 2016a).

En Costa Rica, la Dirección del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), es el ente encargado del control y monitoreo sobre los organismos transgénicos en el país, al otorgar o negar las solicitudes de siembra comercial o de investigación que se deseen ejecutar con organismos transgénicos. Cabe destacar que a la Dirección del SFE no le corresponde la evaluación de los productos derivados a partir de estos organismos. La Dirección del SFE es asesorada principalmente por la Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CTNBio), la cual ha jugado un papel importante en los procesos de introducción de eventos transgénicos en el agro del país (Pacheco y García 2014), al recomendar la concesión de permisos a compañías subsidiarias de corporaciones transnacionales para la reproducción de semillas e investigación (MAG 2016b).

Por otro lado, en cuanto a las regulaciones que indiquen contenido transgénico en el etiquetado de productos envasados en Costa Rica, la Secretaría Técnica del Comité Nacional del Codex Alimentarius en Costa Rica procedió a homologar la Norma general del Codex para el

Etiquetado de los Alimentos Preenvasados Codex Stan 1-1985 (Rev. 1-1991), mediante la adopción de los reglamentos técnicos RTCR 100:1997 y RTCA 67.01.07:10. Sin embargo, ni en la Norma ni en estos reglamentos se aborda el etiquetado de alimentos derivados de la biotecnología moderna. Por lo anterior, el Codex Alimentarius Costa Rica solo dispone de los Principios para el Análisis de Riesgos de Alimentos derivados de la Biotecnología Moderna (CAC/GL 44-2003) donde se indica que “las medidas de gestión de riesgos pueden incluir, según sea apropiado, el etiquetado de alimentos, las condiciones para aprobar su comercialización y la vigilancia tras la puesta en el mercado”. Asimismo, el Reglamento a la Ley de Protección Fitosanitaria N°. 26921-MAG indica en su artículo 131 que “para introducir y/o comercializar en Costa Rica productos vegetales u otros organismos modificados genéticamente de uso en la agricultura, deberán ser identificados como tales en una etiqueta en donde el consumidor reconozca las características del producto”, lo que excluye a los alimentos preenvasados derivados de la biotecnología moderna.

La trazabilidad alimentaria en Costa Rica no es eficiente como lo indica García (2007), ya que tanto los importadores de alimentos como el Estado no ven relevante lo indicado en los artículos 46 y 48 de la Ley de Biodiversidad (Costa Rica 1998), en cuanto a lo establecido en materia de importación de OGM, tal como en el caso de semillas y granos para consumo, los cuales podrían ser viables en su germinación luego de su importación y transporte dentro del país. La detección de OGM en alimentos puede realizarse por múltiples técnicas de biología molecular, entre la más usadas esta la amplificación de las secuencias de ADN transgénicas mediante PCR punto final (cualitativa) y PCR tiempo real (cuantitativa, qPCR) (Hurst *et al.* 1999, Querci *et al.* 2009). El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (*European Commission's Joint Research Centre-JRC*) avala 118 métodos de PCR (cualitativos y cuantitativos), los cuales se encuentran descritos en el Compendio de Métodos de Referencia para el análisis de OGM,

“*Compendium of reference Methods for GMO analysis*” (Bonfini *et al.* 2012).

El análisis por PCR punto final permite hallar e identificar remanentes de ADN derivado de OGM, en alimentos procesados, ya sea por la localización de regiones promotoras y/o terminadoras en la arquitectura del transgén, o la identificación de genes que le confieren características específicas a un evento de transformación específico; que se caracteriza por ser una variante vegetal determinada en cuanto a la integración del o los transgenes en la planta (sitio de integración en el genoma de la misma, número de copias del o los transgenes, nivel de expresión de la o las proteínas de interés, etc.). La técnica de PCR posee dificultades a nivel molecular respecto al aislamiento de trazas de ADN debido a diversos factores que contribuyen a la degradación de éste, tales como procesos de cocción, cambios drásticos de pH, actividad de nucleasas y presencia de agentes químicos que pueden degradar la estructura nucleotídica (Holst-Jensen *et al.* 2003). Asimismo, los compuestos presentes en los alimentos procesados como las proteínas, grasas, polisacáridos, polifenoles, extractos de cacao y azúcar caramelizado pueden inhibir la ADN polimerasa, y disminuir la eficiencia en la detección del OGM por PCR (Ahmed 2002). Por lo tanto, el método de extracción y purificación de ADN total de los alimentos procesados, es un paso crítico para la detección de las secuencias de ADN transgénico por medio de PCR. El objetivo de este estudio fue evidenciar la presencia o ausencia de trazas de ADN de maíz y soya GM en alimentos procesados, granos y piensos compuestos disponibles en el mercado costarricense, por medio de la detección de secuencias específicas utilizando la técnica molecular cualitativa de PCR en tiempo final.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de muestras

Se analizaron 36 alimentos sólidos de consumo humano y animal, con o sin ingredientes de maíz ó soya aparente en su fabricación, de venta

en establecimientos comerciales de las provincias de Heredia, Cartago y San José. Entre los alimentos que fueron analizados están tortillas y chips tostados de maíz, chips de papa tostada, harinas de maíz, cereales de maíz azucarados, magdalenas dulces, embutidos, concentrados de consumo animal y granos de maíz para molienda o siembra, tal como se muestra en resultados más adelante.

Extracción y cuantificación del ADN total de matrices complejas

Previo a la extracción de ADN se eliminó el exceso de condimento en polvo, azúcar y otros aditivos que contenían los alimentos procesados en su superficie. Además, se limpiaron los instrumentos con hipoclorito de sodio comercial al 10% para evitar la contaminación entre muestras y se utilizaron guantes de nitrilo (sin almidón de maíz) en el proceso de manipulación. La extracción de ADN total se realizó según el protocolo de Doyle y Doyle (1987) con algunas modificaciones. Las muestras fueron maceradas en un disruptor mecánico (MM400, Retsch, Haan, Alemania) con 2 balines de acero inoxidable de 15 mm. Se tomó 100 mg del material pulverizado y se homogeneizó en solución de extracción CTAB (Tris-HCl 100 mM, pH 8,0; EDTA 50 mM, pH 8,0; NaCl 1,4 M; bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB) 2%; β-mercaptoetanol 140 mM). Posteriormente, se adicionó una solución de cloroformo:octanol (24:1) y 0,8 volúmenes de isopropanol frío para precipitar el ADN total. La concentración e integridad de los ácidos nucleicos recuperados se determinó en un espectrofotómetro (NanoDrop 2000, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA) y el perfil de ADN total se visualizó en geles de agarosa al 1,0% en solución tris/borato/EDTA (TBE) 1X.

Detección de secuencias transgénicas derivadas de OGM e identificación de eventos específicos mediante PCR de punto final

Las muestras de ADN fueron analizadas con cebadores descritos en el Compendio de

Métodos de Referencia para el análisis de OGM del Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea (Van den Eede *et al.* 2010). La presencia de secuencias de maíz y soya en los alimentos fue confirmada mediante la amplificación de un fragmento de los genes endógenos de una proteína de la familia A del grupo de alta movilidad del maíz, y de la proteína lectina de la soya, mediante los cebadores *hmgA* y *Le1*, respectivamente. Se determinó la presencia de secuencias derivadas de OGM en las muestras al ampliar una región de ADN del promotor 35S del virus del mosaico de la coliflor (*CaMV*) y del terminador del gen nopalina sintasa (*t-Nos*) de *Agrobacterium tumefaciens*, utilizados en la mayoría de los cultivos GM (Barbau-Piednoir *et al.* 2010 y Holden *et al.* 2010). Además, se identificó la presencia de secuencias de ADN de los eventos transgénicos específicos de maíz *MON810* -mediante la amplificación de la región de unión entre el intron 1 del gen *hsp70* de maíz y el gen sintético de la proteína cristalina insecticida *CryIAb* de *Bacillus thuringiensis* (cebadores *IVS-HSP-F/CryIA(b)-R*)-, el evento *Bt11* mediante la amplificación de la región fronteriza de integración (*IBR*,

por sus siglas en inglés) en el extremo 3' entre el inserto en el evento *Bt11* y el genoma del maíz (*Bt11-INS-F/3'JUNC-R*), el evento *NK603* por medio de la amplificación de la *IBR* en el extremo 3' entre el inserto del evento *NK603* y el genoma del maíz (cebadores *NK603-INS-F/3'JUNC-R*), y el evento *GA21* al amplificar la *IBR* en el extremo 5' entre el inserto del evento *GA21* y el genoma del maíz (cebadores *GA21-5'JUNC-F/INS-R*). También se identificó el evento *GTS 40-3-2* de soya por medio de la amplificación de la región de unión entre el promotor 35S y la secuencia del péptido señal de tránsito al cloroplasto (*CTP*, por sus siglas en inglés) del gen *epsps* de *Petunia hybrida* (cebadores *P-35Ssoy-F/CTP4-R*) (Cuadro 1). Como controles positivos se utilizó material biológico proporcionado por el Laboratorio de Trazabilidad Molecular Alimentaria (LaTRA-MA), FCIEN, UdelaR, Uruguay (Arleo 2015) obtenido a partir de Materiales de Referencia Certificados (MRC) del *Institute for Reference Materials and Measurements* (IRMM, Bélgica). Por otra parte, como control negativo de transgenicidad, se empleó maíz orgánico certificado, cultivado y comercializado en Costa Rica.

Cuadro 1. Cebadores utilizados para la detección molecular por PCR de genes endógenos de maíz y soya, además de transgenicidad y eventos transgénicos específicos en alimentos de consumo humano y animal (Van den Eede *et al.* 2010).

Secuencia diana	Cebador	Secuencia 5' - 3'	Tamaño amplicón	Método de referencia JRC
Gen lectinas de soya (Le1)	Le1-F	CTTTCTCGCACCAATTGACA	105 pb	QT-TAX-GM-020
	Le1-R	TCAAACACTCAACAGCGACGAC		
Gen familia A del grupo de alta movilidad (HMGA) de maíz	hmgA-F	TTGGACTAGAAATCTCGTGCTGA	79 pb	QT-TAX-ZM-002
	hmgA-R	GCTACATAGGGAGCCTTGTCCT		
Promotor 35S	CAMVP 35S-F	GCCTCTGCCGACAGTGGT	82 pb	QL-ELE-00-012
	CAMVP 35S-R	AAGACGTGGTTGGAACGTCTTC		
Terminador Nos	<i>t</i> -Nos F	CATGTAATGCATGACGTTATTTATG	84 pb	QL-ELE-00-013
	<i>t</i> -Nos R	TGTTTTCTATCGCGTATTAATGT		
Intron 1 del gen hsp70 de maíz	Mon810-IVS-HSP-F	GATGCCTTCTCCCTAGTGTGA	113 pb	QT-CON-00-004
Gen proteína cristalina insecticida Cry1Ab	Mon810-CRY IA(B)-R	GGATGCACTCGTTGATGTTTG		
Inserto Bt11 y región de unión al genoma de maíz	Bt11-INS-F	GCGGAACCCCTATTTGTTTA	70 pb	QT-EVE-ZM-00
	Bt11-3'JUNC-R	TCCAAGAATCCCTCCATGAG		
Inserto NK603 y región de unión al genoma de maíz	NK603-INS-F	ATGAATGACCTCGAGTAAGCTTGTTAA	108 pb	QT-EVE-ZM-008
	NK603-3'JUNC-R	AAGAGATAACAGGATCCACTCAACACT		
Región de unión al genoma de maíz e inserto GA21	GA21-5'JUNC-F	CTTATCGTTATGCTATTTGCAACTTAGA	112 pb	QT-EVE-ZM-007
	GA21-INS-R	TGGCTCGCGATCCTCCT		
Región de unión entre promotor 35S CaMV y secuencia CTP	P-35S-F	CATTTGGAGAGGACACGCTGA	74 pb	QT-CON-00-003
	CTP4-R	GAGCCATGTTGTTAATTTGTCCC		

La amplificación por PCR fue diseñada con un Master Mix (0,2 mM de cada dNTP, 0,025 U. μ l⁻¹ ADN polimerasa, tampón de reacción y 2mM MgCl₂, Thermo Scientific), 0,4 μ M de cada uno de los cebadores y 100-150 ng de ADN total. La reacción de amplificación se llevó a cabo en un termociclador (Proflex PCR System; Applied Biosystems, Life Technologies, EE.UU.) bajo las siguientes condiciones: 4 min a 94°C, seguida de 33 ciclos de 30 s a 94°C, 30 s a 60°C (temperatura de hibridación optimizada para todos los cebadores utilizados en este estudio) y 30 segundos a 72°C, seguido de una extensión final a 72°C por 7 min. Para visualizar los productos de PCR se realizó una electroforesis en gel de agarosa al 3% en TBE 1X, con un tiempo de movilidad electroforética de 100 min a 80V. Los productos fueron teñidos con GelRed (Biotium, Hayward, CA, EE. UU) y digitalizado en un fotodocumentador (BioDoc-It,UVP, Upland, CA, EE.UU.). El tamaño aproximado de los amplicones PCR se determinó mediante secuenciación automatizada como se describe más adelante.

Purificación de los productos de PCR y secuenciación

Algunos amplicones representativos, obtenidos por el análisis PCR de punto final para el terminador de la *nopalina sintasa (t-Nos)* y para eventos específicos en maíz y soya (*MON810*, *GA21*, *NK603* y *GTS 40-3-2*) fueron purificados enzimáticamente mediante Exonucleasa I (20U. μ l⁻¹) y fosfatasa alcalina termosensible FastAp (Thermo Scientific) (1U. μ l⁻¹), según las instrucciones del fabricante. Por otro lado, se utilizó un protocolo alternativo de limpieza y purificación de productos de PCR mediante precipitación con etanol 95% y acetato de sodio 3M. Los productos de PCR purificados fueron secuenciados en ambas direcciones en un analizador genético multicapilar (3130, Applied Biosystems) en el Laboratorio de Análisis Genómico (LAGEN) de la Escuela de Ciencias Biológicas de la UNA y empleando una química de reacción de tipo Sanger (BigDye Terminator™ V3.1,

Applied Biosystems). Las secuencias recuperadas fueron editadas con el programa bioinformático *Geneious R9* (Biomatters Ltd. Nueva Zelanda) y analizadas utilizando la herramienta básica de búsqueda local de similitud (BLASTn, por sus siglas en inglés, Altschul *et al.* 1990) de la base de datos NCBI (Johnson *et al.* 2008) mediante parámetros por defecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Extracciones de ADN e integridad del ADN total

La concentración del ADN total obtenido de las muestras de alimentos procesados, derivado del análisis espectrofotométrico, se situó entre los 72,33 ng. μ l⁻¹ y 3893,47 ng. μ l⁻¹. De acuerdo con la relación $Abs_{260nm}/_{280nm}$, las muestras presentaron valores cercanos al óptimo de pureza (entre 1,6 y 1,8), a excepción de las muestras M-09, M-41, M-42, M-43 M-56 que mostraron la presencia de proteínas, con valores menores a 1,8 (Gallagher 2001); las muestras M-18, M-20 y M-27 contenían trazas de solventes orgánicos como el cloroformo, el cual fue utilizado en el proceso de la extracción de ADN (dato no mostrado). Por otra parte, la relación $Abs_{260nm}/_{230nm}$ (valor óptimo entre 2,0-2,2) demostró que las muestras presentaban moléculas copurificadas como sales, carbohidratos, péptidos, fenoles o compuestos aromáticos, a excepción de las muestras M-46 y M-47 (dato no mostrado). Estos resultados son esperables, ya que muchas de las muestras provienen de matrices complejas derivadas de alimentos procesados. La obtención de bajos coeficientes 260/280 también han sido reportados en otros estudios que realizan extracciones de alimentos procesados, donde se han obtenido valores de 1,17; 0,99 y 1,33 para muestras como tofu, harina de soya y lecitina, respectivamente (Zimmermann *et al.* 1998) y de 0,96; 0,99; 0,95 y 0,98 para muestras de alimentos procesados de soya, maíz, papa y trigo, respectivamente (Pauli *et al.* 2000). De manera similar, en otros estudios ha sido imposible obtener ADN de buena calidad en alimentos

altamente procesados como cereales, siropes y piensos (Margarit *et al.* 2006). Sin embargo, ninguna de las reacciones de PCR punto final dirigidas a genes endógenos (*HMGA* de maíz y *LeI* de soya) o a regiones del ADN que evidencian la presencia de secuencias derivadas de OGM (*CaMV-35S*) fueron inhibidas debido a estas impurezas. La calidad del ADN obtenido puede ser mayor si se utiliza un conjunto de piezas comerciales especializadas en recuperar trazas de ADN de alimentos, sin embargo, estos resultan menos eficientes en cuanto a la concentración de ácidos nucleicos totales en la muestra y además tiene asociado un costo mayor por muestra (Zimmermann *et al.* 1998).

Detección de genes endógenos de maíz y soya

Los análisis de detección molecular del gen endógeno del maíz *HMGA* mostraron que 28 de los 30 alimentos analizados (93%) contenían secuencias específicas de maíz, de los cuales 3 no reportaban en su descripción la utilización de maíz o sus derivados

como parte de sus ingredientes (Cuadro 2, muestras M-41, M-42 y M-63). En todas las muestras de maíz o con derivados de este, se pudo identificar la presencia del gen *HMGA*, con un tamaño aproximado de 79pb, salvo en la muestra M-20 donde no se obtuvo un amplicón. Por otra parte, se detectó la presencia de un fragmento del gen que codifica la lectina de soya (*LeI*) en el 46% (14/30) de las muestras analizadas, con un tamaño molecular de 105pb (Figura 1A), a pesar de que el 85% (12/14) de las muestras positivas no son productos fabricados con soya como ingrediente. Sin embargo, estos alimentos podrían contener productos derivados de soya como la lecitina de soya, que es utilizada como agente surfactante, el fabricante podría no describir realmente los ingredientes debido a que se usa en muy poca proporción, o el alimento podría ser procesado en una fábrica donde también se manipulan otros productos que contienen soya (Cuadro 2, M-04, M-07, M-21, M-29, M-41, M-43, M-46, M-47, entre otras).

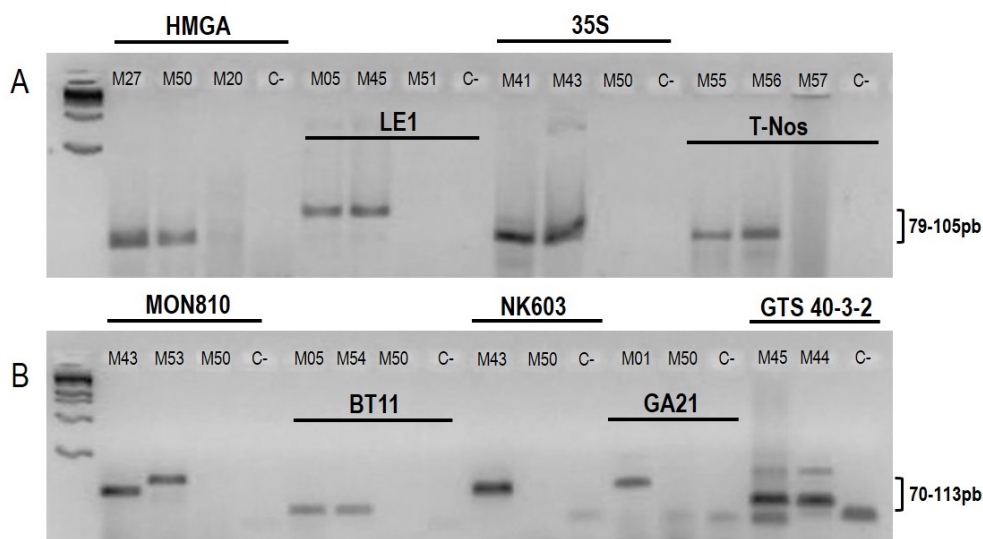
Cuadro 2. Evaluación de la ausencia/presencia por PCR punto final de trazas de genes endógenos de maíz/soya y de la detección de secuencias específicas de transgenicidad y eventos específicos de OGM en 36 alimentos de consumo humano y animal.

Muestra de alimento	Origen	Código	HMGA	Le1	p-35S	t-Nos	Mon810	Bt11	NK603	GA-21	35soy/CTP4
Tortillas tostadas de maíz	ES ^a	M-01	+	-	+	+	+	+	+	+	SD
Nachos con chile jalapeño	CR ^a	M-04	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Nachos con queso	H ^a	M-05	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Nachos con queso	EU ^a	M-06	+	+	+	+	-	+	+	-	-
Nachos de maíz	SD	M-62	+	SD	+	+	+	-	SD	SD	SD
Tortillas horneadas de maíz	CR ^a	M-07	+	+	+	+	-	-	+	-	SD
Chips de palomitas de maíz	EU ^a	M-09	+	-	+	+	-	-	-	-	SD
Tortillas horneadas de maíz sabor pizza	CR ^a	M-11	+	-	+	+	+	-	+	-	SD
Tortillas horneadas de maíz sabor limón y sal	CR ^a	M-12	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Palitos sabor queso	CR ^a	M-18	SD	-	+	-	-	+	-	-	-
Chips de papa sabor clásico	EU ^a	M-20	-	-	+	-	-	+	-	-	SD
Chips de papa sabor original	EU ^a	M-21	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Harina de maíz	CR ^a	M-27	+	-	+	+	+	+	+	-	SD
Harina de maíz	G ^a	M-61	+	SD	+	+	+	+	SD	SD	SD
Cereal infantil	C ^a	M-28	SD	+	+	-	-	+	-	-	-
Cereal en hojuelas de maíz	G ^a	M-29	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Cereal de maíz azucarado	M ^a	M-31	+	-	+	+	-	-	-	-	SD
Cereal de maíz azucarado	CR ^a	M-33	+	SD	+	-	+	-	SD	SD	SD
Cereal de maíz azucarado	CR ^a	M-35	+	-	-	-	-	+	-	-	SD
Magdalena rellena de dulce de leche	CR ^a	M-41	+	+	+	+	+	-	-	-	SD

Muestra de alimento	Origen	Código	HMGA	Le1	p-35S	t-Nos	Mon810	Bt11	NK603	GA-21	35soy/CTP4
Pastelito con relleno sabor vainilla	G ^a	M-42	+	-	+	+	+	-	-	-	SD
Galletas de trigo y maíz	SD	M-59	+	SD	+	+	-	-	SD	SD	SD
Tamal asado	CR ^a	M-43	+	+	+	+	+	-	+	+	-
Salchicha de soya	CR ^a	M-44	SD	+	-	-	+	-	-	-	+
Torta de soya	CR ^a	M-45	SD	+	+	+	+	-	-	-	+
Salchicha con pavo	CR ^a	M-46	SD	+	+	+	+	-	-	+	+
Salchicha empacada	CR ^a	M-63	+	SD	+	+	-	-	SD	SD	SD
Muslitos de pollo	CR ^a	M-47	SD	+	+	+	+	-	-	-	+
Maíz orgánico rojo	CR ^b	M-50	+	-	-	-	-	-	-	-	SD
Maíz orgánico amarillo	CR ^b	M-51	+	-	-	-	-	-	-	-	SD
Concentrado (1) para vacas	CR ^a	M-53	+	-	+	+	+	+	+	+	SD
Concentrado para aves de postura	CR ^a	M-54	+	-	+	+	+	+	+	+	SD
Concentrado (2) para vacas	CR ^a	M-55	+	-	+	+	+	-	+	+	SD
Concentrado para pollo de engorde	CR ^a	M-60	+	SD	+	+	+	+	SD	SD	SD
Concentrado para gallinas	CR ^a	M-56	+	-	+	+	+	-	+	+	SD
Maíz amarillo	G ^b	M-57	+	-	-	-	-	-	-	-	SD

CR, Costa Rica, ES, El Salvador, EU, Estados Unidos de Norteamérica, G, Guatemala, H, Honduras, SD, sin dato.

^a Manufacturado, ^b Producido



A) Productos de amplificación de genes endógenos de maíz (*HMGA*), soya (*Le1*) y ensayos de detección de OGM (*35S* y *t-nos*) en un rango de peso molecular entre los 79 pb y 105 pb.

B) Productos de amplificación de eventos transgénicos específicos de maíz (*MON810*, *Bt11*, *NK603*, *GA21*) y el evento *GTS 40-3-2* en soya con un rango de peso molecular entre 70pb a 113pb. Los códigos en los carriles corresponden a las muestras del Cuadro 2. Los controles negativos (C-) son controles de reacción PCR sin ADN. Escalera de peso molecular GeneRuler 1 Kb (Thermo Scientific).

Fig. 1. Productos de PCR visualizados mediante electroforesis en gel de agarosa.

Detección de transgénesis e identificación de eventos específicos

El ensayo de detección de OGM, validado internacionalmente, y basado en la amplificación de las secuencias génicas del promotor *CaMV-35S* y el terminador *t-Nos*, presentes en las construcciones de la mayoría de los eventos aprobados para su comercialización internacional, demostró que un 86% de las muestras de alimentos procesados analizadas (31/36) contiene secuencias transgénicas. En todas ellas se detectó un fragmento del promotor *35S* con un amplicón observable de aproximadamente 82 pb (Figura 1A). De estas muestras positivas, un 29% (9/31) no son productos con base en maíz como ingrediente primario. Un escenario similar se observó en el tamizaje del terminador *t-Nos*, donde en un 72%

(26/36) de las muestras analizadas se obtuvo bandas con un peso molecular de 84 pb (Cuadro 2) (Figura 1A). Cabe destacar que las muestras M-18, M-20, M-21, M-28 y M-33 no presentaron resultados positivos para *t-Nos*, pero si para la región *35S*. Lo anterior puede deberse a que la muestra presenta eventos transgénicos que no poseen el terminador *t-Nos* en su construcción (p.ej. Mon810 en la muestra M-33), o a una dificultad en la detección de esta secuencia debido al alto grado de procesamiento de los alimentos que podría degradar el ADN y provocar que las trazas del transgén no estén intactas en los ácidos nucleicos totales. Investigaciones similares han demostrado la presencia de alimentos con niveles detectables de secuencias transgénicas en diversos puntos de venta en Costa Rica, de un total de 16 productos analizados, entre tortillas tostadas

de maíz y harina de maíz, el 50% de estos resultados fueron positivos para la región *t-Nos*, sin embargo, se presentaron problemas para amplificar la región 35S (Jiménez 2003). De manera similar, en Turquía se reportó que un 78% de 19 alimentos para animales y más del 10% de 56 alimentos procesados analizados contenían soya GM basándose en la detección del promotor 35S y el terminador *t-Nos* (Turkec *et al.* 2015 y Turkec *et al.* 2016). Reportes en Portugal evidenciaron que un 30% de las 105 muestras de alimentos procesados a base de maíz y analizadas por PCR, fueron positivas para el promotor 35S y 10% para el terminador *t-Nos* (Fernández *et al.* 2014), mientras que en Irán, el 20% de las 25 muestras, analizadas para el promotor 35S, de alimentos procesados a base de maíz, fueron positivas (Rabiei *et al.* 2013). En el continente americano, Fernández *et al.* (2012) realizaron análisis de transgénesis a 20 harinas de maíz de venta en el mercado uruguayo mediante la amplificación por PCR de punto final de la región 35S, que generaron resultados positivos en 18 de las 20 muestras analizadas. Por último, De Faria (2005), reporta que, en Costa Rica, 33 muestras analizadas por bandas de detección de flujo lateral (detección cualitativa de proteína transgénica) y PCR, entre granos y semillas muestreadas en el puerto de Moín / Caldera y ventas de semillas en la capital costarricense, mostraron que un 48% del total muestreado presentaron resultados positivos para maíz Bt11 y para maíz/soya transgénica resistente a glifosato. Para los ensayos moleculares para eventos transgénicos específicos de maíz, predominó el evento *MON810* presente en el 58% (21/36) de las muestras analizadas, en las cuales se observó una banda de 113 pb aproximadamente (Figura 1B), la cual concuerda con el amplicón obtenido en el estudio de Takabatake *et al.* (2013). Por otra parte, se determinó que un 46% (14/30) de los alimentos analizados presenta secuencias del evento *NK603* (con un amplicón de 108 pb (Figura 1B); mientras que un 41% (15/36) de las muestras amplificó para *Bt11* (70pb) y únicamente el 26% (8/30) amplificó para secuencias del evento *GA21* (112 pb) (Figura 1 y Cuadro 2). A

nivel internacional, existen reportes de países como Corea del Sur donde un 25% de 74 diferentes alimentos procesados a base de maíz contenían uno o más eventos específicos de maíz, entre ellos el *MON810*, el *GA21* y el *NK603* (Kim *et al.* 2014). De manera similar, Alcochete y Daniel (2011) realizaron un estudio para detectar eventos transgénicos en Angola mediante cebadores para identificar la región del promotor 35S, además de eventos específicos como *MON810*, *Bt11* y *Bt176*, de las 60 muestras analizadas, 24 fueron detectadas como transgénicas. La técnica molecular de PCR punto final posee un grado de sensibilidad de 0,1% en la detección de OGM (Arleo 2015). Este método ha sido empleado en otras investigaciones como lo indica Flores *et al.* (2007) y Fernández *et al.* (2012), los cuales han detectado la presencia de secuencias derivadas de OGM en alimentos comerciales. Sin embargo, es recomendable que las muestras sean analizadas mediante PCR en tiempo real, esto para determinar los porcentajes de OGM que contienen cada una de ellas. En ese sentido, a nivel internacional, la técnica molecular validada por el JRC para la detección cualitativa y cuantitativa de OGMs, es el PCR en tiempo real (qPCR), la cual posee un grado de sensibilidad del 0,01% en la detección de secuencias derivadas de OGM, y a partir de esta técnica se logró reducir los resultados falsos negativos que podría surgir en alimentos procesados que posean una baja proporción de material transgénico. Algunas de las muestras analizadas resultaron ser positivas para más de un evento específico de maíz, un total de 33 muestras fueron analizadas para la detección de eventos múltiples, el 39% (13/33) presentó un único evento transgénico, el 15% (5/33) presentó 2 eventos transgénicos, en el 18% (6/33) se observó la presencia de 3 eventos y el 12% (4/33) manifestó 4 eventos transgénicos (Cuadro 2). Lo anterior podría indicar la presencia de los llamados eventos transgénicos apilados, tales como los eventos *59122 x MON810 x NK603*, *GA21 x MON810* o *Bt11 x GA-21* (ISAAA 2016), así como el uso de lotes de granos de maíz con diferentes plantaciones de origen (y/o diferente identidad

transgénica), que son utilizadas para la fabricación del producto alimenticio. Según Chaparro-Giraldo (2011), las primeras variedades de OGM contenían únicamente el transgén de interés, sin embargo, los eventos actuales pueden contener más de una construcción transgénica. Por otra parte, en las muestras M-09, M-21 y M-31, no se logró detectar ninguno de los eventos específicos analizados, a pesar de ser positivo para *35S* y *t-Nos*, por lo tanto, es necesario realizar pruebas con otros cebadores específicos para otros eventos transgénicos en maíz. Lo anterior se debe a que en el mercado internacional existen 142 eventos de maíz y 29 de soya aprobados para consumo humano, así como 137 de maíz y 29 de soya aprobados para alimentación de animales (ISAAA 2016) y la mayoría presenta en su arquitectura estas secuencias promotoras y terminadoras (Barbau-Piednoir *et al.* 2010 y Holden *et al.* 2010). Por otra parte, en el caso específico de la muestra M-1, se detectó la presencia de todos los eventos específicos buscados (*GA21*, *NK603*, *Bt11*, *Mon810*). Dicha muestra fue producida en El Salvador; país que firmó en el año 2000 un tratado de libre comercio con Estados Unidos, uno de los principales países productores de OGM a nivel mundial. Otros estudios han confirmado mediante ensayos moleculares que existen alimentos modificados genéticamente en El Salvador (Escalante 2008, Orantes *et al.* 2015). Así mismo se ha determinado la presencia de trazas de transgénicos en las tortillas tostadas de maíz, la harina de maíz, cereal azucarado y tamal asado, los cuales son productos producidos en Costa Rica, según se indica en su etiqueta. Cabe destacar que la producción de maíz es escasa en el país y tanto El Salvador como Costa Rica encabezan la lista de los países Centroamericanos con el mayor índice de importación de maíz, principalmente para la producción de alimentos a base de maíz blanco. Para el período comprendido entre el 2007-2011, Costa Rica se encuentra entre los 25 principales importadores de maíz a nivel mundial (Rivera 2014). Según datos recopilados por el Área de Servicios de Información Agroalimentaria (ASIA) del Consejo Nacional de

Producción de Costa Rica, en el 2015 se importaron 32 866 toneladas métricas de maíz blanco, de las cuales el 93% procede de Estados Unidos de América, y durante el 2014 se importaron 673 636 toneladas métricas de maíz amarillo (Sistema de Información de mercados agroalimentarios, 2016). En cuanto al evento específico de soya *GTS 40-3-2* (35soy/CTP4), el 30% (4/13) del total de muestras analizadas para este evento fueron positivas, detectándose un amplicón esperado de aproximadamente 74 pb, sin embargo, 12/13 (92%) de las muestras presentaron resultados positivos para el gen de la lectina de soya (Figura 1B y Cuadro 2), aspecto que indicó que la mayoría de muestras analizadas y elaboradas con derivados de soya, no presentaban el evento *GTS 40-3-2*. En Costa Rica el cultivo de soya es reducido, por lo cual debe ser importado, problema similar al que ocurre en Ecuador donde la soya es un cultivo cuya producción nacional no es suficiente para suplir la demanda interna. Por esta razón, se recurre a la importación de soya en grano para consumo desde países donde el uso de soya transgénica ha sido aprobado (De Lourdes *et al.* 2013).

En cuanto a los análisis por secuenciación de ADN, las observaciones de identidad mediante la herramienta BLASTn de las secuencias genéticas derivadas de los productos de PCR obtenidos de la detección molecular de *t-Nos* y de los eventos *MON810*, *GA-21*, *NK603* y *GTS 40-3-2*, mostraron una alta similitud con secuencias depositadas en la base de datos del NCBI. El producto génico obtenido del alimento M-55 con el cebador *t-Nos* mostró una identidad del 93% con un plásmido de referencia para detección de OGM que contenía el terminador *NOS* (número de accesoión *JX434028*). El fragmento secuenciado del amplicón *MON810* (alimento M-53) presenta una identidad del 95% con el vector de expresión pMON99036 (número de accesoión *JN400388*). Por otra parte, el amplicón *GA-21* generado del alimento M-01, muestra 98% de identidad con la accesoión *HQ161054*, la cual posee un fragmento de la secuencia transgénica del gen *cry1Ab/c*. La secuencia *NK603* obtenida

del alimento M-43 presenta una identidad del 98% con un fragmento del genoma cloroplástico de una línea B37T de maíz (número de accesión *KP966117*). Finalmente, la secuencia obtenida del alimento M-45 para el evento *GTS 40-3-2* posee un 100% de identidad con una secuencia que posee información del precursor EPSPS cloroplástico (número de accesión *JF499829*). Lo anterior confirma, que los amplicones obtenidos en este estudio, entre los pesos moleculares de 70 a 113 pb, pertenecen a secuencias de ADN utilizadas en cultivos genéticamente modificados. Este estudio permitió identificar la presencia de secuencias transgénicas derivadas de organismos genéticamente modificados en más del 60% de las muestras analizadas, lo que evidenció que muchos de los alimentos de consumo diario en los hogares costarricenses con base en maíz y soya, disponibles en supermercados nacionales, contienen niveles detectables de secuencias derivadas de OGM. El evento específico de mayor predominancia en las muestras de maíz analizadas fue el *MON810*, presente en más del 50% de éstas, lo que indica que las muestras positivas para este evento contienen la modificación de un gen que codifica para la proteína CryIAb procedente de *Bacillus thuringiensis*. Por otro lado, de las muestras analizadas para la presencia de secuencias de ADN de soya transgénica *GTS 40-3-2*, únicamente el 30% mostró resultados positivos, lo que indica que la mayor parte de los productos examinados no presentaban trazas de este evento. Aunque los alimentos derivados de OGM disponibles en el mercado internacional y autorizados para consumo humano, no presentaran un riesgo para la salud (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América 2016, Nicolía *et al.* 2014, Organización Mundial de la Salud 2014, Snell *et al.* 2012, Zhang *et al.* 2014); los resultados de la investigación evidencian la responsabilidad del gobierno en la formulación de políticas y la toma de decisiones con respecto a la importancia y la viabilidad del etiquetado de los alimentos derivados de OGM disponibles en el mercado nacional, según las sugerencias y directrices de la Organización de

las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2011).

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional (ECB-UNA), por su apoyo y cooperación en esta iniciativa de investigación. A Jaime E. García G, Catedrático de la UCR- UNED, por su revisión a este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Ahmed, FE. 2002. Detection of genetically modified organisms in foods. *Trends in Biotechnology* 20(5):215-223.
- Alcochete, A; Daniel, I. 2011. Detection of transgenic maize (*Zea mays* L.) in Angola. *Ciencia y Tecnología* 1:7-19.
- Altschul, SF; Gish, W; Miller, W; Myers, EW; Lipman, DJ. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* 21:403-410.
- Álvarez-Guevara, MH; Gil-Moreno, LG; Gómez-Rodríguez, JA; Huete-Pérez, JA. 2012. Overview of genetically modified crops and their relevance for Nicaragua. *Encuentro* 93:63-77.
- Arleo, M. 2015. Detección y cuantificación de organismos genéticamente modificados en cultivos de maíz y alimentos derivados, mediante análisis molecular. Tesis M.Sc. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Montevideo. 170 p.
- Barbau-Piednoir, E; Lievens, A; Mbongolo-Mbella, G; Roosens, N; Sneyers, M; Leunda-Casi, A; van den Bulcke, M. 2010. SYBR® Green qPCR screening methods for the presence of “35S promoter” and “NOS terminator” elements in food and feed products. *European Food Research and Technology* 230(3):383-393.
- Bonfini, L; van den Bulcke, MH; Mazzara, M; Ben, E; Patak, A. 2012. GMOMETHODS: The European Union database of reference methods for GMO analysis. *Journal of AOAC International* 95(6):1713-1719.
- Chaparro-Giraldo, A. 2011. Cultivos transgénicos: entre los riesgos biológicos y los beneficios ambientales y económicos. *Acta Biológica Colombiana* 16(3):231-252.
- Claver, L. 2013. El cultivo comercial de soya transgénica (evento mon-04032-6): riesgo para la apicultura mexicana. Tesis M.Sc. Québec, Canadá, L'Université de Sherbrooke. 116 p.

- De Faria, F. 2005. Granos y semillas transgénicos en cadena alimentaria: Costa Rica. *Ambientico* 137:19-21.
- De Lourdes-Torres, M; Arahana, V. 2013. Estandarización de un protocolo para detección de OGMs: evaluación de la presencia de OGMs en granos de soya colectados en diferentes centros de acopio de Ecuador. *Avances* 5(1):B40-B48.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 2016. *Biotechnology Frequently Asked Questions (FAQs)* (en línea). Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=AGRICULTURE&contentid=BiotechnologyFAQs.xml>
- Doyle, JJ; Doyle, JL. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19:11-15.
- Escalante-Ramírez, SG. 2008. Propuesta de norma de etiquetado de los alimentos procesados provenientes de organismos genéticamente modificados (OGM) en El Salvador. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, 208 p.
- Fernández, M; da Silva, A; Martínez, C. 2012. Análisis de transgénesis mediante PCR de 20 harinas de maíz que se encuentran a la venta en el mercado uruguayo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 13(1):92-104.
- Fernández, TJ; Amaral, JS; Oliveira, MB; Mafra, I. 2014. A survey on genetically modified maize in foods commercialised in Portugal. *Food Control* 35(1):338-344.
- Flores YA; Herrera, RR; Aguilar, CN; Carlos, J; Esquivel, C. 2007. Nuevos métodos para la detección de residuos de organismos genéticamente modificados en alimentos basados en el ADN. *BioTecnología* 11(2):28-36.
- Franco-Ortíz, M; Lizama-Argueta, EJ; Panameño-Moreno, JA. 2014. Repercusiones económicas de los Tratados de Libre Comercio suscritos por El Salvador en la industria alimentaria: 2000-2011. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 50 p.
- Gallagher, SR. 2001. Quantitation of DNA and RNA with absorption and fluorescence spectroscopy. *Current Protocols in Cell Biology* 7 suppl. 53:3D:A.3D.1-A.3D8.
- García, JE. 2007. Cultivos genéticamente modificados: las promesas y las buenas intenciones no bastan. *Revista Biología Tropical* 55(2):347-364.
- González, MA. 2014. Marco jurídico del derecho a la información en la utilización de organismos genéticamente modificados en el sector agrícola: análisis comparativo de México y Canadá. Tesis Lic. Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma de México. 171 p.
- Holden, MJ; Levine, M; Scholdberg, T; Haynes, RJ; Jenkins, GR. 2010. The use of 35S and Tnos expression elements in the measurement of genetically engineered plant materials. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 396(6):2175-2187.
- Holst-Jensen, A; Ronning, SB; Loveseth, A; Berdal, KG. 2003. PCR technology for screening and quantification of genetically modified organisms (GMOs). *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 375(8):985-993.
- Hurst, CD; Knight, A; Bruce, IJ. 1999. PCR detection of genetically modified soya and maize in foodstuffs. *Molecular Breeding* 5(6):579-586.
- ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications). 2016. *GM Approval Database*. Consultado 24 mar. 2016. Disponible en <http://www.isaaa.org/gmaprovaldatabase>
- James, C. 2015. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015*. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) Brief N°. 51. New York, Estados Unidos, Ithaca.
- Jiménez, PM. 2003. (Informe de Práctica de Especialidad). Centro de Investigación en Biotecnología (CIB). Detección de alimentos y cultivos modificados genéticamente. Cartago, Costa Rica. 91 p.
- Johnson, M; Zaretskaya, I; Raytselis, Y; Merezuk, Y; McGinnis, S; Madden, T.L. 2008. NCBI BLAST: a better web interface. *Nucleic Acids Research* 36 (suppl_2): W5-W9.
- Kim, JH; Zhang, D; Kim HY. 2014. Detection of sixteen genetically modified maize events in processed foods using four event-specific pentaplex PCR systems. *Food Control* 35(1):345-353.
- Landaverry, G. 2014. Debilidad regulatoria de los transgénicos en Guatemala; alternativas, riesgos, amenazas e intereses. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 22:35-51.
- Ley de Biodiversidad N°. 7788. 1998. *Diario Oficial La Gaceta*. Costa Rica. 27 may. 1998.
- Margarit, E; Reggiardo, MI; Vallejos, RH; Permingeat, HR. 2006. Detection of BT transgenic maize in foodstuffs. *Food Research International* 39(2):250-255.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2016a. Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología. Biosafety Clearing House (BCH). San José, Costa Rica (en línea). Unidad de Organismos Genéticamente Modificados (UOGM), Servicio Fitosanitario del Estado. MAG, Costa Rica. Consultado 17 abr. 2016 Disponible en <http://www.bch.go.cr/Portafolio/Datos%20estadisticos%20desde%201991%20a%20enero%202016%20.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2016b. Orientación y guía para el cumplimiento del Reglamento de Auditorías en Bioseguridad Agrícola N°. 32486- MAG y normativa relacionada (en línea). San José, Costa Rica. Unidad de Organismos Genéticamente Modificados (UOGM), Servicio Fitosanitario del Estado. MAG, Costa

- Rica. Consultado 17 abr. 2016. Disponible en <http://www.bch.go.cr/Portafolio/Publicaciones/Auditorias-vf-divulgaci%C3%B3n.pdf>
- Morales-Estupiñán, C. 2001. Las nuevas fronteras tecnológicas: promesas, desafíos y amenazas de los transgénicos. Santiago, Chile, CEPAL. 73 p.
- Nicolia, A; Manzo, A; Veronesi, F; Rosellini, D. 2014. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology* 34(1):77-88.
- Orantes, EA; Cañas, JI; Martínez, L; Gómez, OF; Zúñiga-González, CA. 2015. Análisis de la agenda pública y privada de la Bioeconomía en Centroamérica y el Caribe: Estudios de Caso de El Salvador, Honduras, Cuba y Nicaragua. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 1(1):241-284.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2011. Frequently Asked Questions about FAO and Agricultural Biotechnology (en línea). Consultado 30 mar. 2016. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/biotech/docs/faqs.pdf
- Organización Mundial de la Salud. 2014. Frequently asked questions on genetically modified foods (en línea). Consultado 30 mar 2016. Disponible en http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodtechnology/Frequently_asked_questions_on_gm_foods.pdf?ua=1
- Pacheco-Rodríguez, F; García-González, JE. 2014. Situación de los cultivos transgénicos en Costa Rica. *Acta Académica* 54:29-60.
- Pauli, U; Liniger, M; Zimmermann, A; Schrott, M; Schouwey, B. 2000. Extraction and amplification of DNA from 55 foodstuffs. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 91(5):491-501.
- Querci, M; Foti, N; Bogno, A; Kluga, L; Broll, H; van den Eede, G. 2009. Real-time PCR-based ready-to-use multi-target analytical system for GMO detection. *Food Analytical Methods* 2(4):325-336.
- Rabiei, M; Mehdizadeh, M; Rastegar, H; Vahidi, H; Alebouyeh, M. 2013. Detection of genetically modified maize in processed foods sold commercially in Iran by qualitative PCR. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 12(1):25.
- Rivera, R. 2014. Las cadenas de valor del maíz blanco y el frijol en Centroamérica: actores, problemas y acciones para su competitividad. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. San José, Costa Rica, IICA. 17 p.
- Schaper, M; Parada, S. 2001. Organismos genéticamente modificados: su impacto socioeconómico en la agricultura de los países de la Comunidad Andina, Mercosur y Chile. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en Santiago de Chile Naciones Unidas, CEPAL.
- Sistema de Información de Mercados Agroalimentarios. 2016. Costa Rica. Volumen de las importaciones de maíz blanco según mes, período 1980-2015 (en línea). Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.simacr.go.cr/index.php/importaciones-de-maiz>
- Snell, C; Bernheim, A; Bergé, JB; Kuntz, M; Pascal, G; Paris, A; Ricoch, AE. 2012. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. *Food and Chemical Toxicology* 50(3):1134-1148.
- Takabatake, R; Takashima, K; Kurashima, T; Mano, J; Furui, S; Kitta, K; Koiwa, T; Akiyama, H; Teshima, R; Futo, S; Minegishi, Y. 2013. Interlaboratory study of qualitative PCR methods for genetically modified maize events MON810, BT11, GA21, and CaMV p35s. *Journal of AOAC International* 96(2):346-352.
- Turkec, A; Kazan, H; Baykut, A; Lucas, SJ. 2015. Evaluation of DNA extraction methods in order to monitor genetically modified materials in soy foodstuffs and feeds commercialized in Turkey by multiplex real-time PCR. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(2):386-392.
- Turkec, A; Lucas, SJ; Karlik, E. 2016. Monitoring the prevalence of genetically modified (GM) soybean in Turkish food and feed products. *Food Control* (59):766-772.
- van den Eede, G; Bonfini, L; Cengia, L; Iannini, C; Kluga, L; Mazzara, M. 2010. Compendium of reference methods for GMO analyses (en línea). Publications Office of the European Union. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/11111111/15068>
- Zhang, M; Zhuo, Q; Tian, Y; Piao, J; Yang, X. 2014. Long-term toxicity study on transgenic rice with Cry1Ac and sck genes. *Food and Chemical Toxicology* 63:76-83.
- Zimmermann, A; Lüthy, J; Pauli, U. 1998. Quantitative and qualitative evaluation of nine different extraction methods for nucleic acids on soya bean food samples. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A* 207(2):81-90.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr

Transgènics a la nostra dieta: El desconeixement sobre allò que mengem



Barrinador europeu

Curs 2019-20

Annex B



ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL DE VARIETADES OMG CULTIVADAS EN ESPAÑA

2018			
COMUNIDAD AUTÓNOMA	PROVINCIA	DOSIS DE 50.000 SEMILLAS	SUPERFICIE MAÍZ MON810 (ha) (:1,7)*
ANDALUCÍA	CÓRDOBA	1885,50	1109,12
	SEVILLA	3360,40	1976,71
	CÁDIZ	2408,00	1416,47
	MÁLAGA	255,00	150,00
	GRANADA	399,00	234,71
	JAÉN	143,00	84,12
	HUELVA	1,00	0,59
	TOTAL		8451,90



ARAGÓN	HUESCA	59230,80	34841,65
	ZARAGOZA	16355,90	9621,12
	TERUEL	797,00	468,82
	TOTAL	76383,70	44931,59
CASTILLA LEÓN	VALLADOLID	1,20	0,71
	SALAMANCA	14,00	8,24
	TOTAL	15,20	8,94
CASTILLA - LA MANCHA	TOLEDO	118,50	69,71
	CIUDAD REAL	1676,50	986,18
	CUENCA	35,50	20,88
	GUADALAJARA	549,00	322,94
	ALBACETE	4089,70	2405,71
	TOTAL	6469,20	3805,41



CATALUÑA	BARCELONA	1625,00	955,88
	LÉRIDA	53073,40	31219,65
	GERONA	11179,90	6576,41
	TOTAL	65878,30	38751,94
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	229,80	135,18
COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	NAVARRA	13770,93	8100,55
COMUNIDAD VALENCIANA	VALENCIA	160,00	94,12
	ALICANTE	243,00	142,94
	CASTELLÓN	2,00	1,18
	TOTAL	405,00	238,24
EXTREMADURA	BADAJOS	7247,20	4263,06
	CÁCERES	16787,00	9874,71
	TOTAL	24034,20	14137,76
ISLAS BALEARES	ISLAS BALEARES	277,00	162,94



REGIÓN DE MURCIA	MURCIA	3,00	1,76
-------------------------	---------------	-------------	-------------

TOTAL* 115.246,02 ha.

* Incluye variedades registradas en el catálogo de la UE y APC (Autorización Provisional de Comercialización) de España.

* La estimación de superficie está referida a una dosis media de 85.000 semillas/ha

Transgènics a la nostra dieta: El desconeixement sobre allò que mengem



Barrinador europeu

Curs 2019-20

Annex C

Guía roja y verde de alimentos transgénicos

5ª edición

consulta
la última
versión
on line



www.greenpeace.es

GREENPEACE

¿Qué es un transgénico?

Un transgénico u Organismo Modificado Genéticamente (OMG) es un organismo vivo que ha sido creado artificialmente manipulando sus genes. La manipulación genética consiste en aislar segmentos del ADN (el material genético) de un ser vivo (virus, bacteria, vegetal, animal e incluso humano) para introducirlos en el de otro. Por ejemplo, el maíz transgénico que se cultiva en España lleva genes de bacterias, para producir una sustancia insecticida. Y la patata transgénica aprobada en marzo de 2010, llevaba un gen que podría anular el efecto de ciertos antibióticos. Actualmente, la propia empresa BASF ha abandonado los planes de desarrollo y comercialización de esta patata transgénica en Europa debido a la oposición de la mayoría de consumidores, agricultores y clase política.

La diferencia fundamental con las técnicas tradicionales de mejora vegetal es que la manipulación genética permite franquear las barreras entre especies para crear seres vivos que no existían en la naturaleza. Se trata de un experimento a gran escala en que se nos involucra a todos en contra de nuestra voluntad. Además, la manipulación genética está basada en un modelo científico obsoleto y que está en entredicho. El sistema de evaluación de riesgos de la UE está repleto de trampas e irregularidades.

Tras años de debate público, la mayoría de los ciudadanos españoles, al igual que los del resto de Europa, mantiene una actitud contraria a los transgénicos. Esta oposición ha llevado a muchas empresas a eliminar los ingredientes transgénicos de sus productos.

¿Por qué Greenpeace se opone a la liberación de transgénicos al medio ambiente?

El cultivo de transgénicos supone incremento del uso de tóxicos en la agricultura, contaminación genética, contaminación del suelo, pérdida de biodiversidad, desarrollo de resistencias en insectos y 'malas hierbas', riesgos sanitarios y efectos no deseados en otros organismos. Los efectos sobre el conjunto de los seres vivos son irreversibles e imprevisibles.



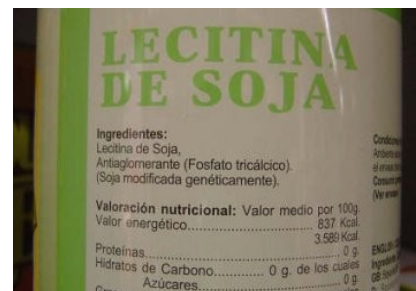
Los riesgos sanitarios a largo plazo de los OMG presentes en nuestra alimentación o en la de los animales cuyos productos consumimos no se están evaluando correctamente y su alcance sigue siendo desconocido. Nuevas alergias, aparición de nuevos tóxicos, pérdida de eficacia de ciertos medicamentos o efectos inesperados son algunos de los riesgos.

Los OMG refuerzan el control de la alimentación mundial por parte de unas pocas empresas multinacionales. Son una de las armas predilectas de estos dictadores de la alimentación, y lejos de constituir un medio para luchar contra el hambre, aumentan los problemas alimentarios. Los países que han adoptado masivamente el uso de cultivos transgénicos son claros ejemplos de una agricultura no sostenible.

La solución al hambre y la desnutrición pasa por el desarrollo de técnicas sostenibles y justas, el acceso de los pueblos a los alimentos que producen y el empleo de técnicas como la agricultura y la ganadería ecológicas. La industria de los transgénicos utiliza su poder comercial e influencia política para desviar los recursos financieros que deberían destinarse a proteger las verdaderas soluciones a los problemas agrarios y alimentarios del mundo.

¿Cómo está la legislación de etiquetado?

La actual legislación europea de etiquetado obliga a etiquetar los productos que deriven de cosechas transgénicas, independientemente de la presencia de ADN o de proteína 'transgénica' en el producto final. Así, cualquier alimento que contenga OMG o ingredientes que deriven de éstos debería declararlo en su etiqueta. Se trata de un primer paso fundamental para que podamos ejercer nuestro derecho a elegir alimentos sin transgénicos. Sin embargo, esta normativa apenas se aplica. **Greenpeace ha realizado análisis en alimentos en los que se ha detectado presencia transgénica con un porcentaje muy superior al 0,9% . No constaba en la etiqueta.**



¿Transgénicos en mi plato?

Los cultivos transgénicos utilizados para alimentación humana en la UE son fundamentalmente algunas variedades de maíz y de soja. Por eso en esta guía figuran solamente aquellos alimentos que contienen al menos un ingrediente o aditivo producido a partir de estos cultivos. El maíz, la soja o sus derivados industriales están presentes en más del 60 por ciento de los alimentos transformados, desde el chocolate hasta las patatas fritas, pasando por la margarina y los platos preparados.

Un alto porcentaje del maíz y de la soja que llegan a España provienen de países que cultivan transgénicos a gran escala, como Argentina o Estados Unidos. Además, en 2013 se cultivaron en España unas 137.000 hectáreas de maíz transgénico (es el único



país de los 27 de la UE cuyo Gobierno ha venido tolerando desde 1998 su cultivo a escala comercial).

Algunos ejemplos de ingredientes y aditivos derivados del maíz y de la soja, y por tanto 'sospechosos' de tener un origen transgénico, son:

- **Soja:** harina, proteína, aceites y grasas (a menudo se 'esconden' detrás de la denominación aceites/grasas vegetales), emulgentes (lecitina–E322), mono y diglicéridos de ácidos grasos (E471), ácidos grasos.
- **Maíz:** harina, almidón*, aceite, sémola, glucosa, jarabe de glucosa, fructosa, dextrosa, maltodextrina, isomaltosa, sorbitol (E420), caramelo (E150), grits.

ATENCIÓN: 'Almidón modificado' hace referencia a una transformación físico-química sin relación con los transgénicos.

NOTA: esta guía corresponde al mercado alimentario español y se ha elaborado en función de las garantías que nos han ofrecido los fabricantes de alimentos presentes en España con respecto a su política de utilización de ingredientes transgénicos o derivados, los análisis que hemos realizado y la presencia de ingredientes transgénicos en el etiquetado.

Además, los OMG entran masivamente en la cadena alimentaria a través de los piensos utilizados para alimentar animales. Si bien la ley obliga a etiquetar los piensos transgénicos, no sabemos si la leche, la carne o los huevos que consumimos provienen de animales alimentados con piensos transgénicos porque la legislación no obliga a etiquetar el producto final. ¡Sin embargo, los riesgos para el medio ambiente y para la salud global del planeta son los mismos!

Si esto sigue así, los transgénicos continuarán invadiendo nuestros campos y harán de la agricultura una práctica aún más insostenible. Greenpeace trabaja ahora para erradicar los transgénicos también de los piensos.



Debemos exigir a las empresas que digan NO a los productos derivados de animales alimentados con estas peligrosas cosechas.

¿Cómo puedo actuar?

- **No compres transgénicos**

Para garantizar una cadena alimentaria libre de transgénicos y de sus derivados, debemos seguir rechazando su empleo por parte de la industria. Compra productos de la lista verde. ¡Contamos con el uso de tu libertad de elección a la hora de comprar!

Greenpeace recomienda consumir ecológicos como primera opción.

- **Hazte observador/a de transgénicos**

En www.greenpeace.org/espana/campaigns/transgenicos, en la sección de Observadores de Transgénicos encontrarás las explicaciones: es tan sencillo como mirar las etiquetas de los productos que te encuentres en el mercado y verificar si alguno de los ingredientes es transgénico. Debe tener la **mención "modificado genéticamente" o "producido a partir de -nombre del ingrediente- modificado genéticamente"**.

Si se encuentra alguno, sólo hay que anotar los datos del producto (marca, fabricante, distribuidor, ingredientes modificados genéticamente), los datos del lugar dónde se ha encontrado (nombre de la tienda, localidad, fecha) y, si es posible, sacar una foto y, posteriormente, informar a Greenpeace. Para ello sólo hay que enviar un correo electrónico con todos los datos y la foto a ies@greenpeace.org (Anotando **PRODUCTO TRANSGÉNICO** en el asunto).

RECUERDA: 'Almidón modificado' hace referencia a una transformación físico-química sin relación con los transgénicos.)

- **Devuelve los productos transgénicos**

Si compras sin darte cuenta un producto cuya etiqueta indica que contiene transgénicos, pide al comerciante que te lo cambie o que te devuelva el dinero. Pide a tus amigos que hagan lo mismo.

- **Compra productos ecológicos**

En la agricultura y la ganadería ecológicas no está permitido el uso de transgénicos ni sus derivados. Por tanto, en esta guía no se incluye productos ecológicos sino de los alimentos producidos de forma convencional, por ser estos sospechosos de contener transgénicos. En caso de empresas con dos líneas de producción (ecológica y



convencional), sólo se incluirán los producidos de forma convencional.



¿Qué significa esta guía?

Lista VERDE

Incluye aquellos productos cuyos fabricantes han garantizado a Greenpeace que no utilizan transgénicos –ni sus derivados– en sus ingredientes o aditivos.

Lista ROJA

Incluye aquellos productos para los cuales Greenpeace no puede garantizar que no contengan transgénicos. Se trata de:

1	productos cuyos fabricantes no garantizan a Greenpeace ausencia de transgénicos – o sus derivados– en sus ingredientes o aditivos.	
2	productos para los cuales nuestros análisis de laboratorio han detectado transgénicos	
3	productos en cuya etiqueta figura que contienen transgénicos o derivados.	

Greenpeace es una organización ecologista internacional, económica y políticamente independiente, que no acepta donaciones ni presiones de gobiernos, partidos políticos o empresas.

Tu apoyo es imprescindible para que Greenpeace pueda seguir desarrollando sus campañas.
HAZTE SOCI@ llamando al 902 100 505 o visita nuestra web www.greenpeace.es

MARCAS PROPIAS

Marcas propias (blancas) de las grandes cadenas de distribución (supermercados, hipermercados, etc.). Todos los productos envasados con esta marca quedan incluidos, sea cual sea la categoría a la que pertenecen (Aceites, grasas y margarinas, Alimentación infantil, Bebidas, Dietéticos, etc).

Aparecen en cada caso a la izquierda la empresa y a la derecha las marcas y/o los productos.

ATENCIÓN: no se trata de todos los productos vendidos en ese supermercado, sino solamente la marca propia a que se hace referencia.





MARCAS PROPIAS (TODAS LAS CATEGORÍAS)					
VERDE		ROJA			
AHORRAMÁS	Alipende				
EL CORTE INGLÉS, HIPERCOR, OPENCOR, SUPERCOR ¹	El Corte Inglés, Special Line, Hipercor, Aliada				
ALCAMPO (incl. SABECO)	Auchan y resto de marcas propias				
ALIMERKA	Alimerka				
BONPREU	Bonpreu				
CAPRABO (EROSKI)	Caprabo				
CARREFOUR	Carrefour				
CONDIS	Condis				
CONSUM	Consum				
COVIRÁN	Covirán				
DÍA	Día				
CHAMPION	Carrefour				
DISTRIB. FROIZ	Froiz				
EROSKI	Todas marcas propias				
EUROMADI IBÉRICA	Todas marcas propias				
IFA ESPAÑOLA	Todas marcas propias				
LIDL	Todas marcas propias				
MÁS (Hnos MARTÍN)	Más				
MANUEL BAREA	Barea				
MERCADONA	Hacendado				
PLUS	Todas marcas propias				
UNIDE	Unide				
DINOSOL supermercados	HiperDino				

¹ Greenpeace detectó inicialmente presencia de transgénicos en dos de los productos de la marca propia Special Line -Bebida de Soja y Harina de Maíz- pero la empresa ha demostrado que se ha tratado de contaminaciones excepcionales e involuntarias. En virtud de los documentos recibidos, la empresa pasa a la lista verde a 10 de marzo de 2008.

MARCAS DE FABRICANTE

Marcas de fabricante, es decir marcas comerciales que se pueden encontrar en cualquier tipo de tienda, clasificadas por categorías.

Aparecen en cada caso a la izquierda la empresa y a la derecha las marcas y/o los productos.

ACEITES, GRASAS Y MARGARINAS					
VERDE		ROJA			
GRANOVITA	Todos productos	GRUPO SOS	Carbonell, Koipe, Koipesol, RACSA, Tindana, Tecen, Dacil		 RACSA, Tindana, Tecen, Dacil
HIJOS DE YBARRA	Todos productos Ybarra	MIGASA	Fenómeno, La Masía		
NUTRITION & SANTE	Dietisa	UNILEVER	Flora, Ligeresa, Tulipán		
BORGES	Todos productos	ACESUR-ACEITES DEL SUR	Soy Plus, Altivoléico, Mistress, Andante		 Andante
		VAN DIJK FOOD PRODUCTS	Holland		
		ACEITES ALBERT	La Loma		 Aceite de semillas
		ACEITES CARRIÓN	Pulido		 Aceite de semillas

ALIMENTACIÓN INFANTIL					
VERDE		ROJA			
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos	NESTLÉ	Todos productos		
GRANOVITA	Granovita, Sojainstant, Unserbestes	DANONE	Nutricia (Almirón), Milupa, Dumex, Mellin, Cow&Gate, Blédina		
LABORATORIOS ORDESA	Blevit, Blemil				
ALTER FARMACIA	Alter, Nutribén				
CASA SANTIVERI	Santiveri				
HIPP	Todos productos				
HERO	Todos productos				

ALIMENTACIÓN PARA ANIMALES DOMÉSTICOS					
VERDE		ROJA			
AFFINITY PETCARE	Premium, Advance, Última, April, Brekkies Excel, Repas, Rubadub, Bon Menu	NESTLÉ	Nido, Friskies, Vital, Félix, Balance, Elite Nutrición, Beneful, Gourmet, Tonus		
MARS/MASTERFOODS	Royal Canin, Whiskas, Kitekat, Pedigree, Cesar, Perfect Fit, Nutro, Sheba, Frolic	NOVOPET	Todos productos		 Pasta de cría para pájaros  Alimentación para hamsters

ALIMENTOS PREPARADOS Y CONSERVAS					
VERDE		ROJA			
MARS/MASTERFOODS	Uncle Ben's, etc	GRUPO SOS	Carbonell, Sos		
PASCUAL	Todos productos	UNILEVER	Knorr, Calvé, Maizena		
HIJOS DE YBARRA	Todos productos Ybarra	EL CHOCLO	El Choclo		 Maíz para mazamorra y Cuchuco
GRUPO CALVO	Calvo, Gomes da Coste	NESTLÉ	Maggi, Buitoni, Litoral, Solís, Nestle, La Cocinera		
CONSERVAS GARAVILLA	Isabel, Garavilla	OFISTRADÉ	Bovril, Casa Fiesta, etc		
SOJIVIT	Todos productos	COSAMI	Todos los productos		
HEINZ	Heinz, Orlando	TRE	Tre, Señorío de Albaida		
HELIOS	Todos productos				
FRÍAS / SANITURI	Frías / Sanituri				
ANGULAS AGUINAGA	La gula del Norte				
CASA TARRADELLAS	Todos productos				
NOVA DIET	Todos productos				
EL CIDACOS	Todos productos				
NUTRITION & SANTE	Gerblé, Soy, Dietisa				
PRIELÁ	Todos productos				
J.Gª CARRIÓN	Don Simón				
PROALIMENT JESÚS NAVARRO	Carmencita, Amalur, Hengstenberg				
GALLO	Todos productos				
GRANOVITA	Granovita, Sojavita, etc.				
BERNARDO ALFAGEME	Conservas Peña, Miau, Eureka				
ADPAN	Todos productos				
CÍA. DE BEBIDAS PEPSICO	Alvalle				
FRIPOZO	Todos productos				
MEMBRILLO QUIJOTE	El Quijote				
NATURAL ALIMENT FACTORY	Todos productos				
PAGESA	Tocy, Diet Rádisson				

PESCANOVA	Todos productos				
SORRIBAS	Biográ				
GALLINA BLANCA	Avecrem, Gallina Blanca, Ideas al Plato, Mis Sofritos, Sopinstant				
HERO	Todos productos				
EL CAMPO	Todos productos				
GENERAL MILLS	Gigante Verde				
BEBIDAS					
VERDE		ROJA			
J.Gª CARRIÓN	Don Simón	UNILEVER	Lipton, Flora		
Cía. CERVECERA DE CANARIAS	Compal, Appletiser, Red Bull	NESTLÉ	Nesquik, Nescafé, Nestlé, Bonka, Eko, Ricore		
BIOCENTURY	Bicentury, Pierdepeso				
NOVA DIET	Todos productos				
SOLÁN DE CABRAS	Solán de Cabras, Biosolán				
GRANOVITA	Granovita, Vitasol, Soja drink, Edén...				
ECKES GRANINI	Todos productos				
LIQUATS VEGETALS	Yosoy, Monsoy				
CASA SANTIVERI	Santiveri				
NUTRIOPS	Ecomil, DieMilk				
PASCUAL	Pascual, Cardó, Tealia, Funciona, MásVital, ViveSoy, Yosport, Zumosol				
MONDELEZ	Tang				
COMPAÑÍA DE BEBIDAS PEPSICO	Greip, Seven-up, Kas, Kas, Mountain Dew, Mosto-greip, Radical Fruit, Pepsi, Gatorade, Kasfruit, Onlimit, AguaFina, Tropicana				
SCHWEPES-ORANGINA	Schweppes, Trina, La Casera, Vida, Pink Fish, Canada Dry, Spirit				
SOJIVIT	Todos productos				
COCA-COLA	Coca-Cola, Fanta, Sprite, Nordic Mist, Aquarius, Powerade, Burn, Bitter Mare Rosso, Splash, Minute Maid, Tab, Nestea, V&T				
SORRIBAS	Biográ				
SUNNY DELIGHT	Sunny delight				
COSTA CONCENTR. LEVANTINOS	Costa , Amandin				
NUTRITION & SANTE	Isostar, Gerblé, Soy				
PAGESA	Tocy, Diet Rádisson				
FRÍAS / SANITURI	Frías / Sanituri				
VENDRELL LABORAT.	Super diet, Egavit				
HIPP	Todos productos				
NUTREXPA	Okey, Paladín, Cola Cao				

NUTRITION & SANTE	Dietisa, Bimanán				
CENTRAL LECHERA ASTURIANA	Alpro soja				
HERO	Todos productos				
BESLAN-SOTYA	Todos productos				
VALOR	Todos productos				
MARNYS	Todos productos				
ZAHOR	Todos productos				


BOLLERÍA					
VERDE		ROJA			
BIOCENTURY	Bicentury, Salud	QUESERA SAN JUAN (Colombia)	Colmaíz		 Buñuelos
HOJALDRES ALONSO	Todos productos Alonso	DULCERÍA CANDE	La abuelita de Canarias		 Bizcochón
CASADO	Todos productos	FRIPAN	Todos productos		
DULCESOL	Todos productos	PIT	Todos los productos		 Bizcocho de yogurt
SIRO	Castelló	PANADERÍA TRADICIONAL	Todos los productos		 Bizcocho de yogurt
INTEGRAL ESPIGAS	Todos productos	MAR Y TERRA	Todos los productos		 Keké de pasas
LA BELLA EASO	Todos productos	PANADERÍA TRADICIONAL	Todos los productos		 Bizcochón de pasas
ADPAN	Todos productos	PASTELERÍA CONDE Y MEDINA	Todos productos		 Bizcochón casero
NATURAL ALIMENT FACTORY	Todos productos				
PANRICO	Donuts, Panrico, Bollycao, Donettes Panrico, Qé, Horno de oro				
ARRIAUNDI	Todos productos				
NUTREXPA	Phoskitos				
BIMBO	Bimbo, Martínez, Madame Brioche, Bony				

CEREALES PARA DESAYUNO

VERDE		ROJA			
BIOCENTURY	Bicentury	NESTLÉ	Chocapic, Fitness, Fibre1, Estrellitas, Golden Grahams, Crunch, Cheerios		
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos	KELLOGG'S	Todos productos		
GRANOVITA	Todos productos				
PAGESA	Diet Rádison				
INTEGRAL ESPIGAS	Todos productos				
PASCUAL	Pascual, Essential, MásVital, ViveSoy				
SOJIVIT	Todos productos				
HIPP	Todos productos				
NUTREXPA	Cola Cao				

CERVEZAS					
VERDE		ROJA			
LA ZARAGOZANA	Ambar, Export, Marlen, Sputnik				
CORONA / IBEROCERMEX	Coronita, Negra Modelo, Pacífico, Modelo Especial				
DAMM	Damm, Voll / Free Damm, Keler, Xibeca, Estrella de Levante / del Sur, Skoll, Victoria, Saaz Budweiser				
HEINEKEN	Amstel, Cruzcampo, Heineken, Shandy, Buckler				
ALHAMBRA	Alhambra, Mezquita, Sureña				
MAHOU SAN MIGUEL	Mahou, San Miguel, Reina, Laiker, Carlsberg, Kronenbourg				
CÍA CERVECERA DE CANARIAS	Dorada, Guinness, Tropical, Kilkenny, Carlsgerb, Miller Way, Pilsner Urquell				
HIJOS DE RIVERA	Estrella Galicia				

CONGELADOS					
VERDE		ROJA			
GEDESCO	Maheso	NESTLÉ	Buitoni, La cocinera		
PRIELÁ	Todos productos				
MC CAIN	Todos productos				
ANGULAS AGUINAGA	Krissia, La gula del Norte, Sololomos, King Artik				
PESCANOVA	Todos productos				
FRIPOZO	Todos productos				
BONDUELLE	Bonduelle				

CHOCOLATES Y GOLOSINAS					
VERDE		ROJA			
LINDT&SPRÜNGLI	Lindt	NESTLÉ	Nestlé, Milkybar, Crunch. After Eight, Kit kat, Nesquik, Blues, Dolca		
BIOCENTURY	Salicalís	DELAVIUDA	Todos productos		
HOJALDRES ALONSO	Alonso				
MONDELEZ	Chocolates: Milka, Huesitos, Tokke, Suchard, Toblerone, Côte d'Or Caramelos y chicles: Trident, Halls, Bubaloo, Gummy Jelly, Dulciora, Respiral, Milka Toffee				
CHUPA CHUPS	Todos productos				
TORRAS	Todos productos				
FERRERO	Kinder, Mon Chéri, Ferrero Rocher				
WRIGLEY	Chicles y caramelos: Orbit, 5, Boomer, Solano, Sugus, Skittles Chocolates: Maltesers, m&m's, Twix, Mars, Snickers, Bounty				
PAGESA	Diet Rádisson				
ADPAN	Todos productos				
CASA SANTIVERI	Santiveri				
CEMOI-CANTALOU	Cemoui, Cantalou				
NUTREXPA	Paladín				
INDUSTR. RODRÍGUEZ	Virginias				
LACASA	Lacasa, Lacasitos, Conguitos, Shocobolas, Divinos, Uña, Mentolín y Mauri				
VALOR	Todos productos				
MARNYS	Todos productos				
ZAHOR	Todos productos				
DIETÉTICOS					
VERDE		ROJA			
SORIA NATURAL	Todos productos	SALUD E IMAGINACIÓN	Int-Salim		 Lecitina de soja
BIOCENTURY	Bicentury, Salicalís, Línea, Pierdepeso	DIPLAN	Lecitina de Soja, etc		 Lecitina de soja
INTEGRAL ESPIGAS	Todos productos	LABORATORIOS YNSADIET	Hijas del Sol, El Clérigo, Natur Tierra		
CASA SANTIVERI	Santiveri	COMEZTIER (CARECA)	Comeztier		 Lecitina de soja

NATURAL ALIMENT FACTORY	Todos productos	MASÍA SANTA CLARA	Masía Sta Clara		 Lecitina de soja
COSTA CONCENTR. LEVANTINOS	Costa , Amandin	LABORATORIOS PINISAN	Pinisan		 Lecitina de soja
VENDRELL LABORATORIOS	Super Diet, Egavit, Fibretten, Zadiet	PLAMECA-AJARA	Plameca-Ajara		 Lecitina de soja
NUTRITION&SANTÉ	Isostar, Dietisa, Gerblé				
EL GRANERO INTEGRAL	El Granero Integral				
ESGIR	Sun-Sol				
GENERAL MILLS	Nature Valley				
LABORATORIOS ORDESA	Blevit, Blemil				
GRANOVITA	Todos productos				
NOVA DIET	Todos productos				
NUTRIOPS	Ecomil, DieMilk				
PAGESA	Diet Rádisson				
PROCELI TURULL	Todos productos				
SORRIBAS	Biográ				
SOJIVIT	Todos productos				
FRÍAS / SANITURI	Frías / Sanituri				
GULLÓN	Gullón, Diet Nature, etc.				
INDUSTRIAS RODRÍGUEZ	Virginias				
BESLAN-SOTYA	Todos productos				
MARNYS	Todos productos				

GALLETAS					
VERDE		ROJA			
NUTRITION&SANTÉ	Gerblé, Isostar, Dietisa	UNILEVER	Flora		
GRANOVITA	Todos productos	KELLOG'S	Todos productos		
CAMPRODÓN	Birba, Nuria	PASTELERÍA CONDE Y MEDINA	Todos productos		 Galletas integrales de cereales
BIOCENTURY	Bicentury, Devoragrás, Salud, Sojalía, Pierdepeso				
NOVA DIET	Todos productos				
TORRAS	Todos productos				
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos				
INTEGRAL ESPIGAS	Todos productos				
PAGESA	Tocy, Diet Rádisson				

CASADO	Todos productos				
VENDRELL LABORATORIOS	Fibretten				
SORIA NATURAL	Todos productos				
CASA SANTIVERI	Santiveri				
GULLÓN	Gullón, Diet Nature, etc.				
ARLUY	Arluy, Río, Reglero				
MONDELEZ	Oreo, Príncipe, Lu (Lu Pétit Écolier, Pim's, Yayitas), Fontaneda (Digestive, MarieLu, La Buena María, Osito Lulú, Fruit & Fit, Belvita, Granola)				
BIMBO	Todos productos				
INDUSTRIAS RODRÍGUEZ	Virginias				
NUTREXPA	Cué tara y Artiach				

HELADOS					
VERDE		ROJA			
GENERAL MILLS	Häagen-Dazs	NESTLÉ	La Lechera, Maxibon, Nestlé, Extreme.		
WRIGLEY	Maltesers, m&m's, Twix, Mars, Snickers, Bounty,	UNILEVER	Frigo, Ben&Jerry's		
KALISE MENORQUINA	Kalise, Menorquina				
AIADHESA	Alacant, Antiu Xixona				

PAN, HARINA y PASTAS					
VERDE		ROJA			
GEDESCO	Maheso	FRIPAN	Todos productos		
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos	EMPRESAS POLAR	Todos productos		 Harina P.A.N
NOVA DIET	Todos productos				
NATURAL ALIMENT FACTORY	Todos productos				
GRANOVITA	Todos productos				
INTEGRAL ESPIGAS	Todos productos				
ADPAN	Todos productos				
BIOCENTURY	Bicentury				
BARILLA	Todos productos				
NUTRITION & SANTE	Gerblé				
SIRO	Ardilla, La Familia				
PAGESA	Tocy, Diet Rádisson				
CASA SANTIVERI	Santiveri				
PROCELI TURULL	Todos productos				
GALLO	Todos productos				
MONDELEZ	LU				
VENDRELL LABORATORIOS	Fibretten				
SORIA NATURAL	Todos productos				
SORRIBAS	Biográ				

GALLINA BLANCA	El Pavo			
BIMBO	Semilla de Oro, Bimbo, Silueta, Ortiz			
PANRICO	Panrico			


PATATAS FRITAS Y SNACKS

VERDE		ROJA		
GENERAL MILLS	Old El Paso	CRECS	Creccs	
ZANUY SNAKS	Zanuy, Pyta, Dedebo	PEPSICO	Matutano, Lay's, Doritos, Bits, Cheetos, Santa Ana, Ruffles, etc.	
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos	PROCTER & GAMBLE	Pringles	
LINDT&SPRÜNGLI	Todos productos Lindt			
SORRIBAS	Biográ			
NUTRITION & SANTE	Dietisa, Bimanán			
HERO	Todos productos			
BESLAN-SOTYA	Todos productos			
BORGES	Popitas			
CELIGÜETA	Todos los productos			
GRANOVITA	Todos los productos			
FACUNDO BLANCO	Todos los productos			

POSTRES, MERMELADAS Y CREMAS

VERDE		ROJA		
PROALIMENT JESÚS NAVARRO	Mandarín	UNILEVER	Ligeresa	
NUTRITION&SANTÉ	Gerblé, Dietisa	DELAVIUDA	Todos productos	
GRANOVITA	Todos productos	FRIPAN	Todos productos	
MONDELEZ	Royal	TRE	Todos productos	
NATURAL ALIMENT FACTORY	Todos productos			
INTEGRAL ESPIGAS	Todos productos			
KALISE MENORQUINA	Kalise, Menorquina			
FERRERO	Nutella			
MEMBRILLO EL QUIJOTE	El Quijote			
SIRO	Duran&Hidalgo			
NOVA DIET	Todos productos			
TORRAS	Todos productos			
GEDESCO	Maheso			
HELIOS	Todos productos			
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos			
PASCUAL	Todos productos			
PAGESA	Tocy, Diet Rádisson			
SORRIBAS	Biográ			
SOJIVIT	Todos productos			
CASA SANTIVERI	Santiveri			
FRÍAS / SANITURI	Frías / Sanituri			
HIPP	Todos productos			
NUTREXPA	Nocilla			
INDUSTRIAS RODRÍGUEZ	Turrone Virginias			
HERO	Todos productos			o
LACASA	Todos productos			
ZAHOR	Todos productos			



SALSAS (incluye vinagres)					
VERDE		ROJA			
EL CIDACOS	Cidacos	CHOVI	Chovi		
HELIOS	Todos productos	GRUPO SOS	Asua, Koipesol, Louit, Procer		
GENERAL MILLS	Old El Paso	UNILEVER	Hellmann's, Knorr, Calvé, Ligeresa		
MONDELEZ	Kraft	ACEITES Y SALSAS MUELA	Fuensol, Végé		 Mayonesa, salsa fina y salsa cocktail Végé Mayonesa Fuensol
GALLO	Todos productos	VELDIS	Hunt's		
HEINZ	Heinz, Orlando, Uncle Williams	OFISTRADÉ	Amora, etc		
EL GRANERO INTEGRAL	Todos productos	COSAMI	Todos los productos		 Mayonesa
PROALIMENT JESÚS NAVARRO	Carmencita, Hengstenberg	TRE	Todos los productos		 Mayonesa
HIJOS DE YBARRA	Todos productos Ybarra	Compre y compare	Mari Carmen		 Mayonesa
PAGESA	Tocy, Diet Rádison				
GEDESCO	Maheso				
GALLINA BLANCA	Avecrem				
NUTRITION & SANTE	Dietisa				
HERO	Todos productos				
BORGES	Todos productos				

Transgènics a la nostra dieta:
El desconeixement sobre allò que mengem



Barrinador europeu

Curs 2019-20

Annex D

Enllaços

Vídeo de “La Sexta”

<https://www.dailymotion.com/video/x5fnwp3>

Enquesta

https://drive.google.com/open?id=1v9Gqg_o06K6R8s5SUU6uhSdKByxXkMWdBJ9uXh2aVYc

Full de càlcul enquesta

<https://drive.google.com/open?id=1rt94iouqox7MKvKPWCB52N9XGj739I8eWkhD33sQ6jE>

Presentació multimèdia

https://drive.google.com/open?id=1KXjM2Pc6eRc51bvhD1Kqp_jtNIUsKkoTPNLk1luGhqs

Fòrum

<https://transgenics.foroactivo.com/>