



# Alimentos Transgénicos - Luces y Sombras

**Mertxe de Renobales Scheifler**

Bioquímica y Biología Molecular  
Univ. País Vasco / Euskal Herriko Unib.

Jakin-mina, 2015eko urtarrilaren 16an

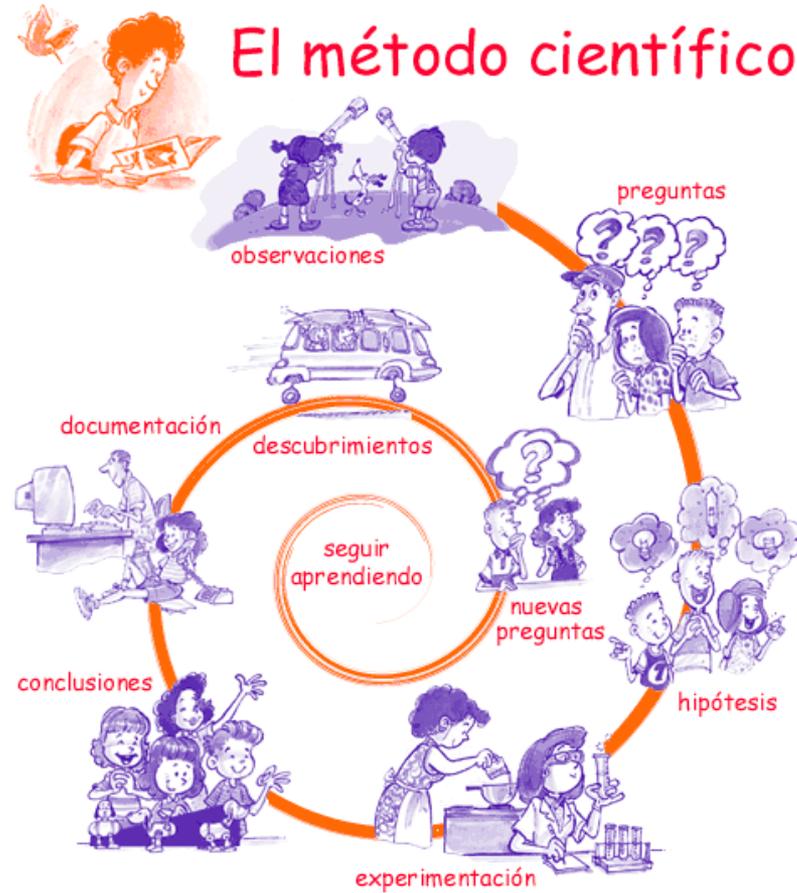
◆ **Carl Sagan** (1934 - 1996)

Serie "Cosmos"

**la Ciencia es una  
forma de pensar  
mucho más que un  
cuerpo de conocimientos**



# ◆ forma de pensar de la ciencia - el método científico



✳ el razonamiento crítico nos ayuda a desmontar "leyendas urbanas"

# Cuál es la actividad humana más destructiva para el medio ambiente?



# Cuál es la actividad humana más destructiva del medio ambiente?

Sí, la agricultura!



# La actividad humana más destructiva para el medio ambiente

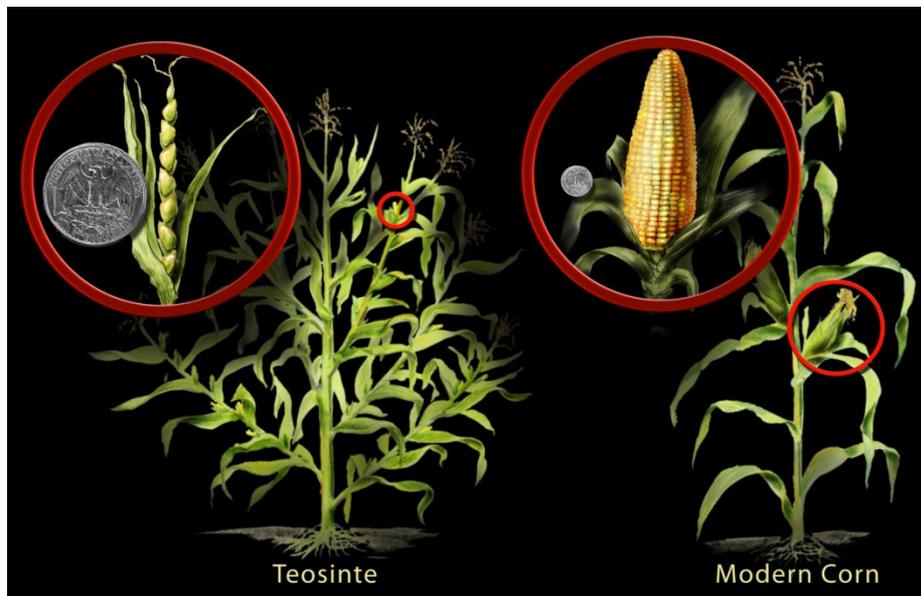
- ◆ **destrucción de ecosistemas naturales** para cultivar las especies que nos sirven de alimento
  - pérdida de biodiversidad vegetal y animal
- ◆ **utilización de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas**
  - cultivos y "otras especies" (malezas) compiten por los nutrientes, el agua, el sol → eliminar las malezas
  - cultivos: atacados por insectos y patógenos → eliminar insectos y patógenos
- ◆ **uso del agua: 70% del agua potable**  
([ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/kyotofactsheet\\_s.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/kyotofactsheet_s.pdf))
  - $\cong$  3.000 L de agua para producir la comida de 1 día por persona

¿Pueden contribuir los cultivos transgénicos  
contribuir a **reducir el impacto ambiental**  
de la agricultura?

- ◆ **Cómo mejoramos las plantas que comemos?**
  - Tecnologías “de toda la vida”
  - Tecnologías actuales
  
- ◆ **Los cultivos transgénicos en el mundo**
  
- ◆ **Qué nos aportan las plantas transgénicas?**
  - Son nocivas para las personas?
  - Para el medio ambiente?
  
- ◆ **¿Por qué hay tanta polémica?**

# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

- ◆ gran **desconocimiento** general
- ◆ desde que el ser humano empezó a cultivar algunas plantas para comer:
  - seleccionó las plantas con las características que le interesaban

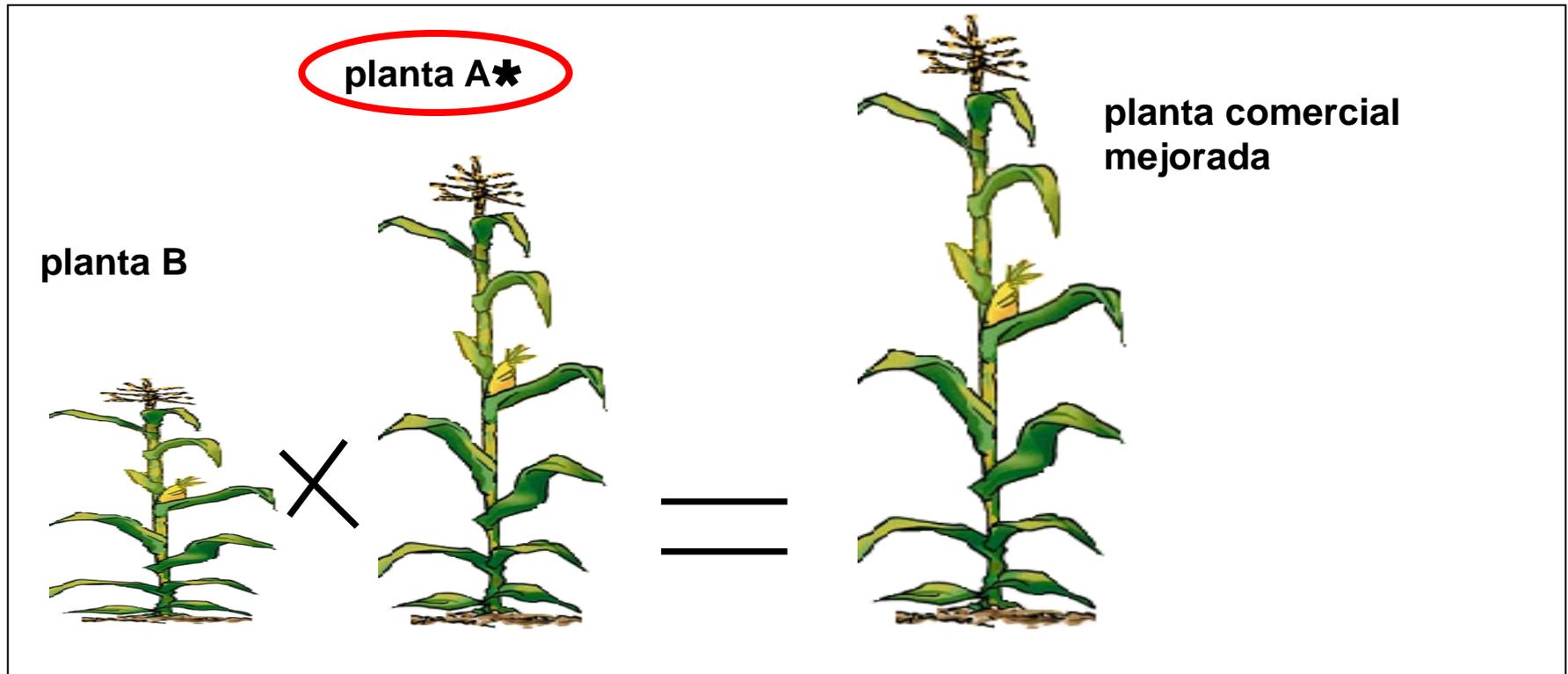


# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

## ◆ hibridación: técnica básica de mejora.

- para pasar las características de una planta A a otra B

¿cómo consigue la Planta A la característica que nos interesa?



# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

## ◆ característica introducida por:

### ▪ métodos convencionales (legalmente no transgénicos):

#### • mutaciones:

- espontáneas ⇒ sin intervención humana

- introducidas en el laboratorio:

» tratamiento con productos químicos mutagénicos

» irradiación: compuestos radioactivos

» radiaciones cósmicas y microgravedad

» variaciones somaclonales (*in vitro*)

#### • otras técnicas de laboratorio:

- cambios en el número de cromosomas: tratamientos con colchicina

- fusión de células (protoplastos)

- hibridación forzada y rescate del embrión

### ▪ ingeniería genética (legalmente transgénicos)

• técnicas de biología molecular e ingeniería genética: labora.

con intervención humana

# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

- ◆ **todas** las técnicas implican **cambios en el genoma** de la planta
  - salvo algunos cambios espontáneos, todas se realizan en el laboratorio de manera **NO NATURAL**.
  - pueden añadir características beneficiosas o eliminar negativas
    - **múltiples mutaciones, lugares desconocidos del genoma** ⇒ mutagénesis inducida, variaciones somaclonales,
    - **duplicación de cromosomas**
    - **mezcla de 2 genomas completos** al azar ⇒ hibridaciones, fusión de protoplastos
    - **inserción de unos pocos genes** ⇒ ingeniería genética

# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

- ◆ **mutagénesis inducida por irradiación con rayos  $\gamma$  FAO-IAEA:** base de datos:

<http://mvgs.iaea.org/AboutMutantVarieties.aspx>

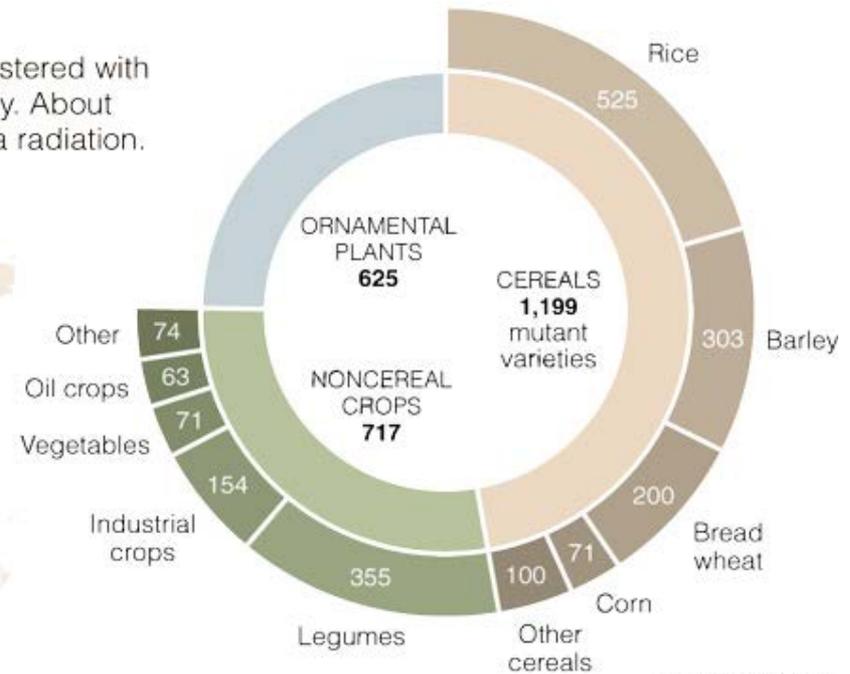
- hoy: más de 2.700 variedades diferentes

## Here to Stay

More than 2,500 mutant crop varieties have been officially registered with the United Nations and the International Atomic Energy Agency. About three-quarters of the varieties were directly induced by gamma radiation.



Source: FA.O./I.A.E.A. Mutant Variety Database



THE NEW YORK TIMES

"Useful mutants bred by radiation" New York Times, 28 agosto 2007.

Nuclear Techniques for Food and Agriculture: <http://www-naweb.iaea.org/nafa/>

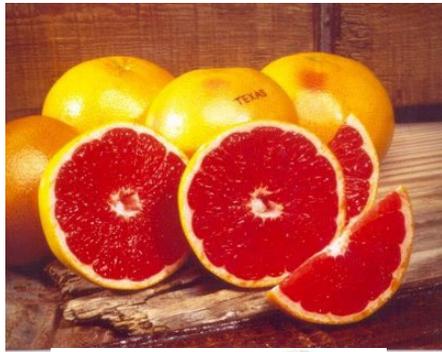
# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?



selección de caracteres diferentes



mutación espontánea



multiplicación del n° de cromosomas



mutación inducida por radiación  $\gamma$



triticales: hibridación interespecífica



clones

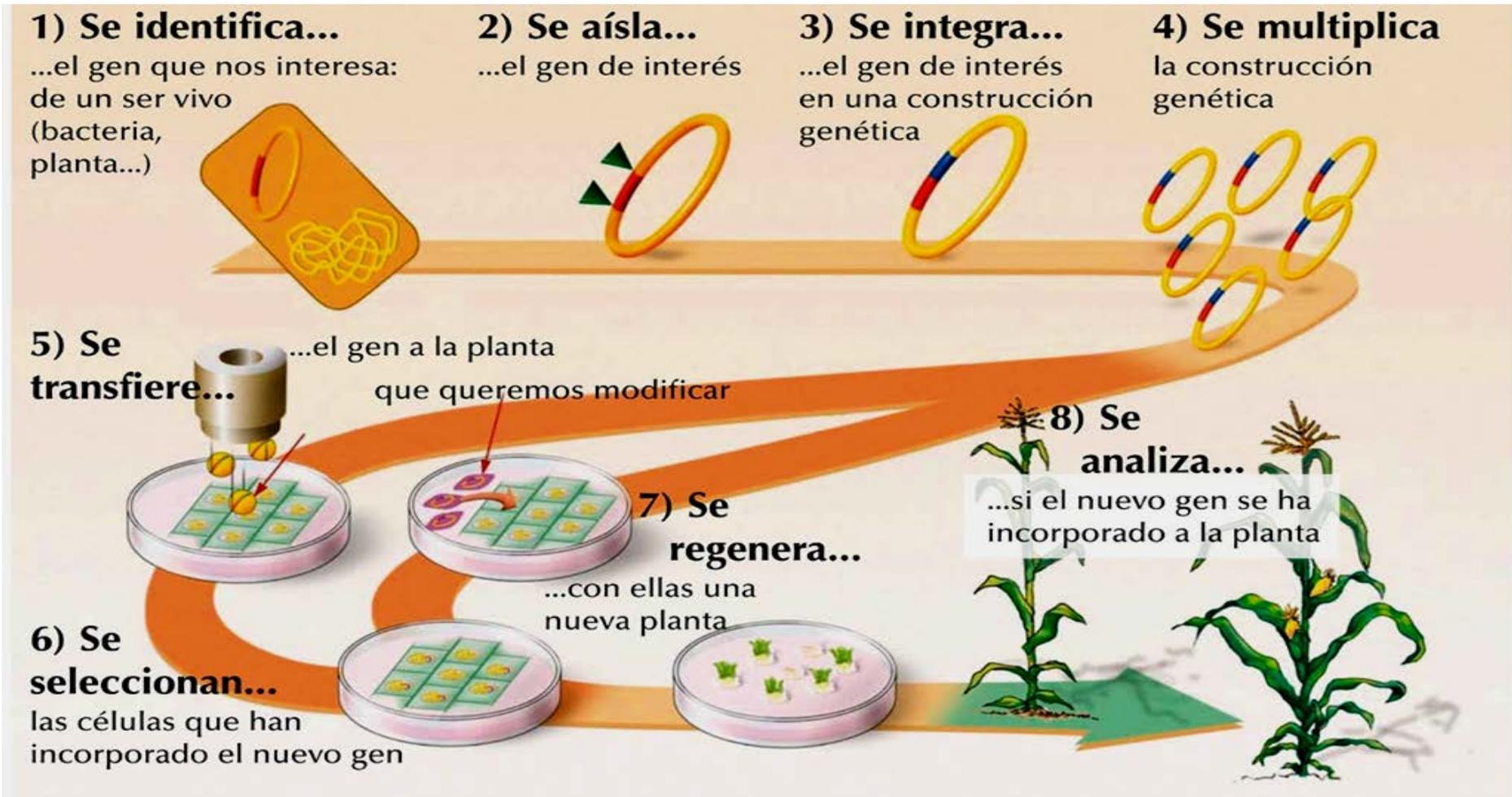


selección deliberada a lo largo de milenios



# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

◆ cómo se hacen los cultivos transgénicos: **esquema gral.**



# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

## planta transgénica

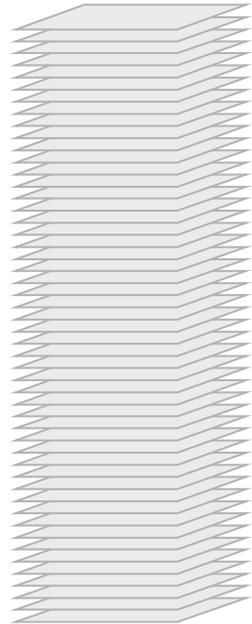


arroz convencional

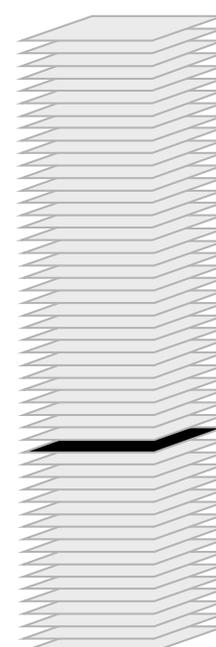
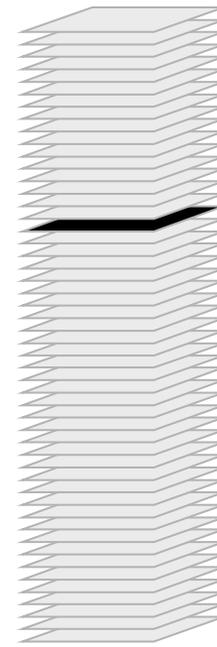


arroz "Dorado"

↑ provitamina A



(2, 3, o unos pocos genes)



Variedad A  
30.000 genes

Variedad A\* **transgénica**  
30.001 genes

# ¿Cómo mejoramos las plantas que comemos?

- ◆ 1 única planta transgénica → muchas variedades comerciales por hibridación

209

← 88 variedades de maíz MG derivadas de MON-ØØ81Ø-6 están autorizadas para su comercialización en España (mayo 2008)

Empresa comercializadora	Variedad (fecha de autorización en BOE o en el <i>Catálogo Europeo</i> *)
Pioneer Hi-Bred	PR33P67 (11/03/03), PR32P76 (16/02/04), <b>BACILA</b> (11/08/05), PR32R43 (11/08/05), PR32W04 (11/08/05), PR34N44 (11/08/05), PR36R11 (11/08/05), PR31N28 (07/09/06), PR33B51 (07/09/06), PR36B09 (07/09/06), PR31D21 (25/04/08), PR31D61 (25/04/08), PR31P43 (25/04/08), PR32T86 (25/04/08), PR35Y69 (25/04/08), <b>ELGINA</b> (17/09/04), <b>OLIMPICA</b> (17/09/04), <b>BOLSA</b> (17/09/04), <b>LEVINA</b> (17/09/04), PR38F71 (21/04/06), PR39V17 (21/04/06), PR39F56 (22/06/06), PR39D82 (28/08/07), PR38A25 (28/08/07), PR32G49 (16/04/08), PR32K62 (16/04/08), PR39T47 (30/04/08)
Monsanto Agricultura	DKC 6575 (11/03/03), DKC 6550 (16/02/04), DKC4442YG (11/08/05), DKC5784YG (11/08/05), DKC6041YG (11/08/05), DKC 5018YG (07/09/06), DKC6531YG (06/10/06), DKC6419YG (11/05/07), DKC6451YG (11/05/07), DKC6667YG (11/05/07), DKC6844YG (11/05/07), TABALA YG (25/04/08), <b>DKC513</b> (17/09/04), <b>DKC3421YG</b> (21/04/06), <b>DKC3946YG</b> (28/08/07), <b>DKC2950YG</b> (30/04/08)
Limagrain Ibérica	ALIACAN BT (11/03/03), ARISTIS BT (11/03/03), GAMBIER BT (16/02/04), CAMPERO BT (16/02/04), HELEN BT (11/08/05), BELES SUR (07/09/06), LUSON BT (07/09/06), VIRIATO BT (07/09/06), ASTURIAL BT (07/09/06), ABREGO BT (07/12/06), PONCHO YG (11/05/07), THURRO YG (11/05/07), LG3711 YG (25/04/08), <b>NOVELIS</b> (17/09/04), <b>LG3233YG</b> (28/08/07)
Semillas Fitó	JARAL BT (16/02/04), SF1035T (11/08/05), SF1036T (11/08/05), SF1112T (11/08/05), SF4701T (07/09/06), AZEMA YG (07/09/06), CARELLA YG (25/04/08)
Arlesa (Euralis)	CUARTAL BT (16/02/04), RIGLOS BT (11/08/05), ES MAYORAL YG (25/04/08), ES ARCHIPEL YG (25/04/08), ES CAJOU YG (25/04/08), ES PAOLIS YG (25/04/08), ES ZODIAC YG (25/04/08),
Koipesol	PROTECT (16/02/04), KAPER YG (23/03/07)
Agrar Semillas	FOGGIA (11/08/05), MAS 60YG (11/05/07), MAS 58YG (25/04/08), MAS 71YG (25/04/08)
Corn States Int.	EVOLIA YG (07/09/06), BENJI YG (07/12/06), KOFFI YG (07/12/06), ROCCO YG (07/12/06), PLACIDO YG, (23/03/07), TONIC YG (11/05/07),
KWS	KXA5491 YG (11/05/07), <b>KURATUS</b> (22/06/06)
Caussade Semences	VENICI YG (23/03/07)
RAGT	RUGBYXX YG (25/04/08)

# ¿Tienen muchas modificaciones génicas?

- ◆ **estudios comparativos** recientes entre planta transgénica y convencional, y entre plantas convencionales:
  - técnicas de **genómica, transcriptómica, proteómica, metabolómica**
  - eventos MON810 en diferentes variedades de **maíz**
    - transgénico y correspondiente no transgénico: diferencias entre 1.7% y 0.1% de las secuencias analizadas
    - diferentes variedades convencionales: 4% de las secuencias analizadas
  - estudiado también en trigo, patata, arroz
  - **\* técnicas convencionales introducen más cambios en el genoma que la transgénesis**

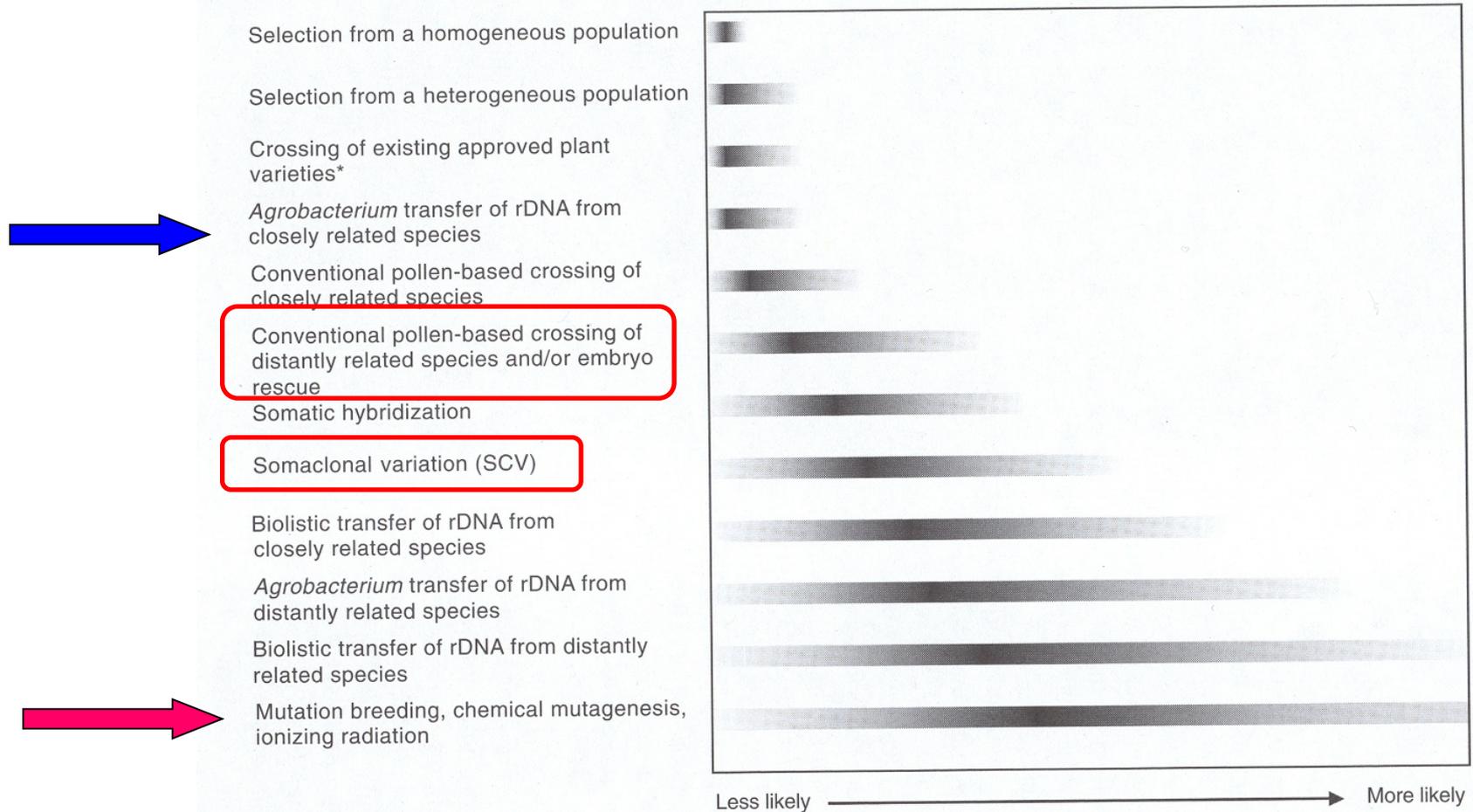
(Batista y cols. PNAS 105: 3640-3645, 2008 - arroz)

(Coll y cols. *Plant Mol Biol* 68, 105, 2008 y refs citadas - maíz)

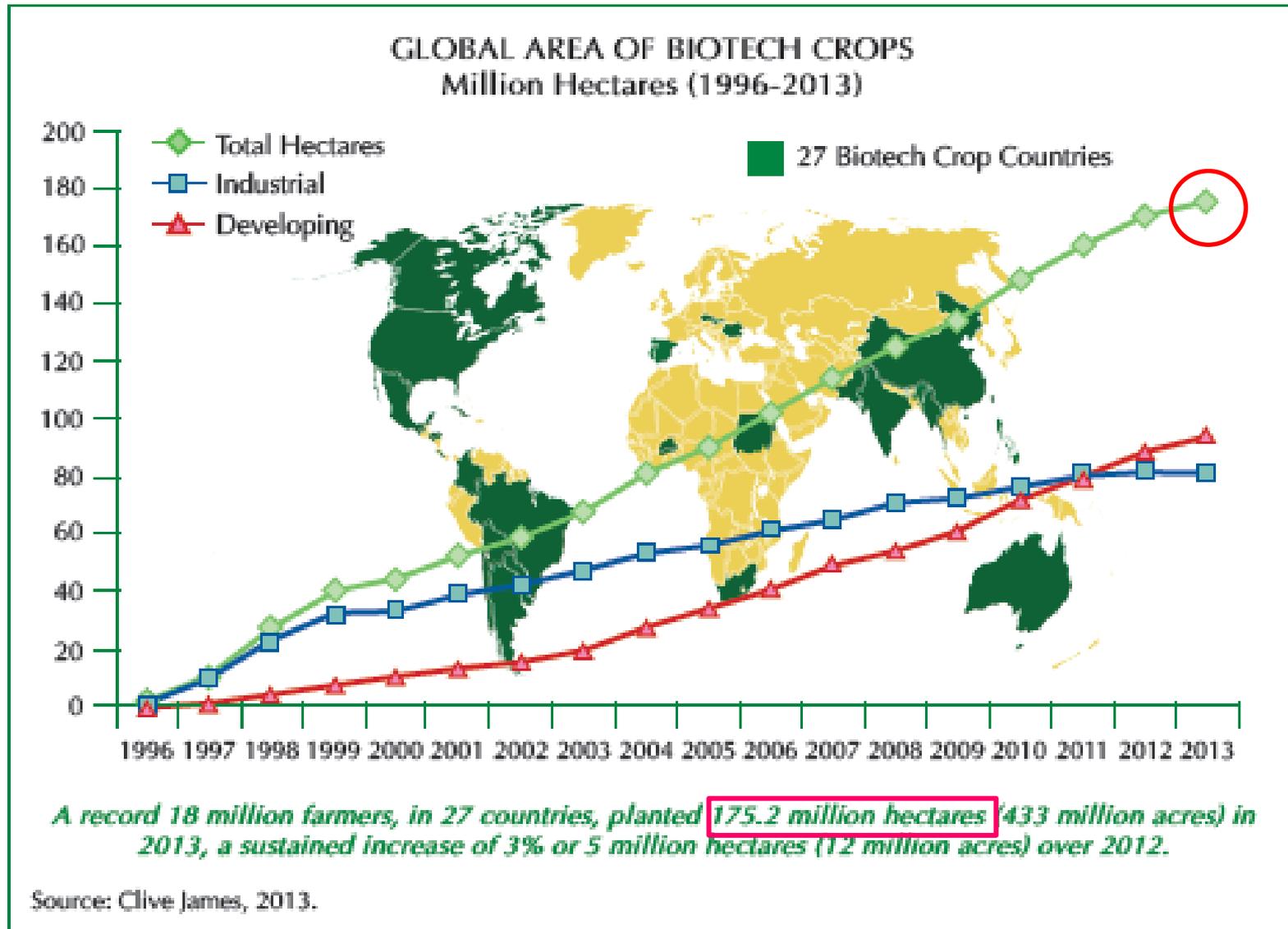
(Ammann, *New Biotechnology* 25, 101, 2008)

# ¿Tienen muchas modificaciones génicas?

## ◆ modificaciones génicas introducidas por diferentes métodos y tecnologías



# CULTIVOS TRANSGÉNICOS EN 2013



# Cultivos Transgénicos en 2013

- ◆ cultivados en **27 países**
- ◆ 18 millones de agricultores
  - ≈ **16,5 millones de pequeños agricultores** (<1,5 Ha), la mayoría en países en desarrollo
    - China: 7,5 millones de agricultores
    - India: 7,3 millones de agricultores
- ◆ **maíz tolerante a la sequía**: por 1ª vez, EEUU (MON 87460)
- ◆ **caña de azúcar tolerante a la sequía**: Indonesia (Ajinomoto y ellos)
- ◆ **alubias resistentes a virus**: Brasil (su propia tecnología)
- ◆ **berenjena resistente a insectos**: Bangladesh
- ◆ **Africa**: ↑ algodón resistente a insectos
  - maíz resistente a la sequía para 2017 (proyecto WEMA)
- ◆ **medio ambiente**
  - ↓ 497 millones kg compuesto activo pesticidas (1996-2012)
  - ↓ 26,700 millones kg CO<sub>2</sub> (2012)
  - ↑ productividad: ahorro de 123 millones de Ha (1996-2012)

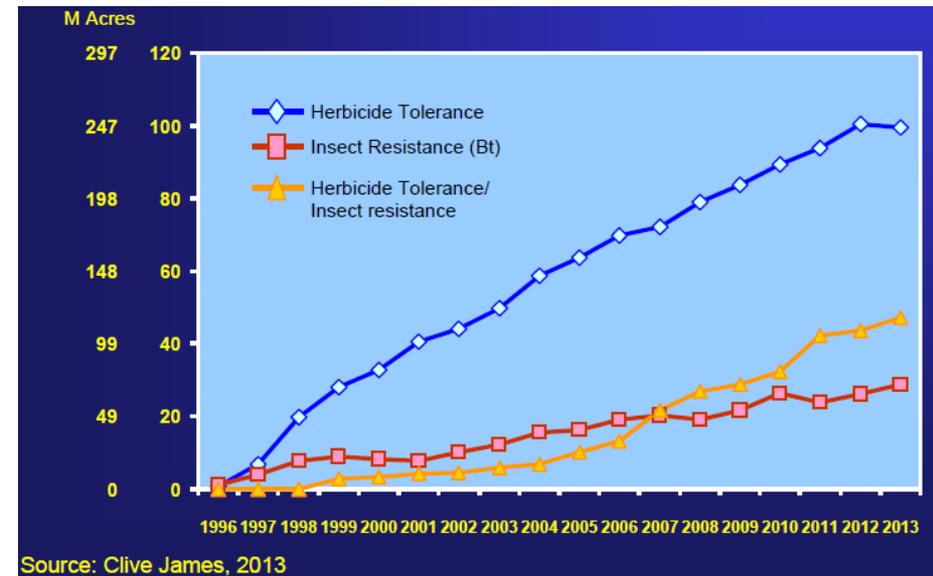
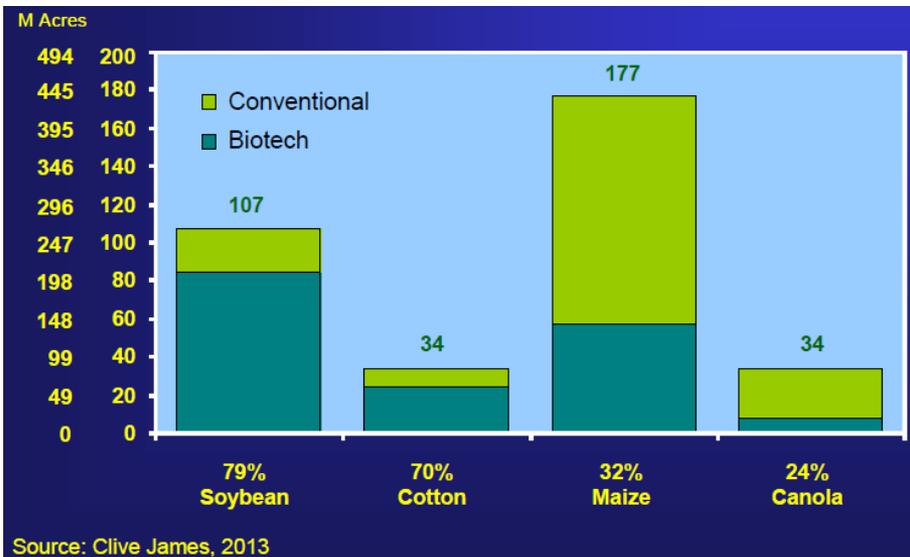
# Principales Cultivos Transgénicos Comercializados

## ◆ Base de datos de cultivos aprobados en el mundo:

<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>

- 90 - 100 eventos diferentes de 18 especies (cultivos) distintas

## las 4 especies principales



# Principales Cultivos Transgénicos Comercializados

## ◆ en la UE:

[http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm)

- gmo-compass: autorizadas y en proceso

<http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/>



# ¿Son nocivos para las personas?

## Calidad Nutricional

### ◆ evaluación obligatoria

- obligatorio evaluar el cultivo transgénico **ANTES** de comercializar
  - Directiva 2001/18
  - Reglamentos 1289/2003 y 1230/2003
- no existe obligación de evaluar los nuevos cultivos no transgénicos

### ◆ qué se evalúa (entre otros aspectos)

- toxicidad, alergenicidad, propiedades nutricionales

### ◆ cómo se evalúa:

- comparación con el convencional: **evaluación relativa**

### ◆ quién evalúa: **EFSA** (European Food Safety Authority)

<http://www.efsa.europa.eu/en/panels/gmo.htm>

# ¿Son nocivos para las personas? Calidad Nutricional

◆ cultivos / alimentos autorizados en Europa y en otros países:

todos los autorizados han pasado todas las pruebas

\*\*\* equivalentes a los convencionales desde el punto de vista nutricional \*\*\*

algunos son mejores...

◆ declarado así por:

- FAO, Academia Nacional de Ciencias de EEUU, OMS, Asociación Médica Británica, EFSA, Unión de Academias Alemanas de Ciencias y Humanidades, Real Sociedad del Reino Unido, Colegio Americano de Nutrición, Sociedad Americana de Toxicología, Agencia Española de Seguridad Alimentaria, etc,...

# ¿Son nocivos para las personas? Calidad Nutricional

◆ Maíz Bt: más saludable, ↓ cantidad de fumonisinas

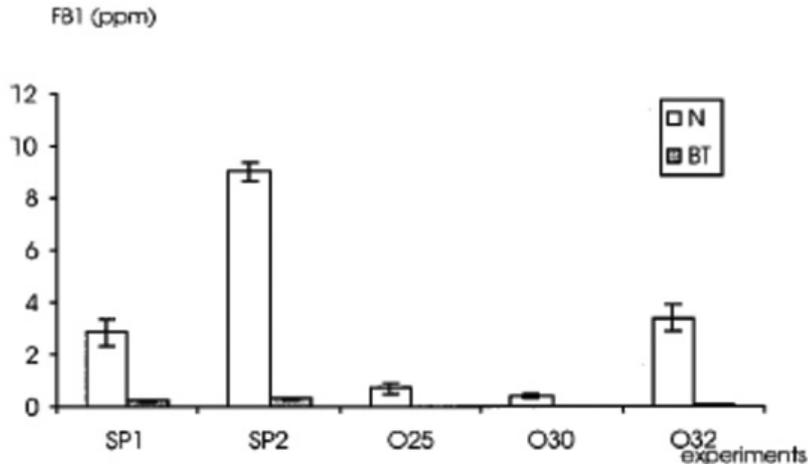
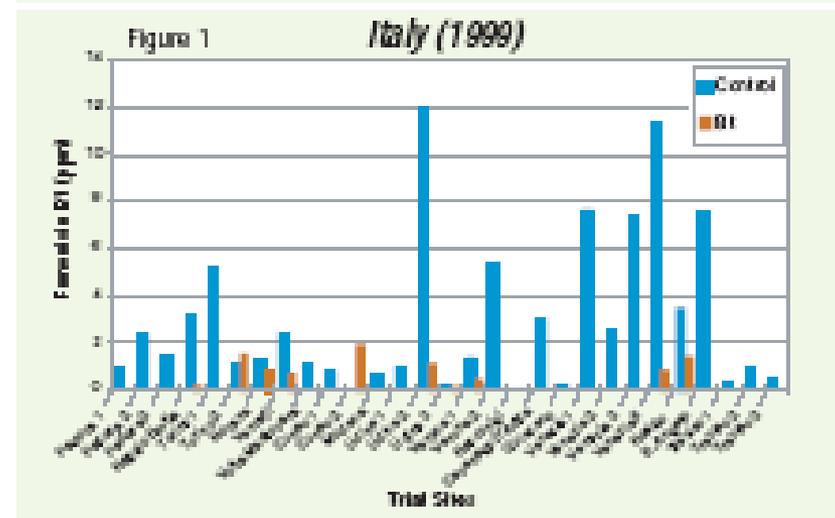
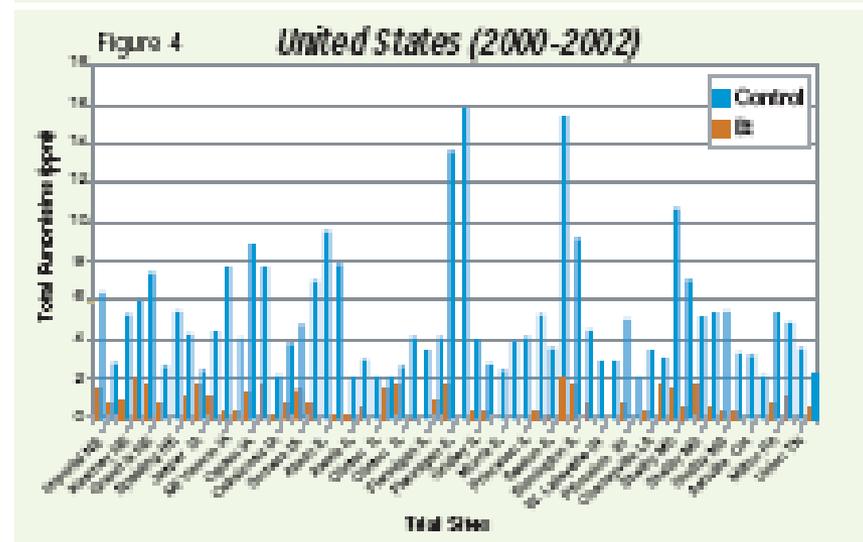


Figure 2. Fumonisin B<sub>1</sub> grain content from field experiments conducted in Spain (SP1 and SP2) and in France (O25, O30, and O32). Errors bars represent minimum and maximum values. N, normal maize hybrids; Bt, genetically modified maize hybrids.

pruebas en España y Francia

(B Bakan, D Melcion, D Richard-Molard,  
& B Cahagnier. 2002.

*Journal of Agricultural and Food  
Chemistry* 50, 728-731)



# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

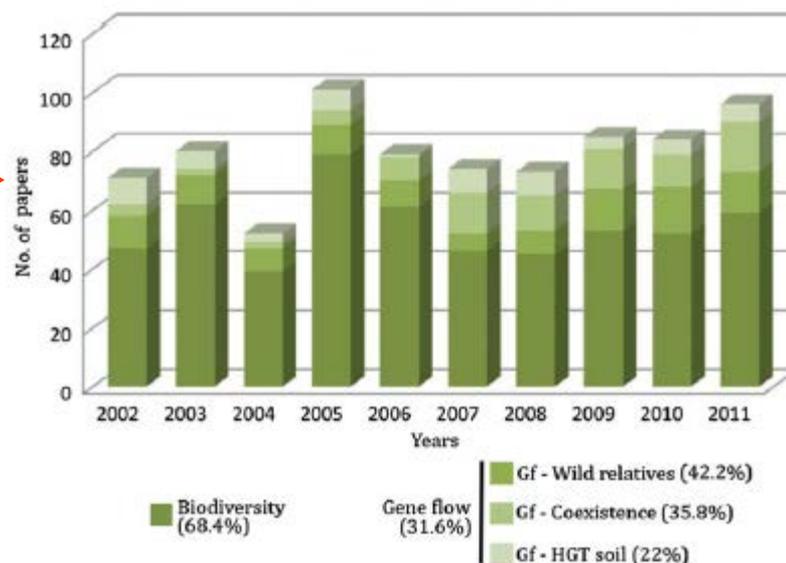
## ◆ Nicolia et al (2013)

- *An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research.* Crit Rev Biotechnol doi:10.3109/07388551.2013.823595

Table 1. Classification of 1783 scientific records on GE crop safety published between 2002 and 2012.

Topic	No. of papers	%*
General literature (GE gen)	166	9.3
Interaction of GE crops with the environment (GE env)	847	47.5
Biodiversity	579	32.5
Gene flow	268	15
Gf - Wild relatives	113	6.3
Gf - Coexistence	96	5.4
Gf - Horizontal gene transfer in soil	59	3.3
Interaction of GE crops with humans and animals (GE food&feed)	770	43.2
Substantial equivalence	46	2.6
Non-targeted approaches to equivalence assessment	107	6
GE food/feed consumption	312	17.5
Traceability	305	17.1

\*Percentage of the total number of collected papers.

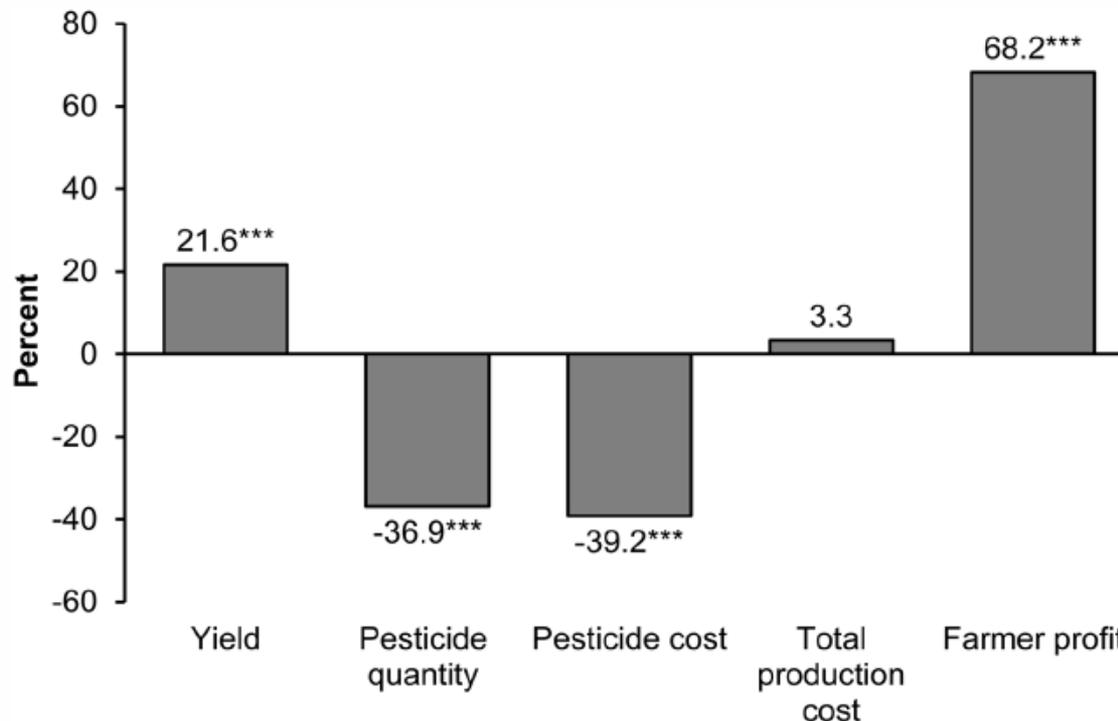


- 1783 artículos: 847 sobre aspectos medioambientales
- no se detectan riesgos significativos relacionados con los cultivos GM

# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

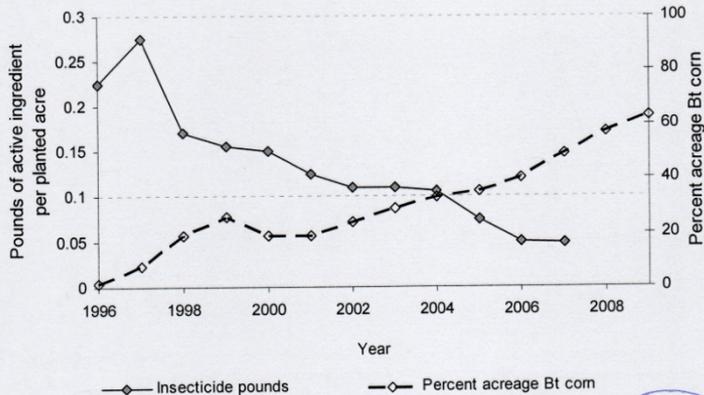
## ◆ Klümper & Qaim, PLOS one, nov 2014

- meta-analysis de 147 publicaciones con datos originales recientes
- soja, maíz, algodón: Bt, tolerantes a herbicidas
  - **Diferencias medias en el impacto de cultivos transgénicos y**



# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

## ◆ ↓ reducción de pesticidas: "cultivos Bt"



## maíz Bt (resistente al taladro) en USA

*Impact of Genetically engineered crops on far sustainability in the United States. National Academy of Sciences, 2010.*

<http://www.nap.edu/catalog/12804.html>

en 2006: ↓ >55 millones de kg de com. activo

↓ 77% insecticidas  
(Quaim, 2005)

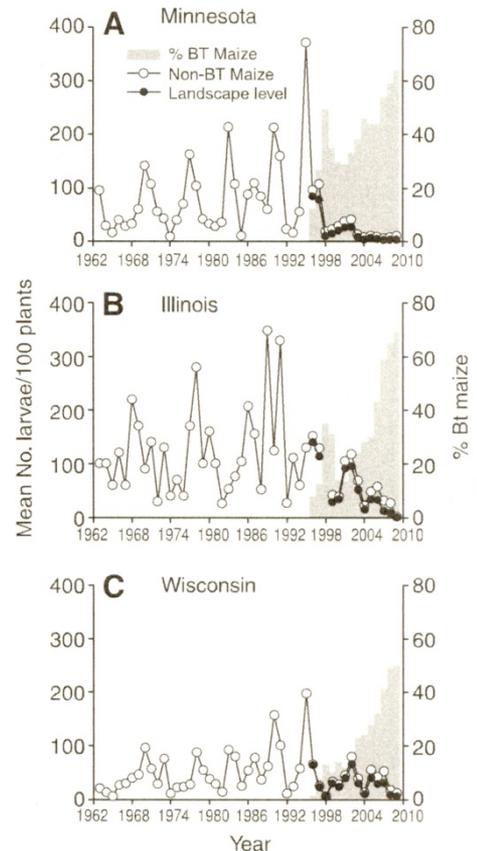
## reducción del insecto plaga maíz Bt (*O. nubilalis*) en USA

Hutchinson et al., Science 330, 222, 2010

también en algodón Bt

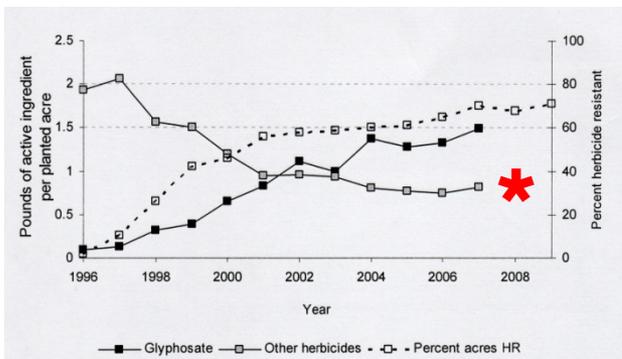
Wu et al., Science 321, 1676, 2008

¿problemas de coexistencia?

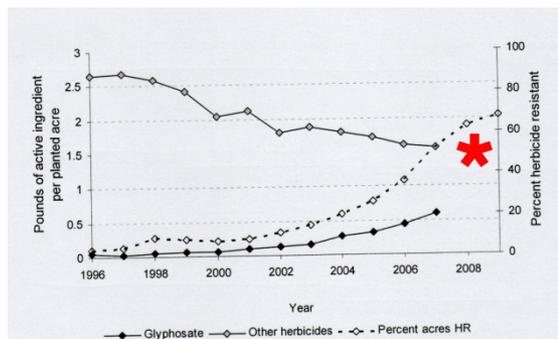


# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

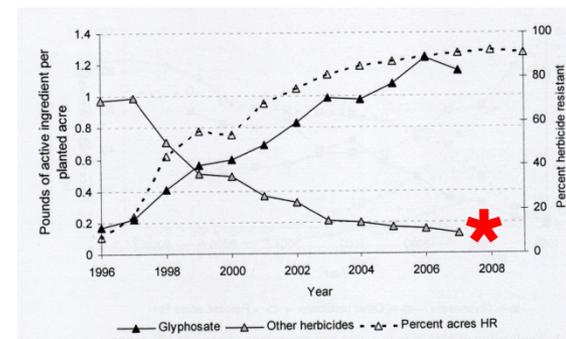
## ◆ ↓ herbicidas de alto impacto medioambiental



algodón



maíz



soja

Impact of Genetically engineered Crops on Farm sustainability in the United States - National Research Council. <http://www.nap.edu/catalog/12804.html>

## ◆ ↑ glifosato ⇒ ↓ contaminación acuíferos

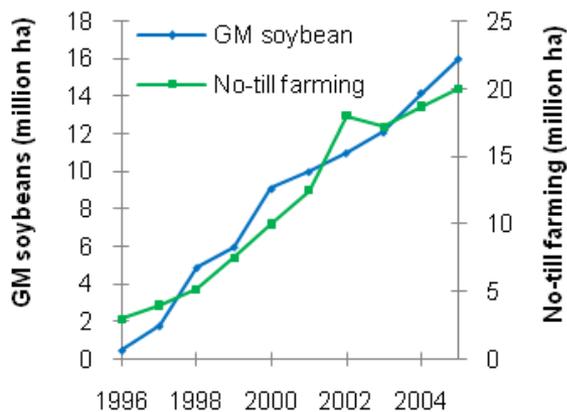
- menos tóxico, menos persistente en la naturaleza
- bajo impacto ambiental
- baja toxicidad para vertebrados
- LD50 > LD50 de aspirina y de cafeína

# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

## ◆ cultivos tolerantes a herbicidas: facilitan la gestión de los cultivos ✳

- menos aplicaciones, menos gasoil, menos emisiones de  $CO_2$ :
  - 2007: 1.9 millones de coches menos durante 1 año (USA)
- ⇒ facilitan la **agricultura de conservación**
  - soja: 64% ↑ superficie sin laboreo; 58% agricultores
  - maíz: 20% ↑ superficie sin laboreo
  - algodón: 371% ↑ superficie sin labo.; 80% agricultores

(Sankula y cols., *Biotechnology derived crops planted in 2004 - Impacts on US Agriculture, 2005*; Natl. Center for Food and Agricultural Policy) (Duke & Powles, *AgBioForum* 12, 246, 2009)



# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

## ◆ ↓ insecticidas: cultivos Bt

*Impact of Genetically engineered crops on far sustainability in the United States.* National Academy of Sciences, 2010. <http://www.nap.edu/catalog/12804.html>

### ▪ reducción del insecto plaga en maíz y algodón Bt

- Hutchinson et al., *Science* 330, 222, 2010; Wu et al., *Science* 321, 1676, 2008

## ◆ ↓ herbicidas de alto impacto ambiental

*Impact of Genetically engineered crops on far sustainability in the United States.* National Academy of Sciences, 2010. <http://www.nap.edu/catalog/12804.html>

## ◆ ↑ agricultura de conservación: laboreo reducido

- soja: 64% ↑ superficie sin laboreo; 58% agricultores
- algodón: 371% ↑ superficie sin labo.; 80% agricultores

(Sankula y cols., *Biotechnology derived crops planted in 2004 - Impacts on US Agriculture*, 2005; Natl. Center for Food and Agricultural Policy) (Duke & Powles, *AgBioForum* 12, 246, 2009)

## ◆ ↓ emisiones de CO<sub>2</sub>, consumo de gasoil

# ¿Qué aportan al Medio Ambiente?

## ◆ **↑ rendimiento** en cultivos Bt, resistentes a virus

- por **↓ pérdidas**, sin insumos extra
  - **↑ 10 - 15% mayor** (promedio), **↑ 50% mayor** en casos de infestaciones severas

Gonsalves, AgBioForum 7, 36-40, 2004; Huang et al, Science 308, 688-690, 2005; JR Park y cols, Plant Biotech J, 2010

## ◆ **aparición de malas hierbas resistentes a herbicidas**

(Sandermann, Trends Plant Science 11,324-328, 2006; Duke & Powles, 2009, AgBioForum 12, 346-357)

- no es específico de los cultivos transgénicos
- gestión eficaz de los cultivos

## ◆ **necesidad de evaluar beneficios** además de riesgos

- Farm Scale Evaluations (1999-2003) - DEFRA (UK)

*Managing the footprint of agriculture: towards a comparative assessment of risks and benefits for novel agricultural systems* (mayo 2007)

<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20080727101330/http://www.defra.gov.uk/environment/>

# ¿Pueden los cultivos transgénicos contribuir a mejorar la sostenibilidad de la agricultura?

## ◆ ↑ productividad

- ↓ terreno cultivable para producir la misma cantidad de alimento

## ◆ ↓ insecticidas, herbicidas

- sustitución de herbicidas más tóxicos y persistentes por otros menos tóxicos y persistentes

## ◆ efectos sobre la biodiversidad

- no se observan efectos negativos significativos ni nuevos
- depende del sistema de gestión agronómica

\* vosotros sacais vuestras conclusiones....

# Lo que viene

## ◆ calidad nutricional que viene

- ↑ contenido **vitaminas**: 'arroz dorado', maíz y patata (A); vit C
- ↑ compuestos **antioxidantes**: tomate
- colza con "aceites de pescado"
  - Rothamsted Research (Reino Unido)
  - pruebas de campo
- baja **alergenicidad**: trigo, arroz, cacahuete
- trigo para celíacos **sin gluten**
  - CSIC, Córdoba
- \* patata ↓↓ **acrilamida** (al freír), no se oscurece
  - resistente al tizón tardío
  - JR Simplot (USA) <http://www.simplotplantsciences.com/>
- plátanos con ↑↑ **de vit A**
  - Queensland Univ. Technol <https://www.qut.edu.au/news/new>
- patata ↓↓ **glicoalcaloides**
  - [www.riken.jp/en/research/rikenresearch/highlights/7902](http://www.riken.jp/en/research/rikenresearch/highlights/7902)
- manzana que no se oscurece
  - [www.arcticapples.com](http://www.arcticapples.com)



# Lo que viene

## ◆ algunas mejoras medioambientales que vienen

### ▪ mejora de la **eficiencia de la fotosíntesis** en arroz

- ↑ 30% productividad y tolerancia al estrés

Universidad de Arkansas: <http://newswire.uark.edu/articles/25952/rice-yield-increase-of-30-percent-enabled-by-use-of-a-photosynthesis-switch-researchers-learn>

<http://www.nature.com/ncomms/2014/141031/ncomms6302/full/ncomms6302.html>

### ▪ ↑ **fijación de nitrógeno** (↓ fertilizantes) en cereales

- Proyecto ENSA (<https://www.ensa.ac.uk/>)

- Fdn. Bill & Melinda Gates: libre de derechos de patentes

### ▪ maíz **tolerante a la sequía**

- CINVESTAV (Mexico): ↓ 20% agua

[http://www.innovacion.gob.sv/inventa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=116:mexico-crean-un-maiz-resistente-a-la-sequia&catid=130:agroindustria&Itemid=298](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/index.php?option=com_content&view=article&id=116:mexico-crean-un-maiz-resistente-a-la-sequia&catid=130:agroindustria&Itemid=298)

- Water Efficient Maize for Africa: <http://wema.aatf-africa.org/>

### ▪ tolerancia a **suelos marginales**: ácidos, alcalinos

- [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/292174/cs-t-14-634a-gm-science-update.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/292174/cs-t-14-634a-gm-science-update.pdf)

# ¿Por qué hay tanta polémica?

- ◆ implicación de las **multinacionales - SOMBRA**
  - **predominio del sector privado** sobre el público en occidente
  - China: tecnología propia, pública
    - mínima implicación de multinacionales occidentales
  - India:  $\approx$  50% dinero público
  - **por qué?** entre otras razones,
    - coste de las pruebas para autorizaciones (salud y medio ambiente):  $\approx$  80 millones de € por tipo de planta
- ◆ **pocas transnacionales:** aprox. 30% del mercado de semillas
  - Monsanto, Syngenta, DuPont, Pioneer Hi-Bred, Bayer, BASF...

# ¿Por qué hay tanta polémica?

## ◆ tecnologías patentadas

- coste adicional de las semillas
- prohibición de guardar semilla para la siembra siguiente.
  - situación similar a la de los cultivos de variedades híbridas
- posible control de la producción de alimentos

## ◆ precedente excepcional:

- \* cesión de los derechos de las > 70 patentes para el Arroz Dorado
  - cedidos al IRRI (Filipinas) para el desarrollo comercial **sin coste adicional** a agricultores que ganen menos de 10.000 \$ al año
  - (<http://www.goldenrice.org>)

# ¿Por qué hay tanta polémica?

- ◆ **Academias Nacionales de Ciencias de países industria. 'Transgenic plants and world agriculture' (2001)**  
([http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=9889](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9889))
- ◆ **Nuffield Council on Bioethics: 'Genetically modified foods: the ethical and social issues' (1999 y 2003)**
- ◆ **FAO: 'Cuestiones éticas en los sectores de la alimentación y agricultura' (2000)**
- ◆ **ONU: 'Informe sobre el Desarrollo Humano' (2001)**
- ◆ **Cumbre para el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002)**  
(<http://www.johannesburgsummit.org>; <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/coverage>)

**\*\*\* llamamiento a los Gobiernos y a la Industria para impulsar el desarrollo de cosechas transgénicas adaptadas a las necesidades ambientales, económicas y sociales de los países en desarrollo mediante *transferencia de tecnología* \*\*\***

# ¿Por qué hay tanta polémica?

- ◆ consorcios público-privados
- ◆ International Rice Research Institute (IRRI, Filipinas), ETH (Suiza) y Fundación Syngenta
  - desarrollo del '*arroz dorado*' (no su comercialización)  
<http://www.goldenrice.org>
- ◆ Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT, México), Fundación Syngenta y Kenya Agricultural Research Institute (KARI)
  - desarrollo de maíz resistente a insectos para África oriental  
<http://www.cimmyt.cgiar.org/>
- ◆ Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA, Brasil) y Monsanto
  - soja resistente a herbicidas adaptada a Brasil
- ◆ African Biotechnology Sorghum Project (<http://biosorghum.org/>)
- ◆ Fdn. Bill & Melinda Gates, Pioneer, Univ. Calif, Univ. SudAfr.
- ◆ *Agricultural Development Strategy Overview*, abril 2010 Fundación Bill & Melinda Gates

# Situación en Europa

## ◆ Parlamento Europeo:

- Autoriza algunos cultivos transgénicos:

[http://ec.europa.eu/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/index_en.cfm)

- 13 enero 2015:

- Permite que los países miembros prohíban cultivos transgénicos por cualquier razón (no científicas)

- **guerra comercial** EEUU vs. Europa

- trabas a la comercialización de cultivos transgénicos de multinacionales EEUU
- denuncia de EEUU, Argentina y Canadá en 2003 ante la Organización Mundial de Comercio

# Situación en Europa

## ◆ ambigüedad política: regiones "libres de transgénicos"

- red creada en 2003 (<http://www.gmo-free-regions.org>)
  - en España: 115 municipios en 14 regiones (2010)
  - en Europa: 4.713 gobiernos locales (2010)
- autoridades estatales, regionales y/o locales: NO tienen competencias para prohibir los cultivos transgénicos en sus límites
  - CAPV 2007: impedir producción de cultivos transgénicos  
fomentar investigación en biotecnología

[http://www1.euskadi.net/acuerdos/indice\\_c.apl?Fecha=20/02/2007#DPTO3](http://www1.euskadi.net/acuerdos/indice_c.apl?Fecha=20/02/2007#DPTO3)

- CAVP: "autorización" (abril 2010)
  - "sí, pero menos"



# Situación en Europa

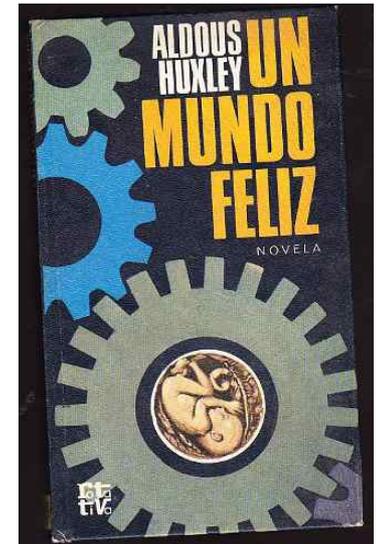
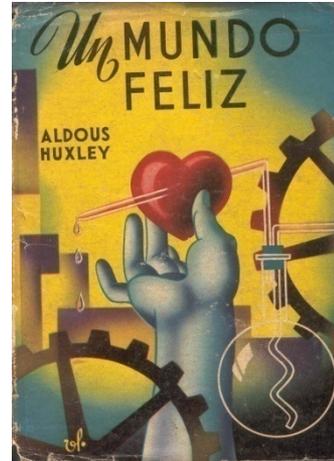
## ◆ Grupos y organizaciones ecologistas

- En contra de los cultivos transgénicos desde el comienzo
- **Infundir miedo - CUIDADO!!!**
  - Es muy paralizante



## *Un Mundo Feliz* – Aldous Huxley – 1932

- control de la ciudadanía



“... Hay que **reducir de manera drástica la educación**, hasta llevarla a una forma de inserción profesional. Un individuo inculto, con un horizonte de pensamiento limitado, prisionero de la mediocridad de su existencia, no puede rebelarse...

Hay que conseguir que el **acceso a la cultura sea cada vez más difícil y elitista**. Que la brecha entre la ciencia y el pueblo se agrande....

**Es muy eficaz impedir que la gente piense....”**

# Situación en Europa

## ◆ posicionamiento de partidos políticos:

- a favor: conservadores, derecha
- en contra: progresistas, verdes, izquierda

## ◆ apoyo político incondicional a la **agricultura ecológica**

- Productos **no son más nutritivos** que los no ecológicos
  - Crisis de los “pepinos españoles” en 2012 en Alemania
    - 40 muertos
- es **≈ 30% menos productiva** que la no ecológica
  - ⇒ más terreno para producir la misma cantidad de alimento
  - sostenibilidad?
- alimentos ecológicos son **mucho más caros**
  - alimentos de élite?
- empieza a haber multinacionales...
- sí ↑ fertilidad de la tierra

# Situación en Europa

## ◆ Francia

- Gobierno de Sarkozy: pactó con las organizaciones ecologistas
  - \* Dejar en paz la energía nuclear a cambio de que el gobierno prohíba los cultivos transgénicos
  - [http://www.lesechos.fr/25/06/2013/lesechos.fr/0202852508651\\_francois-fillon-met-le-progres-en-tete-de-son-projet-presidentiel.htm](http://www.lesechos.fr/25/06/2013/lesechos.fr/0202852508651_francois-fillon-met-le-progres-en-tete-de-son-projet-presidentiel.htm)
- prohibición de cultivar MON810 en Francia (2008)
- nueva evaluación de la EFSA: se ratifica en informe favorable  
EFSA Journal 1149, 1-85, 2009
- Tribunal de Justicia Europeo, y Consejo de Estado de Francia: declaran *ilegal* la prohibición de Francia (mayo 2012).  
<http://fundacion-antama.org>
- Sigue prohibiendo el cultivo del MON810 y la importación de otros transgénicos....

# Situación en Europa

## ◆ Consecuencias de la actitud **antitransgénica** europea: a quiénes afecta?

### ▪ en Europa

#### • **agricultores**, sobre todo del **sur de Europa**

- productividad de la agricultura europea es 15% inferior a la de EEUU

(Collier, The politics of hunger, *Foreign Affairs* 87, 67, 2008)

#### - sector del algodón en España - Andalucía:

» 110.000 ha (1999) → 63.000 ha (2010)

» se puede importar algodón transgénico pero NO cultivar

#### • **ganadero**: dificultad en encontrar **materias primas para piensos** a precio razonable.

- riesgo de ↑ precios de productos derivados

#### • **consumidores en riesgo de marginalidad**:

- ↑ coste de los alimentos ⇒ ↓ nutrición adecuada

# Situación en Europa

- ◆ **Consecuencias de la actitud antitransgénica europea**
  - **cierre** de laboratorios de **investigación** en **Europa** de multinacionales
    - Syngenta, Monsanto, Dow, Dupont, BASF, Bayer
  - salida de más de 100.000 científicos
    - <http://fundacion-antama.org> - Noticias
    - pérdida de tecnología ⇒ ¿que inventen otros?
  - **pérdida de competitividad de la agricultura europea**
    - **↓ 15% de productividad desde 1996** en comparación con la agricultura de EEUU
    - pérdida de control sobre la producción: **↑ importaciones**
    - el cultivo de maíz transgénico en España ha supuesto un **ahorro de 156 millones de €** desde 1998

# Hacia el futuro....

- ◆ hasta ahora: **multinacionales** fuertes dominan la producción de semillas transgénicas
- ◆ empiezan a entrar en escena **otras empresas** medianas y pequeñas, y **centros públicos**
- ◆ **objetivo último de la agricultura:**
  - ↓ impacto ambiental de la agricultura
  - ↑ calidad nutricional de los alimentos
- ◆ los cultivos transgénicos como una "herramienta" más:
  - ★ **utilizar** juiciosamente lo **mejor** de **todas** y cada una de las **tecnologías agrícolas disponibles** ★

(Godfray et al., Science 236, 812-818, 2010)

# Hacia el futuro.....

- ◆ *Debemos explorar opciones como la agro-ecología y la "climate-smart agriculture", y también la biotecnología y el uso de los organismos modificados genéticamente.*
- ◆ *Necesitamos explorar estas alternativas utilizando un enfoque incluyente basado en la ciencia y en los datos, no en las ideologías.*

**José Graziano da Silva**

**Director General de la FAO**

**Sesión 24ª de la Comisión de Agricultura**

**Roma, 29 de septiembre de 2014**

[www.fao.org/news/story/en/item/250148/icode](http://www.fao.org/news/story/en/item/250148/icode)

Para terminar....

## Hipatia de Alejandría (370? - 416?)

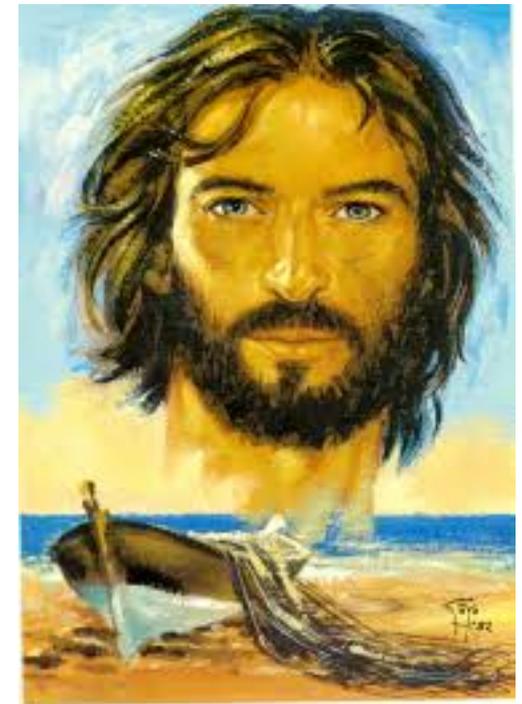
“conserva celosamente tu derecho a reflexionar, porque incluso el hecho de equivocarse es mejor que no pensar en absoluto”



pensad y razonad críticamente

*la verdad os hará libres*

## Jesús de Nazaret (4 AC? - 30?)



Eskerrik asko!!

zuen arretagatik

Preguntas?