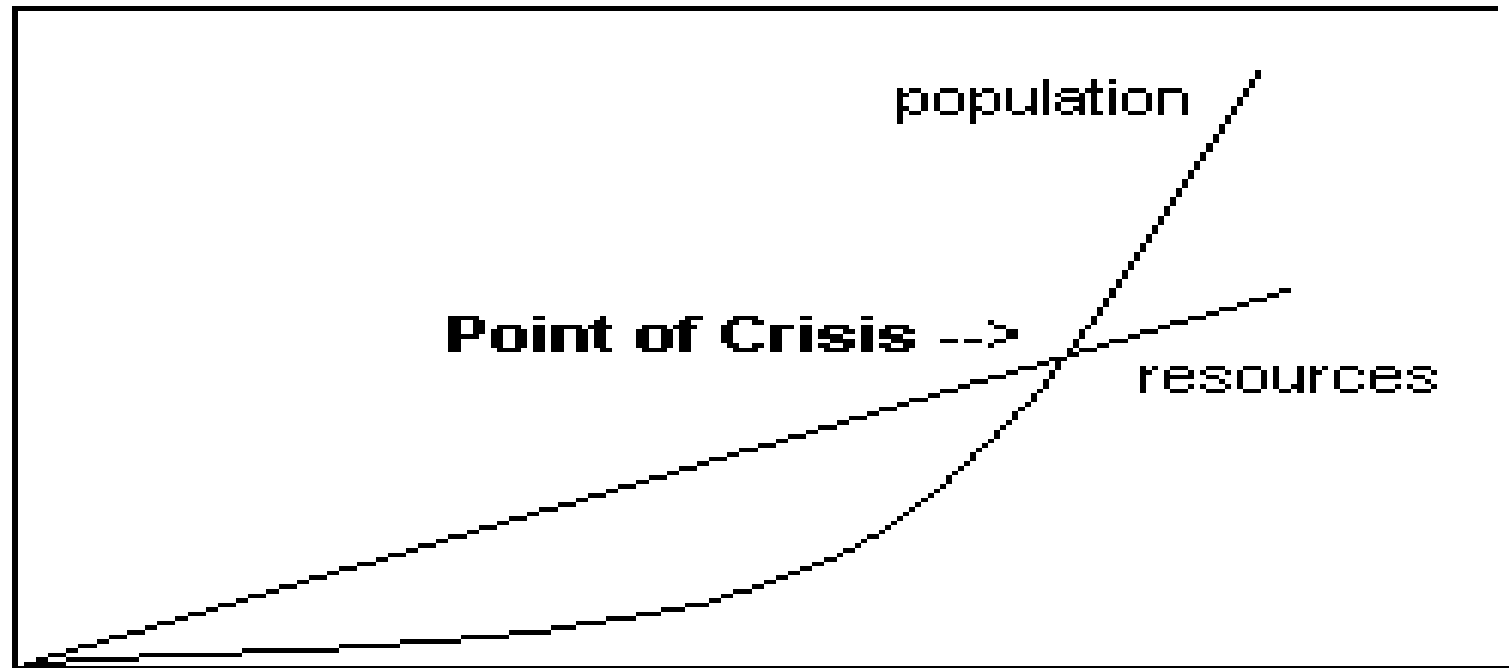


PLANTAS TRANSGÉNICAS

Juan-Ramón Lacadena
Colegio Libre de Eméritos
29 noviembre 2016

Thomas Robert Malthus (1766 – 1834)

“Un ensayo sobre el principio de población”
(1798, 1ª ed.; 1803, 2ª ed.; 1826, 6ª ed.)



Malthus' Basic Theory

PLANTAS TRANSGÉNICAS

- EL 31 DE OCTUBRE DE **1999** LA POBLACIÓN MUNDIAL ALCANZÓ LOS **6.000 MILLONES** DE HABITANTES
- EL 31 DE OCTUBRE DE **2011** LA POBLACIÓN MUNDIAL ALCANZÓ LOS **7.000 MILLONES**
- EN **2015** LA POBLACIÓN MUNDIAL ALCANZÓ LOS **7.200 MILLONES**. EN LA ACTUALIDAD, EL **HAMBRE** AFECTA A **870 MILLONES** DE PERSONAS Y LA **MALNUTRICIÓN** A **2.000 MILLONES**
- SE ESTIMA QUE PARA **2050** SE NECESITARÁ UN 60 % MÁS DE ALIMENTOS PARA UNA POBLACIÓN DE **9.600 MILLONES** DE HABITANTES

BIOTECNOLOGÍA

“Cualquier técnica que utilice organismos vivos o parte de los organismos para fabricar o modificar productos, mejorar plantas o animales o desarrollar microorganismos para usos específicos”

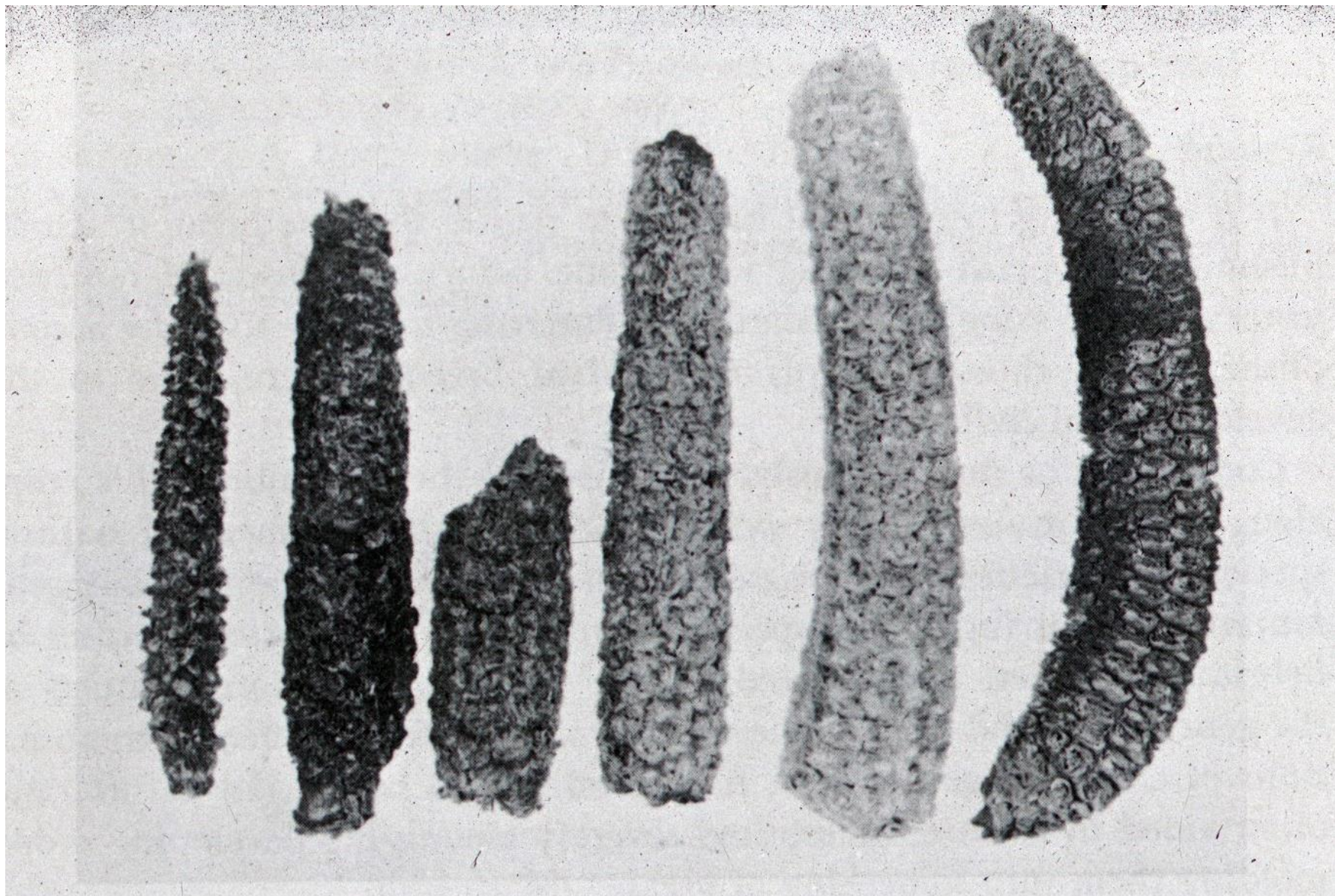
La potencialidad de la biotecnología estriba en producir cantidades ilimitadas de:

- sustancias de las que nunca se había dispuesto con anterioridad**
- productos que se obtenían en pequeñas cantidades**
- abaratamiento de los costes de producción**
- mayor seguridad en los productos obtenidos**
- nuevas materias primas, más abundantes y menos caras**

MEJORA GENÉTICA (I)

MEJORA GENÉTICA DE PLANTAS Y ANIMALES

Tiene como fin obtener los *genotipos* (constitución genética) que produzcan los *fenotipos* (manifestación externa de los caracteres) que mejor se adapten a las necesidades del hombre en unas circunstancias determinadas.

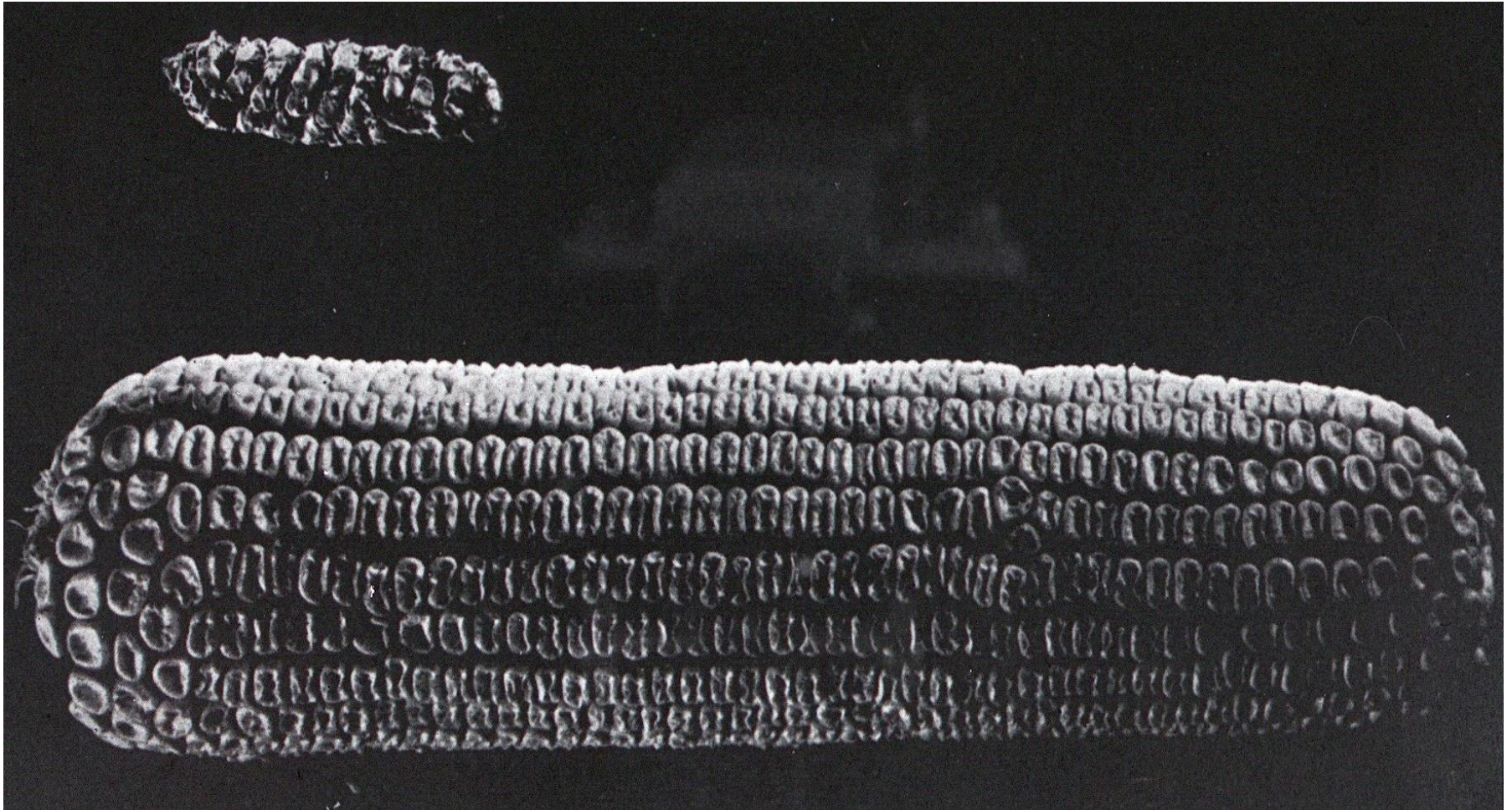


MEJORA GENÉTICA (II)

FINES PARCIALES DE LA MEJORA GENÉTICA (1)

- **AUMENTAR EL RENDIMIENTO**
 - **Mejora de la productividad**, aumentando la capacidad productiva potencial de los individuos
 - **Mejora de resistencia**, obteniendo genotipos resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas
 - **Mejora de características agronómicas o zootécnicas**, obteniendo nuevos genotipos que se adapten mejor a las exigencias y aplicación de la mecanización de la agricultura

MEJORA DE PRODUCTIVIDAD



MEJORA DE RESISTENCIA: Rendimientos y pérdidas (Tm/Ha)

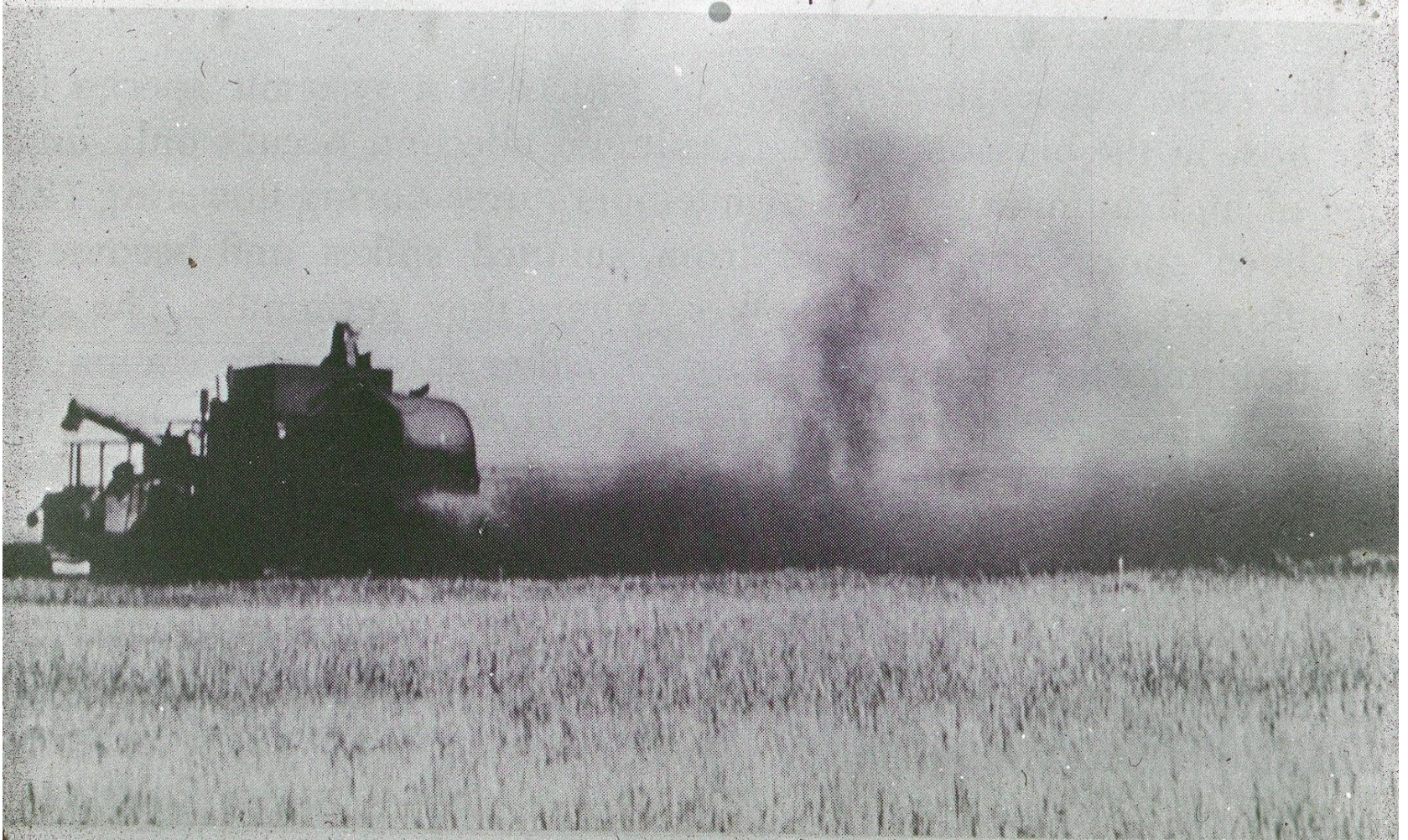
<u>Cultivo</u>	Producción		Enfermedades	
	<u>máxima</u>	<u>media</u>	<u>y plagas</u>	<u>Malas hierbas</u>
Maíz	19,3	4,6	1,4	13,2
Trigo	14,5	1,9	0,4	12,1
Soja	7,4	1,6	0,3	5,4
Sorgo	20,1	2,8	0,6	16,6
Avena	10,6	1,7	0,6	8,3
Cebada	11,4	2,1	0,5	8,9
Patata	94,1	28,3	13,9	51,8
Remolacha	121,0	42,6	13,4	65,0
Media	100	21,6	6,7	71,7

MEJORA DE RESISTENCIA

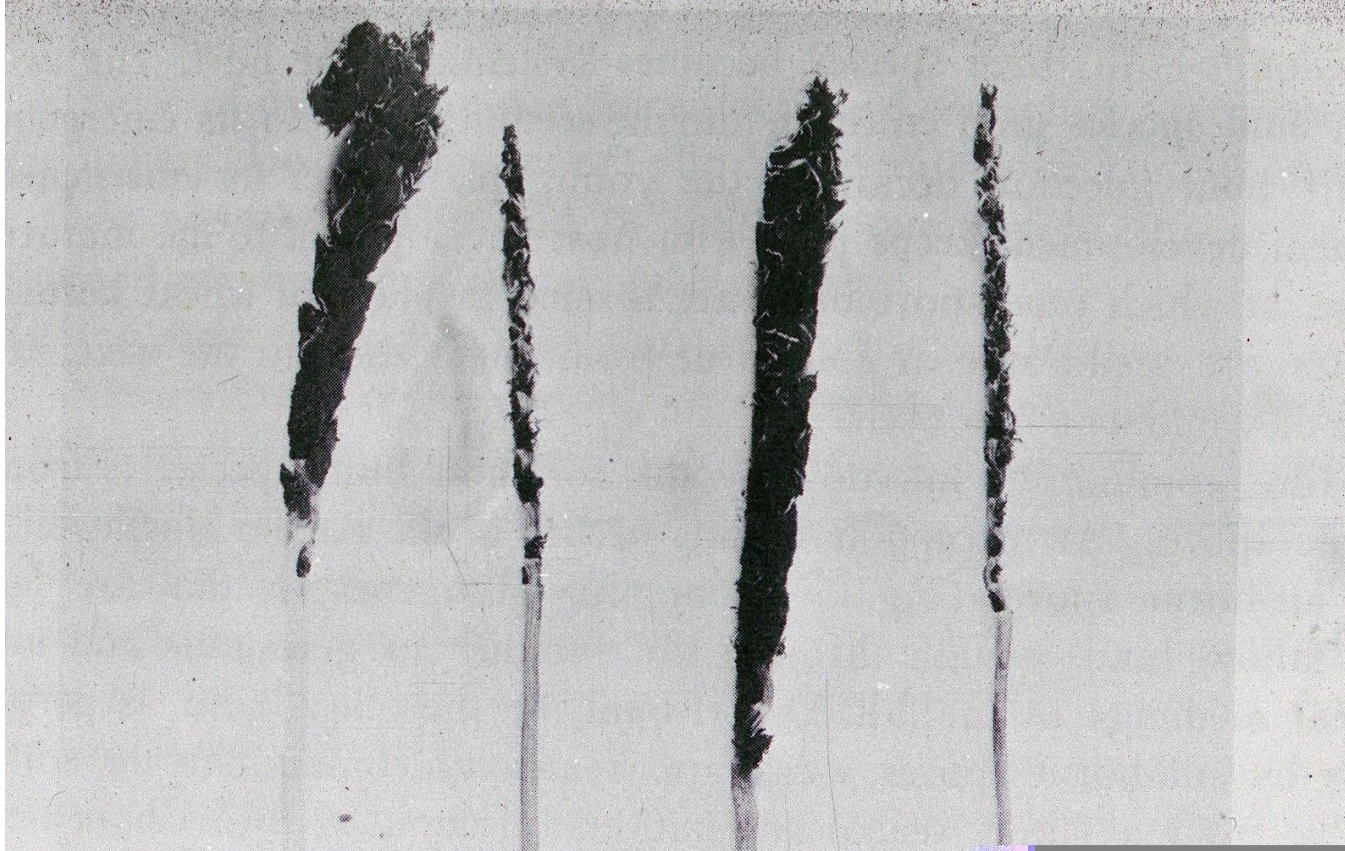
“El agricultor recoge lo que le dejan los parásitos” (M. Roux)



MEJORA DE RESISTENCIA



MEJORA DE RESISTENCIA



MEJORA GENÉTICA (III)

FINES PARCIALES DE LA MEJORA GENÉTICA (2)

- **AUMENTAR LA CALIDAD**
 - **Mejora de calidad**, atendiendo, por ejemplo, el valor nutritivo de los productos vegetales y animales obtenidos
- **EXTENDER EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN**, adaptando las especies ya cultivadas o explotadas a nuevas áreas geográficas
- **DOMESTICAR NUEVAS ESPECIES**, transformando por la intervención del hombre a especies vegetales silvestres o animales salvajes en cultivadas o domésticas, respectivamente

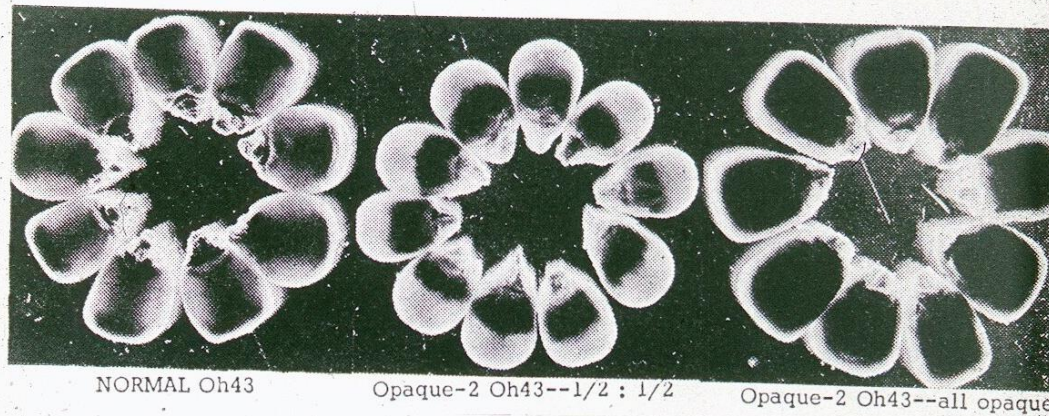


Fig. 1. Appearance of normal, $1/2 : 1/2$ and opaque corn kernel as viewed over a frosted glass.

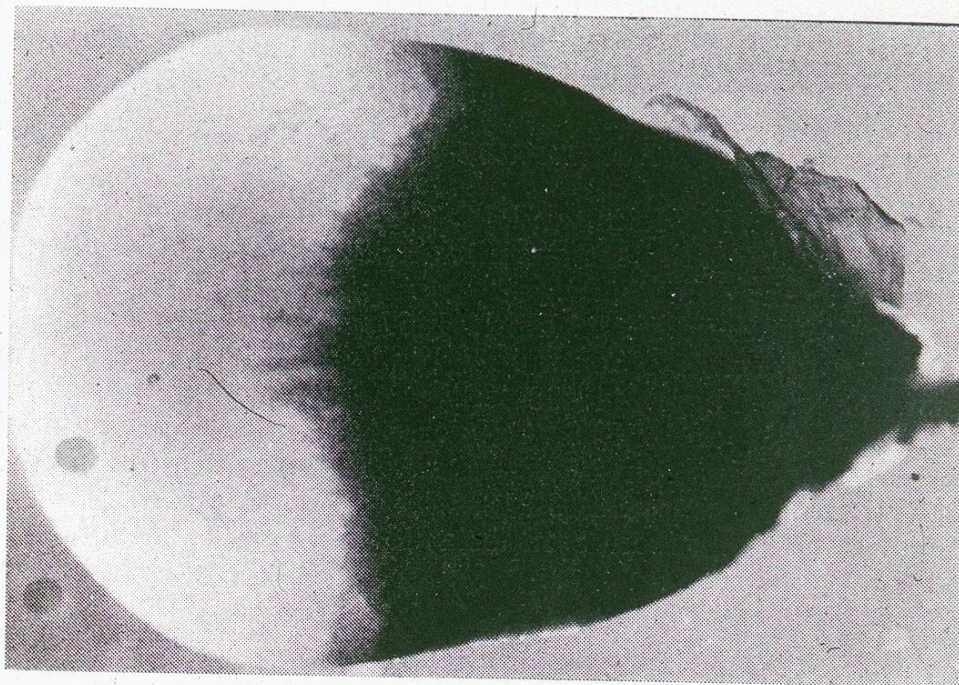


Fig. 2. Closeup of $1/2 : 1/2$ opaque-2 kernel.

MEJORA DE CALIDAD



MEJORA DE CALIDAD: EL ARROZ DORADO



EL ARROZ DORADO



LA REVOLUCIÓN VERDE: ASPECTOS POSITIVOS

(Norman E. Borlaug, Premio Nobel de la Paz, 1970)

INCREMENTOS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS BÁSICOS

En poco más de una década se pasó en Méjico de un rendimiento en el cultivo de trigo de 750 Kg/Ha a 9.000 Kg/Ha

Las variedades de arroz obtenidas en el IRRI duplicaron la producción en países como la India, Filipinas y Pakistán

En el período 1961-1981, la India triplicó su producción anual de trigo.

En 1967, Pakistán ocupaba el segundo lugar entre los países receptores de ayuda alimentaria externa; dos años más tarde Pakistán era país exportador de arroz

En el período 1963-1983, China aumentó el rendimiento medio del arroz de 2 a 5 Tn/Ha y el del trigo de 1 a 2,5 Tn/Ha

NORMAN E. BORLAUG (1914 – 2009)
PREMIO NOBEL DE LA PAZ 1970



NORMAN E. BORLAUG (1914 – 2009)
MEDALLA DEL CONGRESO USA



REVOLUCIÓN VERDE: ASPECTOS POSITIVOS

- **Cerca de 1.000 millones de personas sufren actualmente hambre o escasez de alimentos, pero sin la ayuda de la Revolución Verde esta cifra habría alcanzado los 2.000 millones**
- **Desde 1970 los precios de los alimentos básicos han disminuido en torno al 70%**

REVOLUCIÓN VERDE: PROBLEMAS PENDIENTES (1)

- **1.000 millones de personas, sobre todo mujeres y niños, consumen menos de 2.000 calorías/día**
- **180 millones de niños tienen problemas graves relacionados con la falta de alimentos**
- **100 millones de niños tienen una grave deficiencia en vitamina A (problemas relacionados con la vista, piel, mucosas y sistema inmune)**

REVOLUCIÓN VERDE: PROBLEMAS PENDIENTES (2)

- **400 millones de mujeres (15-49 años) tienen deficiencia en hierro (la anemia es la causa del 20% de los abortos o muerte prematura en Asia y África)**
- **Teniendo en cuenta los rendimientos actuales y el aumento de población, si no se hace nada en los próximos años la cifra de personas hambrientas en el tercer mundo puede ser escalofriante. Se ha estimado que en el 2020 habrá una cifra adicional de 1.500 millones de personas con hambre en el mundo**
- **Se estima que para 2050 se alcanzarán los 9.600 millones de habitantes y se necesitará un 70 % más de alimentos**

PLANTAS TRANSGÉNICAS

Transgénesis: transmisión horizontal de la información genética

Transgénesis versus cruzamiento y selección en la Mejora de Plantas

Métodos convencionales:

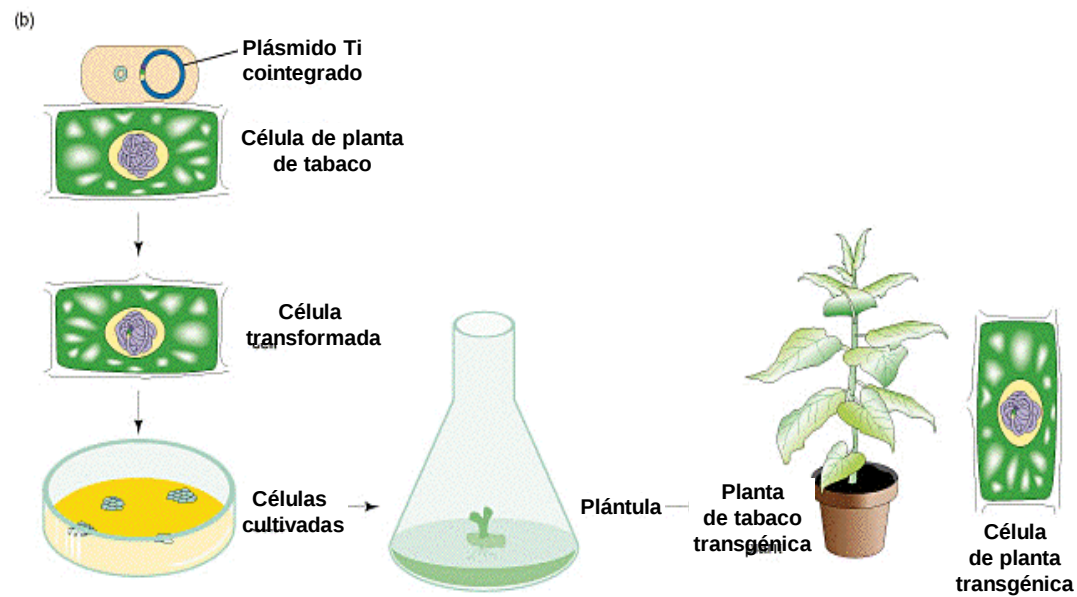
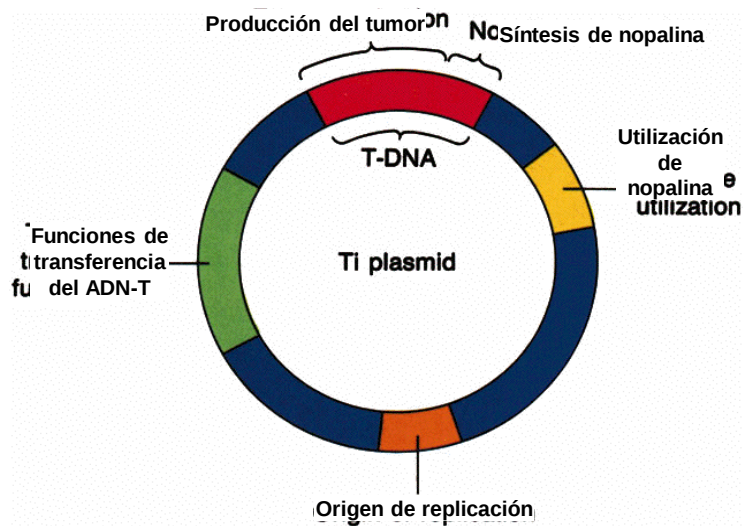
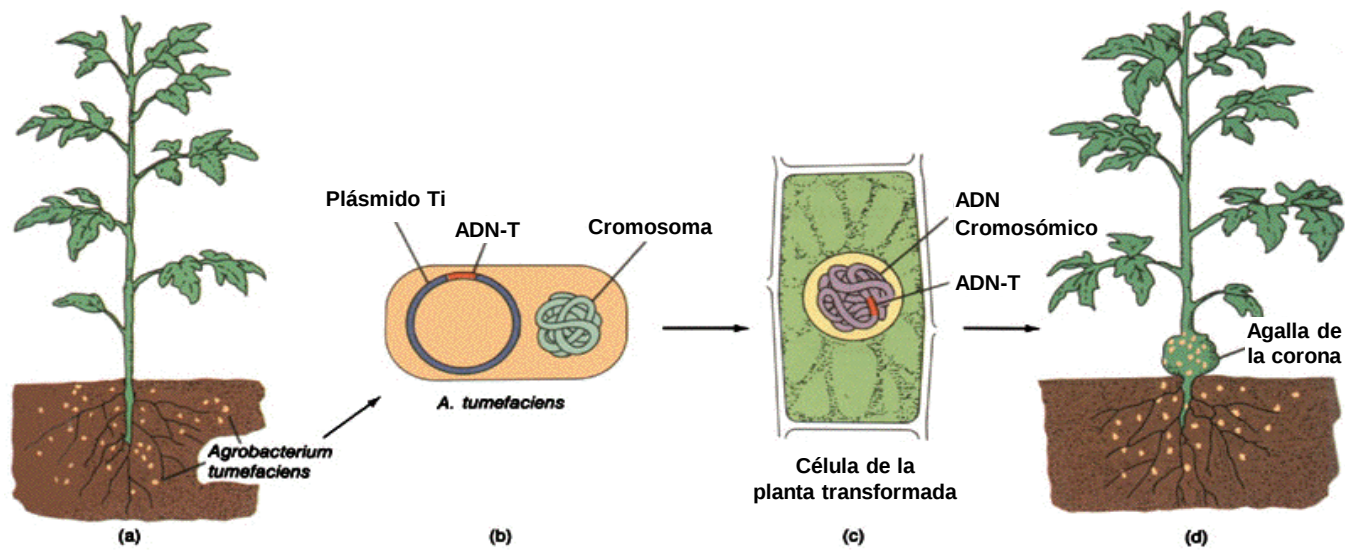
- Cruzamiento y selección: 10-12 generaciones

$A \times B \rightarrow F1 \rightarrow F2 \rightarrow F3 \rightarrow \dots F_n$

- Retrocruzamiento: 6 o más generaciones

$(A \times B) \times A \times A \times A \times \dots \times A \rightarrow A (b)$

Transgénesis: 1-4 años



PLANTAS TRANSGÉNICAS

- **RESISTENCIA A INSECTOS (Bt)**
- **RESISTENCIA A HERBICIDAS**
 - Amonio de glufosinato (“Basta”, AgrEvo)
 - Glifosato (“Roundup”, Monsanto)

ALGUNOS PROBLEMAS

- Resistencia a antibióticos (marcadores)
- Androesterilidad (gen “terminator”)

RIESGOS POTENCIALES DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

EFFECTO DIRECTO SOBRE EL HOMBRE

- La proteína codificada por el transgén no debe ser tóxica para el hombre
- Posibles efectos alérgicos
- La aprobación de los productos transgénicos debe ser analizada caso por caso

RIESGOS POTENCIALES DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

EFECTO AMBIENTAL

- **Dispersión incontrolada de la descendencia de la planta transgénica**
- **Transferencia del transgén a otras variedades no transgénicas o a otras especies afines**
- **Inducción de resistencia a los productos transgénicos por parte de los agentes patógenos y plagas**

PLANTAS Y ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

- **LA GUERRA Y LAS BATALLAS DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS**
- **MANIPULACIÓN GENÉTICA Y MANIPULACIÓN SOCIAL**
- **OPINIÓN PÚBLICA Y OPINIÓN PUBLICADA**

**España compra millones de toneladas de
maíz transgénico sin saber si es bueno para la salud**

Las semillas de la discordia

**Los agricultores españoles rechazan
los cultivos transgénicos**

**“Clinton y Blair trabajan
a favor de Monsanto”**

**No habrá moratoria sobre
productos transgénicos en
Gran Bretaña**

Plantas transgénicas: peligro

**Vinculan al hongo
“aspergillus” con la
manipulación genética**

QUIEN NO SE ARRIESGA NO PASA EL RÍO

**El cultivo de plantas transgénicas entraña riesgos para el medio
ambiente y para el consumidor. Pero puede responder al incremento de
la demanda alimentaria mundial**

LAS SEMILLAS DEL DESASTRE

CARLOS DE INGLATERRA

**Ni el príncipe Carlos ni sus hijos
comerán alimentos transgénicos**

**¿Son seguros los alimentos
transgénicos?**

**Vigile su salud: llega
una nueva cosecha de
alimentos transgénicos**

Llega la revolución del supermercado

**Un estudio científico alerta sobre los
peligros de los alimentos transgénicos**

**Las ratas que comieron patatas manipuladas,
más propensas a enfermar**

Patatas inocentes

**El experimento sobre el
peligro de los alimentos
transgénicos era falso**

**La llegada de los alimentos transgénicos
produce una inquietud no siempre
justificada**

**Controles
rigurosos**

110 Premios Nobel a favor de los cultivos transgénicos en general y el arroz dorado en particular (junio 2016)

El manifiesto urge a Greenpeace a “reconocer las conclusiones de las instituciones científicas competentes y a abandonar su campaña contra los organismos modificados genéticamente en general y el arroz dorado en particular”

“¿Cuánta gente pobre del mundo debe morir antes de que consideremos esto como un crimen contra la humanidad?”

EL ARROZ DORADO

(Ingo Potrykus y Peter Beyer)

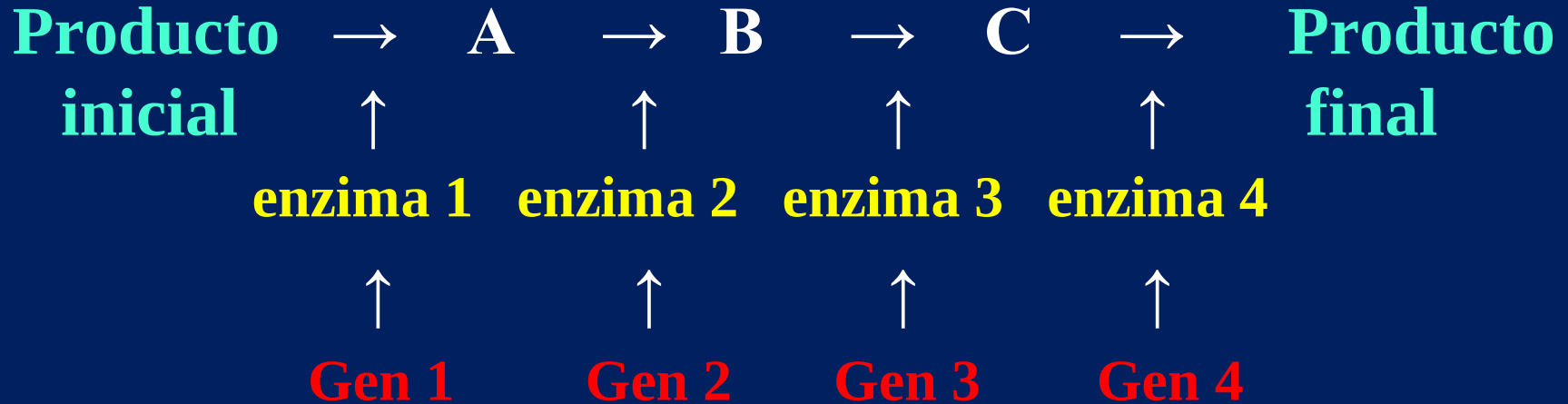


EL ARROZ DORADO (Science, 2000) **(Dr. Ingo Potrykus y Dr. Peter Beyer)**

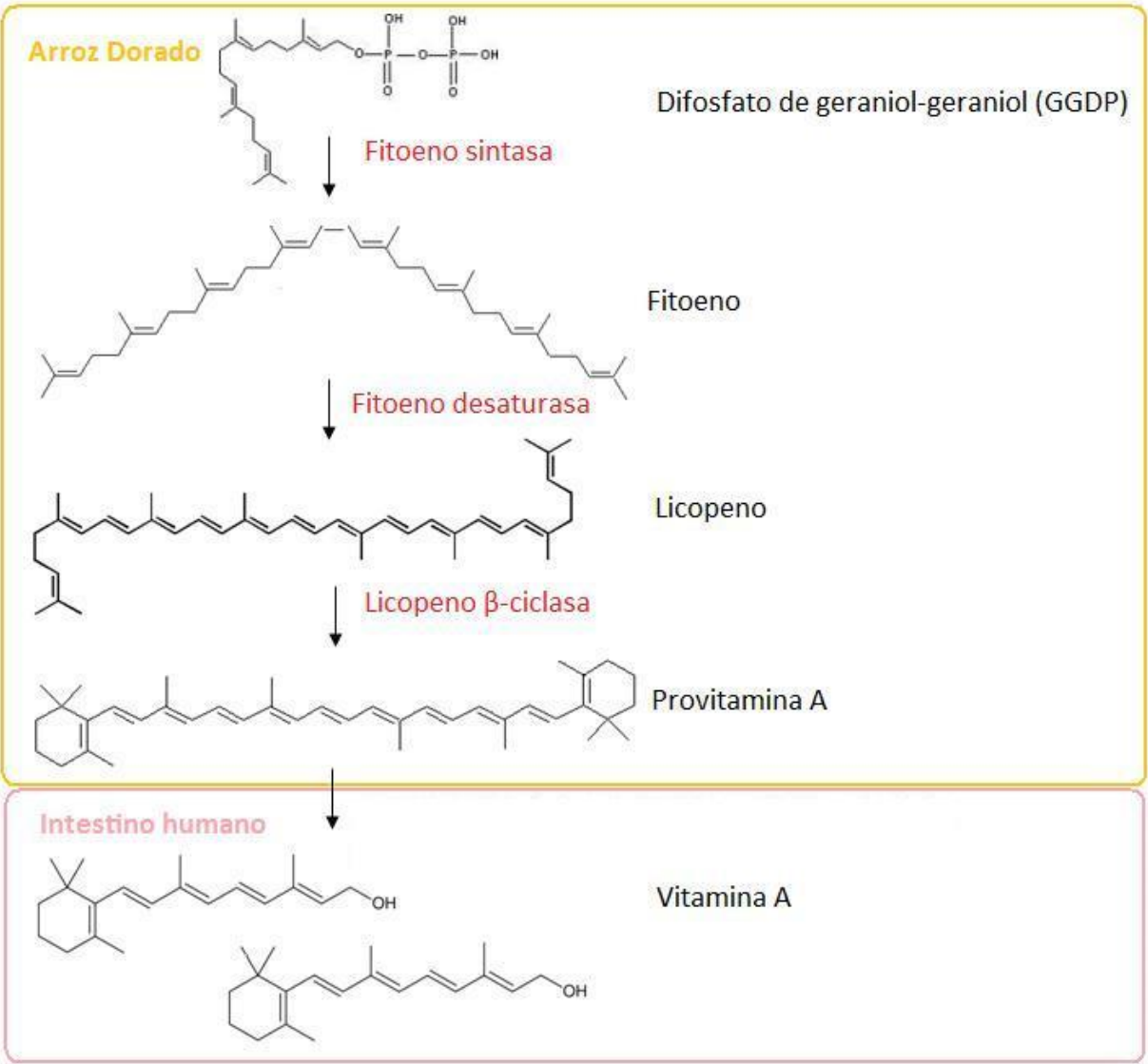


Profs Ingo Potrykus & Peter Beyer

ARROZ DORADO



EL ARROZ DORADO



EL ARROZ DORADO



Wild type



Golden Rice 1



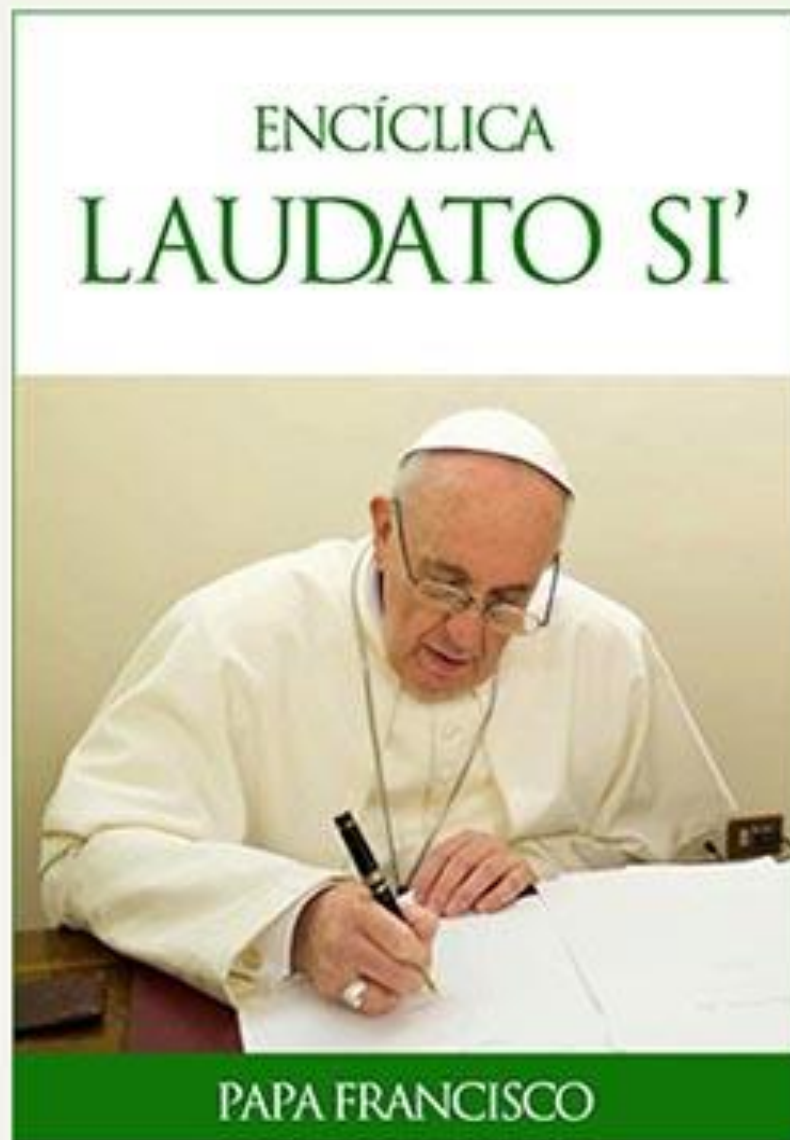
Golden Rice 2

EL ARROZ DORADO

EL ARROZ DORADO (GOLDEN RICE)

- Fue desarrollado para expresar provitamina A (beta –caroteno) en altas cantidades.
- Actualmente esta en desarrollo el llamado “Golden rice 2”, la segunda generación de este arroz, que expresa mayores cantidades de beta-caroteno respecto de la primera versión (20 veces mas), lo que permite que con 1/3 de taza (70 gramos) se provean 2/3 de la ingesta diaria recomendada de vitamina A para niños en edad preescolar.
- La biodisponibilidad de beta-caroteno expresado en el Golden rice 2 se ha evaluado y se estima que 70 gramos de arroz crudo podrían proveer 60 % de la ingesta recomendada para los lactantes de 1 a 2 años de edad en EE.UU. En Tailandia, la porción de arroz convencional promedio para un niño de esa edad es de 160 gramos.

EL ARROZ DORADO



LAUDATO SI

BIOCRACIA

- (n. 104) *“...la biotecnología, la informática y el conocimiento de nuestro propio ADN...nos dan un tremendo poder. Mejor dicho, dan a los que tienen el conocimiento, y sobre todo el poder económico para utilizarlo, un dominio impresionante sobre el conjunto de la humanidad y del mundo entero.”*

LAUDATO SI

- (n. 133) *“es difícil emitir un juicio general sobre el desarrollo de organismos genéticamente modificados (OMG), vegetales o animales, médicos a agropecuarios ... los riesgos no siempre se atribuyen a la técnica misma sino a su aplicación inadecuada o excesiva.”*
- (n. 135) *“...considerar todos los aspectos éticos implicados. Para eso hay que asegurar una discusión científica y social que sea responsable y amplia, capaz de considerar toda la información disponible y de llamar a las cosas por su nombre.”*

EL ARROZ DORADO

(El Papa Francisco con el Prof. Ingo Potrykus bendiciendo semillas de arroz dorado)



110 Premios Nobel a favor de los cultivos transgénicos en general y el arroz dorado en particular (I)

Manifiesto dirigido a los líderes de Greenpeace, las Naciones Unidas y los Gobiernos de todo el mundo (30 junio 2016)

- **Urgimos a Greenpeace** y sus seguidores a que reexaminen la experiencia de los agricultores y consumidores de todo el mundo con cultivos y alimentos mejorados mediante la biotecnología, reconozcan los descubrimientos de los científicos y las agencias reguladoras y **abandonen su campaña contra los GMOs (organismos genéticamente modificados) en general y el “arroz dorado” en particular.**

110 Premios Nobel a favor de los cultivos transgénicos en general y el arroz dorado en particular (II)

- Las organizaciones científicas y reguladoras de todo el mundo han encontrado de forma repetida y consistente que los cultivos y alimentos mejorados a través de la biotecnología son tan seguros, si no más, que los derivados por cualquier otro método de producción. **Nunca ha sido confirmado ni un solo caso negativo para la salud humana o animal desde su consumo.** Sus **impactos ambientales** han sido demostrado repetidamente ser **menos dañinos** para el ambiente y un beneficio para la biodiversidad global.

110 Premios Nobel a favor de los cultivos transgénicos en general y el arroz dorado en particular (III)

- Greenpeace ha encabezado la oposición al “arroz dorado”, que tiene el potencial de reducir o eliminar muchas de las muertes o enfermedades causadas por la deficiencia en vitamina A (VAD), teniendo el mayor impacto en la gente más pobre en África y el Sudeste de Asia.
- La **OMS** estima que **250 millones de personas sufren la VAD, incluyendo al 40% de los niños menores de 5 años de los países en desarrollo**. Según la **UNICEF**, un total de **uno a dos millones de muertes** evitables se producen anualmente por efecto de la VAD por sus efectos sobre el **sistema inmune**, poniendo en grave riesgo a los bebés y niños. La misma VAD es causante principal de la **ceguera infantil** que afecta globalmente a **250.000-500.000 niños cada año**, la **mitad** de los cuales **mueren dentro de los 12 meses de la pérdida de visión**.

110 Premios Nobel a favor de los cultivos transgénicos en general y el arroz dorado en particular (IV)

- Reclamamos a Greenpeace que cese y desista de su campaña contra el “arroz dorado” específicamente y contra los cultivos y alimentos mejorados por la biotecnología en general.
- Reclamamos a los gobiernos del mundo que rechacen la campaña específica de Greenpeace contra el “arroz dorado” y contra los cultivos y alimentos mejorados por la biotecnología en general y hacer todo lo que esté bajo su poder para oponerse a las acciones de Greenpeace y acelerar el acceso de los agricultores a todas las herramientas de la biología moderna, especialmente a las semillas mejoradas por métodos biotecnológicos. La oposición basada en la emoción y la ideología contradichas por los datos deben ser detenidas.
- ¿Cuánta gente pobre en el mundo debe morir antes de que consideremos esto como un **“crimen contra la humanidad?”**

EL ARROZ DORADO



EL MERCADO DE PRODUCTOS TRANSGÉNICOS

- **Comercio mundial de semillas**
 - Las **10 primeras empresas** controlan el **33% del comercio de semillas** en el mundo (23.000 millones \$)
 - La actividad comercial de semillas de **Dupont, Monsanto (Bayer) y Novartis** representa el **20% del comercio mundial**
- **Mercado agroquímico**
 - Las **10 primeras empresas** agroquímicas (fertilizantes, plaguicidas) del mundo controlan el **91% del mercado mundial**
- **Los cinco gigantes: AstraZeneca, DuPont, Monsanto (Bayer), Novartis y Aventis**
 - Controlan el **60%** mercado de **pesticidas**, el **23%** mercado de **semillas**, el **100%** mercado de **semillas transgénicas**

BIOTECNOLOGÍA, BIODIVERSIDAD, BIOSEGURIDAD (I)

CUMBRE DE LA TIERRA O CONVENIO DE BIODIVERSIDAD (Río de Janeiro, 1992)

Objetivo: “Conservación y uso sostenible de la diversidad biológica”

SEGUNDA CONFERENCIA DEL CONVENIO DE BIODIVERSIDAD (Yakarta, 1995)

Objetivo: “Establecer negociaciones para la creación de un Protocolo de Bioseguridad

CONVENCIÓN DE BIODIVERSIDAD (Cartagena, Colombia, Febrero 1999)

Objetivo: “Protocolo de Bioseguridad”, como Acuerdo Internacional sobre el Medio Ambiente de las Naciones Unidas. Fracasó por oposición del Grupo de Miami (Estados Unidos, Canadá, Australia, Argentina, Chile y Uruguay)

BIOTECNOLOGÍA, BIODIVERSIDAD, BIOSEGURIDAD (II)

REUNIÓN EN VIENA (Septiembre, 1999)

Objetivo: “Expresión del deseo político de ‘rescatar’ el Protocolo de Bioseguridad, convocando un encuentro de los ministros de medio ambiente de todo el mundo”. Se acuerda la fecha del 24 al 28 de enero de 2000 en Montreal

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE COMERCIO (Seattle, noviembre 1999)

Objetivo: Estados Unidos y Canadá intentaron que se acordara que “las exportaciones e importaciones de transgénicos fueran reguladas por las normas de comercio internacional y no por normas de protección ambiental”. Fracasó.

PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD (Montreal, 24-28 enero 2000)

Objetivo: “Crear normas ambientales internacionales para prevenir los riesgos causados por los organismos modificados genéticamente (OMGs)”

PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD

(Montreal, 24-28 enero 2000) (I)

Objetivos generales

Regula el comercio internacional de OMGs a fin de evitar riesgos para la salud y el medio ambiente

Productos afectados

Todos los que entran en contacto con el medio ambiente, desde las semillas a los peces transgénicos y los productos agrícolas no transformados (maíz, soja, colza y algodón transgénicos)

Productos no afectados

Los alimentos elaborados parcialmente con OMGs, como las salsas de tomate, los fármacos y las vacunas

PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD

(Montreal, 24-28 enero 2000) (II)

Procedimiento previo

El comercio no es libre. Los países importadores pueden establecer medidas de control. Todo cargamento de semillas transgénicas necesitará un permiso previo del país importador

Principio de precaución

Los países podrán vetar la llegada de un producto tras analizar los estudios científicos relacionados con su seguridad. Además, el país importador puede solicitar al exportador una evaluación de riesgo

Etiquetado

“Pueden contener” OMG, pero no etiqueta específica

Jerarquía del Protocolo

El Protocolo no está subordinado a ningún acuerdo internacional

TRANSATLANTIC TRADE AND INVESTMENT PARTNERSHIP (TTIP)

**(Tratado Transatlántico de Comercio e Inversiones entre
Estados Unidos y la Unión Europea)**

Greenpeace Holanda

Greenpeace Holanda (www.ttip-leaks.org), en abril de 2016, hace público el borrador confidencial (TTIP-leaks), desvelando que el TTIP

- suprime el principio de precaución en la utilización de pesticidas (aplicable también a los cultivos transgénicos),**
- autoriza la entrada de más alimentos transgénicos,**
- disminuye las obligaciones sobre el etiquetado de los alimentos,**
- posibilita el aumento del uso de antibióticos en animales de granja.**

EL RIESGO

- **No existe el riesgo cero:**

Toda actividad humana conlleva un cierto riesgo que ha de ser evaluado en función de los beneficios que tal actividad reporta

- **Natural no es sinónimo de inocuo:**

Productos naturales llevan sustancias mutagénicas y cancerígenas (pimienta negra → safrol; setas comestibles → hidrazinas; apio → psolareno; frutos secos → aflatoxinas de hongos; etc.)

- **No todo lo artificial es nocivo:**

Ninguno de los conservantes autorizados llega a ser tan peligroso como las toxinas que pueden producir las bacterias y los hongos que el conservante evita

PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

- **DISTINCIÓN ENTRE PRODUCTO Y PROCESO**
 - Es el producto, no el proceso, lo que debe ser sometido a debate
- **DISTINCIÓN ENTRE PELIGRO Y RIESGO**
 - El peligro indica la posibilidad de que se produzca un hecho
 - El riesgo indica la probabilidad de que tal hecho ocurra
 - La mariposa monarca (*Danaus plexippus*) como ejemplo paradigmático
- **UNA MORATORIA SERÍA JUSTIFICABLE A CONDICIÓN DE DEFINIR CLARAMENTE SUS OBJETIVOS Y SU DURACIÓN, A FIN DE EVITAR LA PROHIBICIÓN PURA Y SIMPLE QUE TAL NOMBRE OCULTARÍA**

INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS (ISAAA BRIEF 51- 2015)



Rapport 2015 de l'ISAAA sur la situation mondiale des plantes GM

**Par le
Dr. Clive James
Fondateur et président honoraire de l'ISAAA**

**Service International pour l'Utilisation
des Applications de la Biotechnologie Agricole (ISAAA)**

<http://www.isaaa.org>

INFORME ISAAA 2015 (abril 2016)

PERÍODO 1996-2015

Durante los 20 años transcurridos **entre 1996 y 2015**, la **superficie total mundial** de cultivos transgénicos se ha **multiplicado 100 veces**, pasando de **1,7 MHa** en **1996** a **179,7 MHa** en **2015**, que representa el **11-12%** de la **superficie cultivable del todo el mundo** (1.600-1.500 MHa)

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

PERÍODO 1996-2015

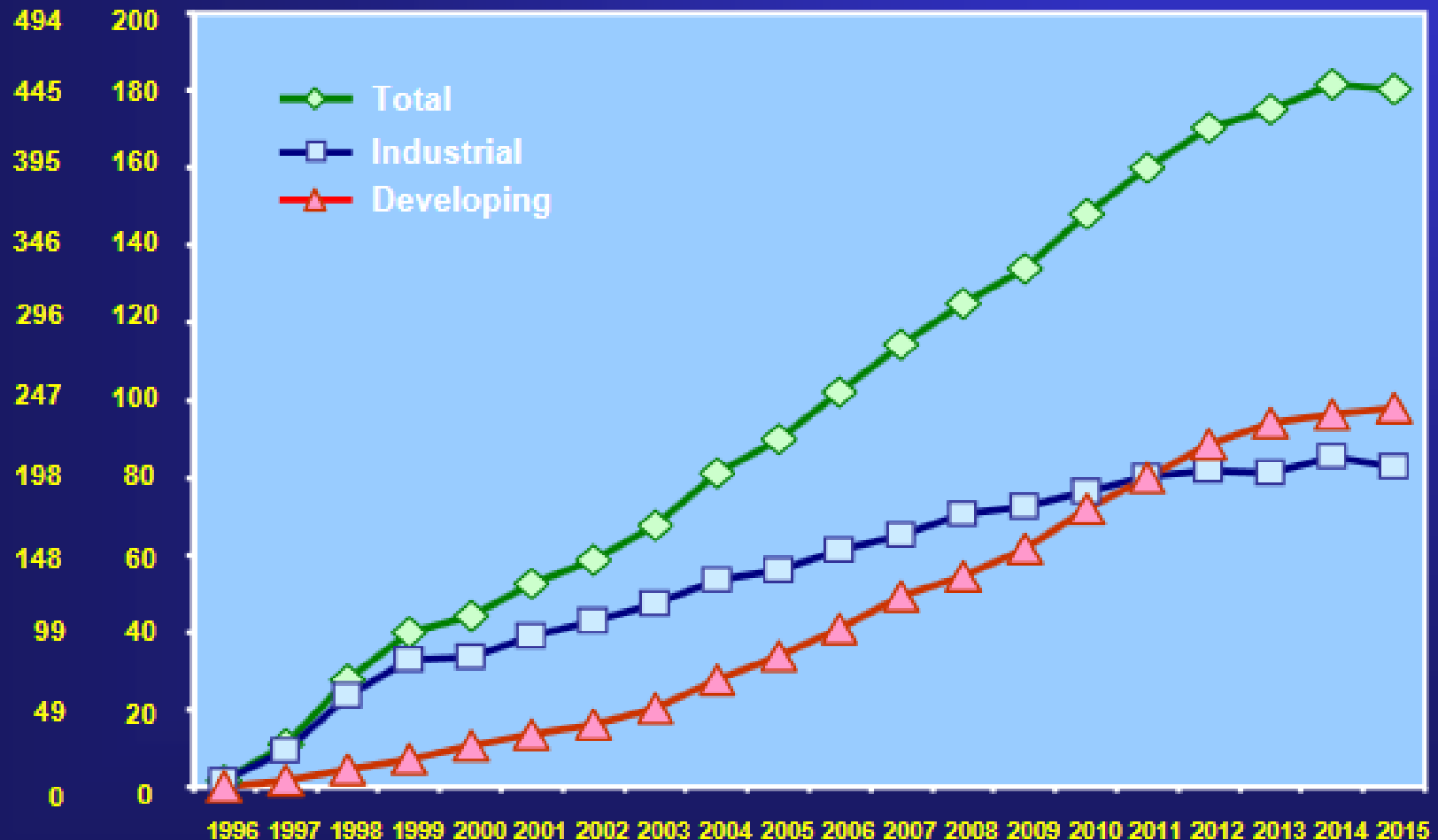
Valores acumulativos correspondientes a los 20 años de cultivos transgénicos

- **Superficie cultivada:** 2.000 MHa (soja:1.000 MHa; maíz: 0,6 MHa; algodón: 0,3 MHa; colza: 0,1 MHa)
- **Beneficio económico para los agricultores:** 150.000 millones de \$ USA acumulados en 20 años (1996-2015)
- Un **meta-análisis** global de los 20 años basado en 147 estudios señala que, por término medio, la tecnología GM ha reducido el uso de **pesticidas** químicos en un 37%, ha incrementado el **rendimiento** de las cosechas en un 22% y ha aumentado los **beneficios** de los agricultores en un 68%

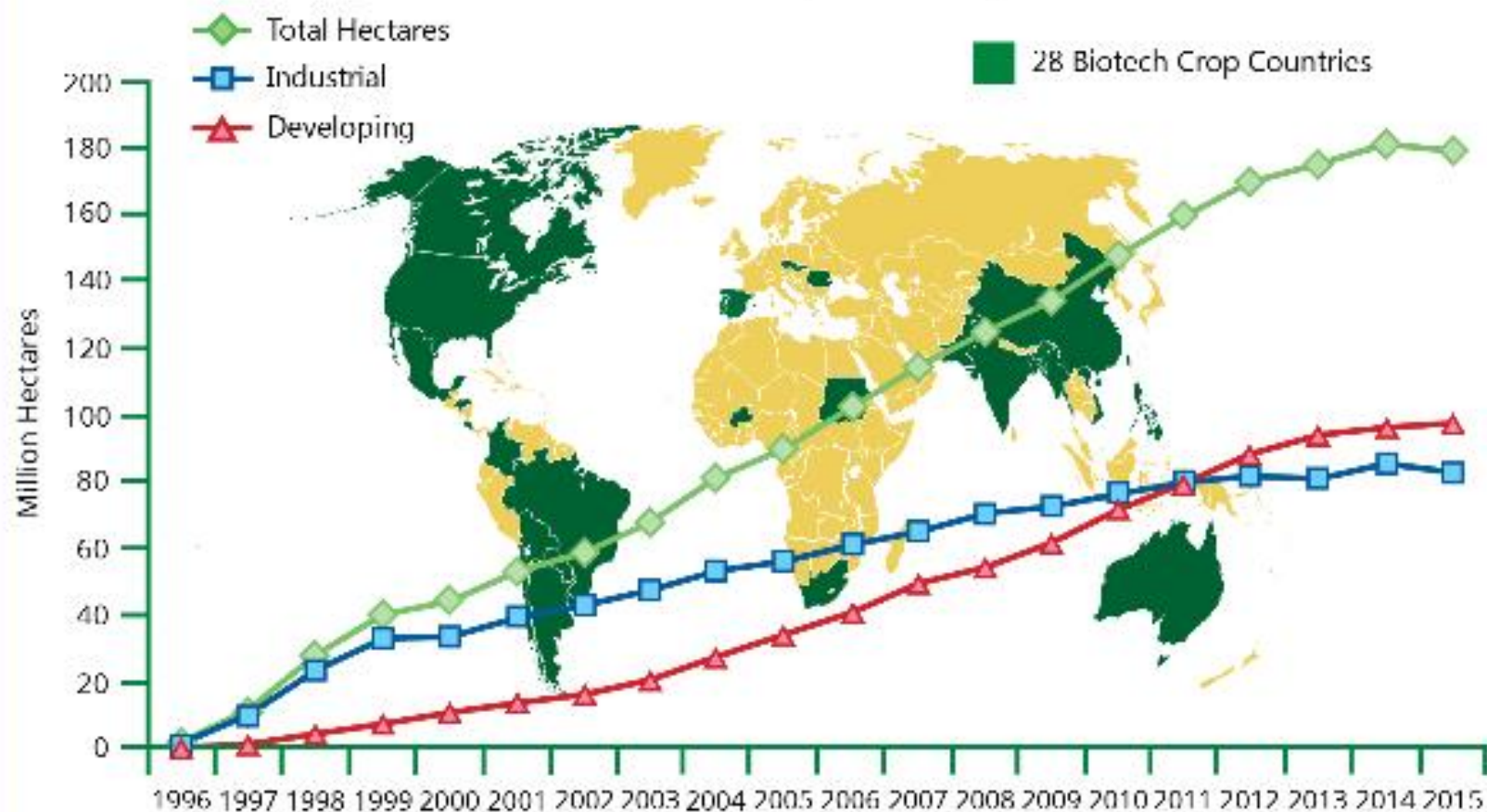
Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2015: Industrial and Developing Countries (M Has, M Acres)



M Acres



GLOBAL AREA OF BIOTECH CROPS Million Hectares (1996-2015)



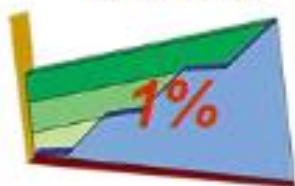
Up to ~18 million farmers, in 28 countries planted 179.7 million hectares (444 million acres) in 2015, a marginal decrease of 1% or 1.8 million hectares (4.4 million acres) from 2014.

Source: Clive James, 2015.

Global Area (Million Hectares) of Biotech Crops, 2015: by Country



Marginal Decrease
from 2014



28 countries which have adopted
biotech crops

In 2015, global area of biotech crops was 179.7 million hectares, representing a marginal decrease of 1% from 2014, equivalent to 1.8 million hectares.

Source: Clive James, 2015.

Biotech Mega Countries

50,000 hectares (125,000 acres), or more

Million Hectares

1.	USA	70.9
2.	Brazil*	44.2
3.	Argentina*	24.5
4.	India*	11.6
5.	Canada	11.0
6.	China*	3.7
7.	Paraguay*	3.6
8.	Pakistan*	2.9
9.	South Africa*	2.3
10.	Uruguay*	1.4
11.	Bolivia*	1.1
12.	Philippines*	0.7
13.	Australia	0.7
14.	Burkina Faso*	0.4
15.	Myanmar*	0.3
16.	Mexico*	0.1
17.	Spain	0.1
18.	Colombia*	0.1
19.	Sudan*	0.1

Less than 50,000 hectares

Honduras*
Chile*
Portugal
Vietnam*
Czech Republic

Slovakia
Costa Rica*
Bangladesh*
Romania

* Developing countries

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

<u>País</u>	<u>MHa</u>	<u>Especies cultivadas</u>
1. Estados Unidos	70,9	Maíz, soja, algodón, colza, remolacha, alfalfa, papaya, calabacín, patata
2. Brasil	44,2	Soja, maíz, algodón
3. Argentina	24,5	Soja, maíz, algodón
4. India	11,6	Algodón
5. Canadá	11,0	Colza, maíz, soja, remolacha
6. China	3,7	Algodón, papaya, chopo
7. Paraguay	3,6	Soja, maíz, algodón
8. Pakistán	2,9	Algodón
9. Sudáfrica	2,3	Maíz, soja, algodón
10. Uruguay	1,4	Soja, maíz
11. Bolivia	1,1	Soja
12. Filipinas	0,7	Maíz
13. Australia	0,7	Algodón, colza
14. Burkina Faso	0,4	Algodón
15. Myanmar	0,3	Algodón
16. Méjico	0,1	Algodón, soja
17. España	0,1	Maíz

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

<u>País</u>	<u>MHa</u>	<u>Especies cultivadas</u>
18. Colombia	0,1	Algodón, maíz
19. Sudán	0,1	Algodón
20. Honduras	< 0,1	Maíz
21. Chile	< 0,1	Maíz, soja, colza
22. Portugal	< 0,1	Maíz
23. Vietnam	< 0,1	Maíz
24. República Checa	< 0,1	Maíz
25. Eslovaquia	< 0,1	Maíz
26. Costa Rica	< 0,1	Algodón, soja
27. Bangladesh	< 0,1	Berenjena
28. Rumanía	< 0,1	Maíz
Total:	179,7 MHa	

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

Países con mayor extensión de siembra transgénica

- **Estados Unidos:** 70,9 MHa, representa el 39% del total
- **Brasil:** 44,2 MHa, representa el 25% del total
- **Argentina:** 24,5 MHa, representa el 13,6% del total
- **India:** 11,6 MHa, representa el 6,5% del total
- **Canadá:** 11,0 MHa, representa el 6,1% del total

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

En 2015, unos 18 millones de **agricultores** de 28 **países** del mundo que representan el 60% de la población mundial (20 en vías de desarrollo y 8 países industrializados, entre estos 5 de la UE) cultivaron una **superficie** total de 179,7 millones de hectáreas (MHa), frente a los 181,5 MHa del año 2014, lo cual supone una disminución de 1,8 MHa equivalente a un descenso de **superficie** cultivada del 1 %. Los países en desarrollo cultivaron unos 97,1 MHa (54 % del total). Por cuarto año consecutivo superan a los países desarrollados.

El 90% de los agricultores (unos 16,5 millones) que cultivan plantas transgénicas fueron pequeños agricultores pertenecientes a países en vías de desarrollo: por ejemplo, 7,1 millones en China y 7,7 millones en India. Además, unos 600.000 en Pakistán, 400.000 en Myanmar, 250.000 en Filipinas y 100.000 en Burkina Faso (datos de 2011).

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

PERÍODO 1996-2015

- El **número** total de **países** en los que se cultivan plantas transgénicas ha ido creciendo gradualmente: **6 en 1996, 9 en 1998, 13 en 2001, 16 en 2002, 18 en 2003, 17 en 2004, 21 en 2005, 22 en 2006, 23 en 2007, 25 en 2008, 25 en 2009, 29 en 2010, 29 en 2011, 28 en 2012, 27 en 2013, 28 en 2014 y 28 en 2015**
- El número de **países** en **vías de desarrollo (20)** con cultivos transgénicos supera al de países **industrializados (8)**.
- Unos **4.000 millones de personas** (el 60 % de la población mundial, 6.700 millones) viven en los **28 países que cultivan plantas transgénicas**.

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

EUROPA

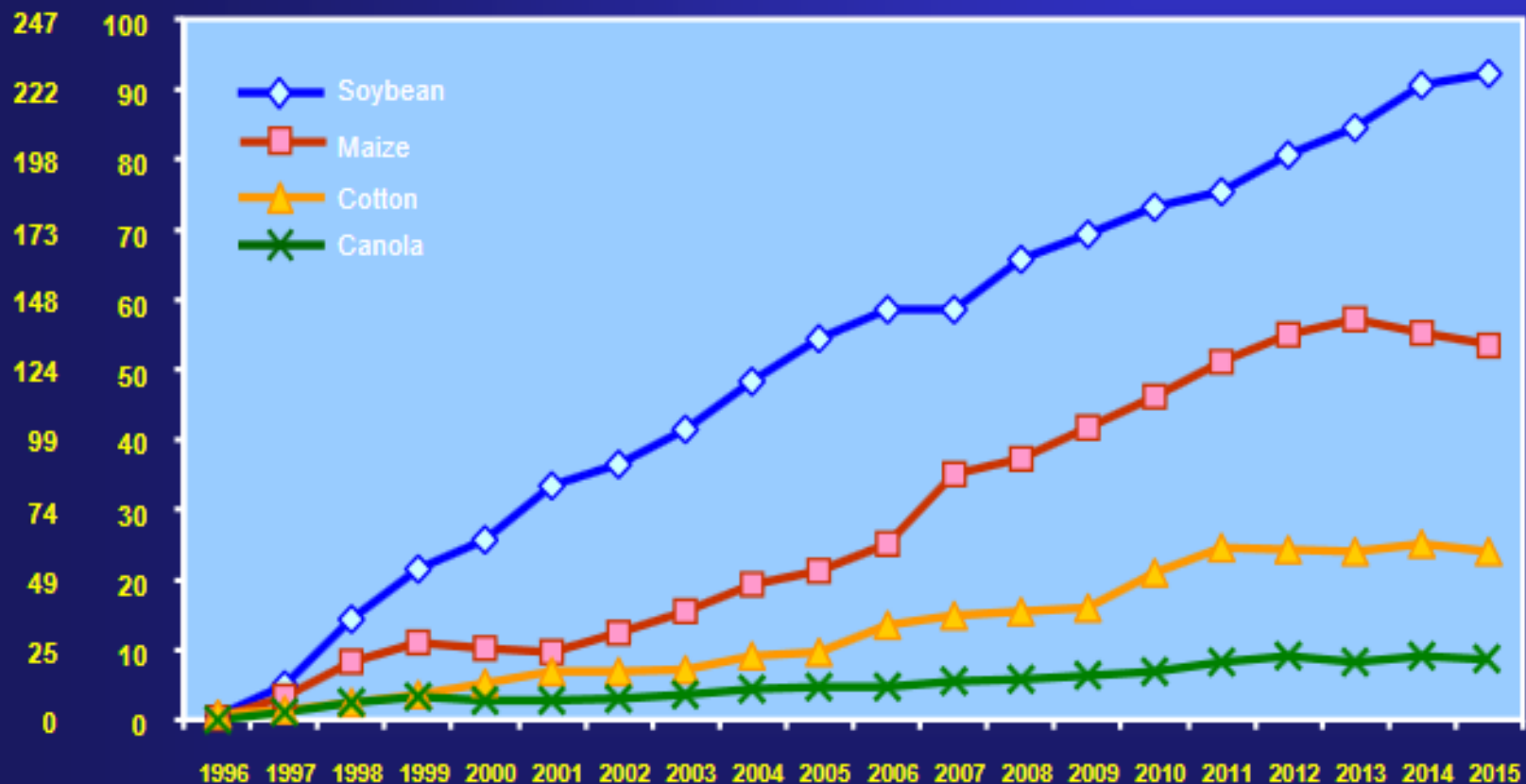
En la **Unión Europea**, la superficie cultivada de maíz transgénico en **2015** por **5 países (España, Portugal, República Checa, Eslovaquia y Rumanía)** alcanzó las **116.870 Ha** de maíz Bt (un 18% menos que en 2014).

España está a la cabeza de los países europeos con **107.749 MHa (92% del total cultivado en Europa)**.

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2015: By Crop (Million Hectares, Million Acres)



M Acres



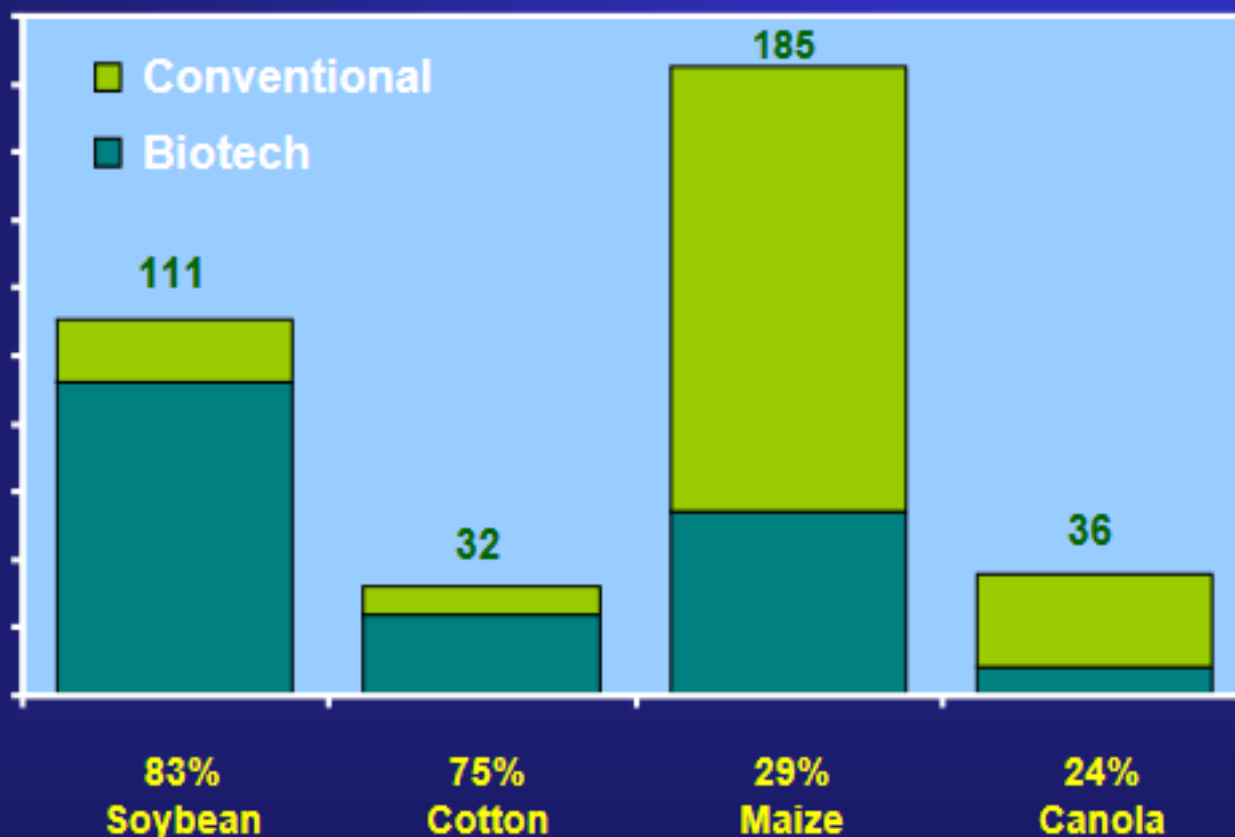
Source: Clive James, 2015

Global Adoption Rates (%) for Principal Biotech Crops (Million Hectares, Million Acres), 2015



M Acres

494 200
445 180
395 160
346 140
296 120
247 100
198 80
140 60
99 40
49 20
0 0



INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

Por **especies**, los cuatro cultivos transgénicos más importantes en **2015** fueron:

- la **soja** con **92,13 MHa**, que supone el 83 % de la superficie total de 111 MHa cultivadas de dicha especie, representa el 51,1 % de los cultivos transgénicos,
- el **maíz** con **53,65 MHa**, que supone el 29 % de la superficie total de 185 MHa cultivadas de la especie, representa el 29,8 % de los cultivos transgénicos,
- el **algodón** con **24 MHa**, que supone el 75 % de la superficie total de 32 MHa cultivadas de dicha especie, representa el 13,4 % de los cultivos transgénicos,
- la **colza** con **8,64 MHa**, que es el 24% de la superficie total de 36 MHa cultivadas de dicha especie, representa el 4,8 % de los cultivos transgénicos.

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

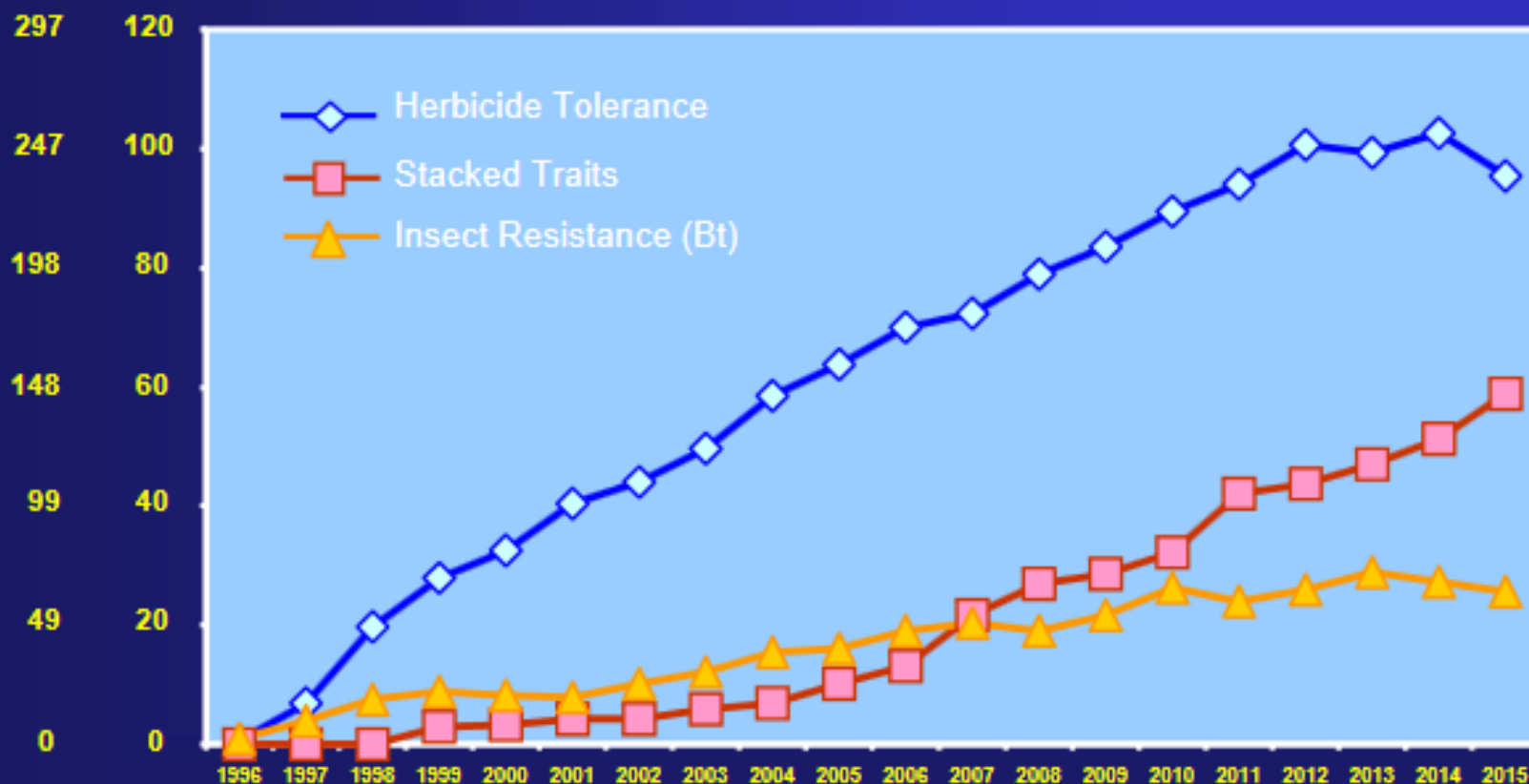
En 2015, el **maíz** transgénico se cultivó en 17 de los 28 países, el **algodón** en 15, la **soja** en 11, la **colza** en 4, la **papaya** resistente a virus en 2 (USA y China), la **remolacha azucarera** en 2 (USA y Canadá), la **alfalfa**, el **calabacín** y la **patata** en 1 (USA), la **berenjena** en 1 (Bangladesh) y el **chopo**, en 1 (China).

En invernadero se cultivan el **clavel** en 2 (Australia y Colombia) y la **rosa** en 1 (Japón).

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2015: By Trait (Million Hectares, Million Acres)



M Acres



Source: Clive James, 2015

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

Durante el período **1996-2015**, la **tolerancia a herbicidas** fue de manera sistemática la característica dominante, seguida de la **resistencia a insectos** y de **ambos caracteres** simultáneamente. En **2015**, la **tolerancia a herbicidas** supuso unas 100 MHa, lo cual supone el **55,6 % del total de superficie** cultivada con transgénicos.

La **resistencia a insectos** (cultivos Bt) ocuparon unos 20 MHa que equivalen al **11,1 % del total de la superficie** cultivada con transgénicos.

Las variedades con **dos caracteres** acumulados se cultivaron en unas 58,5 MHa que equivalen al **32,5% de la superficie** total de transgénicos. Es de notar que esta superficie sigue claramente la tendencia iniciada en 2008 de superar a la de resistencia a insectos solamente.

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

- **En el año 2015, 14 países (de ellos 11 en vías de desarrollo) que incorporaban dos o más caracteres cultivaron variedades transgénicas con dos o más caracteres incorporados (tolerancia a herbicidas HT, resistencia a insectos Bt, resistencia a sequía)**
- **58,5 MHa (el 32,5% de la superficie cultivada con transgénicos) fueron sembradas con variedades que incorporaban dos o más caracteres**
- **En Latinoamérica, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay cultivaron 12,9 MHa de soja HT/Bt**

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

- El **valor global de la semilla transgénica** en **2015** fue de **15.300 millones de US \$** que representan un **34%** del **valor global de la semilla comercial** (45.000 millones de US \$).
- Un estudio realizado en 2011 estimó que el coste total del descubrimiento, desarrollo y autorización de una variedad transgénica es de 135 millones de US \$.

INFORME ISAAA 2015 (abril, 2016)

PERSPECTIVAS DE FUTURO

En la actualidad, 870 millones de personas pasan hambre en el mundo de manera crónica y 2.000 millones están malnutridas

El reto de alimentar a 9.600 millones de habitantes del planeta en el año 2050 y a 11.000 millones a final del presente siglo

PLANTAS Y ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

- **Manipulación genética y manipulación social**
- **Opinión pública y opinión publicada**

LA PERCEPCIÓN SOCIAL EUROPEA

OPINIÓN PÚBLICA

- **Encuesta BBVA 2003 (1.500 encuestados, 9 países de la UE)**
- **Eurobarómetro 2005 (1.000 encuestados, 25 países de la UE)**

LA PERCEPCIÓN SOCIAL EUROPEA

ENCUESTA BBVA 2003

¿COMERÍA TOMATES MG?

Sí, sin reservas Sí, si dicen que no hay riesgos

• España	22,7%	8,2%
• Italia	11,9	8,4
• Polonia	16,3	10,2
• Dinamarca	32,4	6,0
• Reino Unido	25,8	7,3
• Alemania	17,7	6,2
• Francia	17,7	10,7
• Austria	16,6	3,4
• Holanda	20,2	11,0

LA PERCEPCIÓN SOCIAL EUROPEA

ENCUESTA BBVA 2003

¿COMERÍA TOMATES MG?

Mi nivel de información sobre alimentos MG es suficiente para decidir su consumo **¿Considera importante el etiquetado?**

• España	4,0	8,8
• Italia	5,1	9,0
• Polonia	4,5	9,4
• Dinamarca	5,2	9,1
• Reino Unido	4,6	8,5
• Alemania	4,3	9,3
• Francia	3,3	9,1
• Austria	4,8	8,9
• Holanda	4,9	8,4

(0, total desacuerdo; 10, total acuerdo)

LA PERCEPCIÓN SOCIAL EUROPEA

ENCUESTA BBVA 2003

CONOCIMIENTO SOBRE ALIMENTOS MG

Los tomates normales que comemos no tienen genes, en tanto que los MG sí.

Si se come una fruta MG pueden cambiar los genes de la persona

Dinamarca	58,5%	57,9%
Alemania	43,2	30,4
Austria	37,8	22,9
Holanda	35,4	41,3
Francia	35,0	33,7
Italia	30,0	28,9
Reino Unido	27,0	28,7
España	21,9	21,4
Polonia	18,5	19,9

(% de respuestas correctas: Afirman que estas frases son “totalmente falsas” en un escala de “totalmente verdadero – probablemente verdadero – probablemente falso – totalmente falso”)