

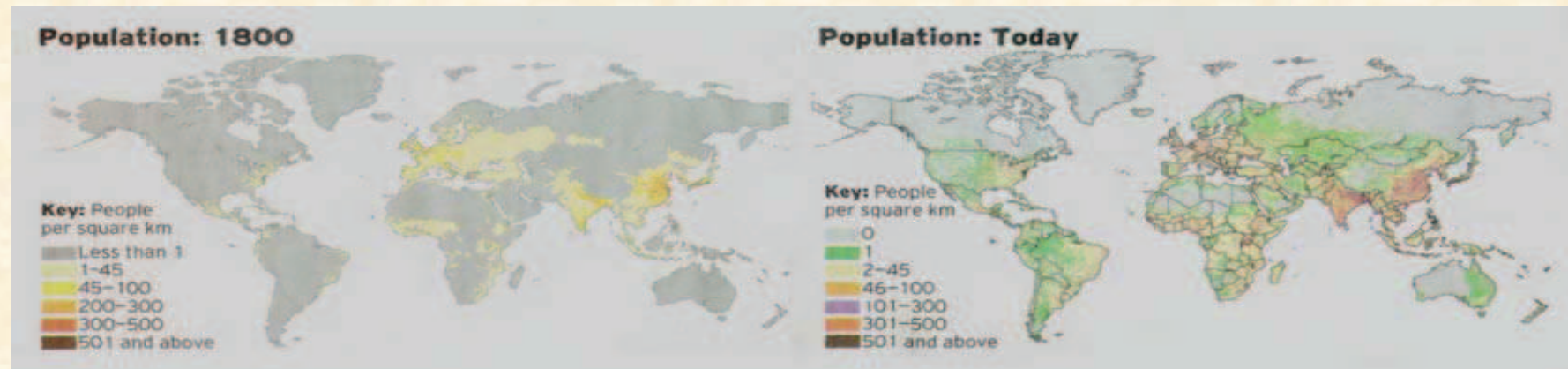
# ***AGRICULTURA CONTEMPORÁNEA y BIOTECNOLOGÍA***

***Hacia una intensificación sostenible***



***Pilar Carbonero Zalduegui  
Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas  
ETS Ingenieros Agrónomos (UPM)- Madrid  
II Jornadas Sostenibilidad Campus Álava  
Vitoria 24 Febrero 2011***

# AGRICULTURA Y POBLACIÓN



✓ *La población del planeta aumenta día a día; en el año 1880 poblaban la tierra 880 millones de personas, hoy somos 6500 millones y en 2050 se esperan más de 9000 millones.*

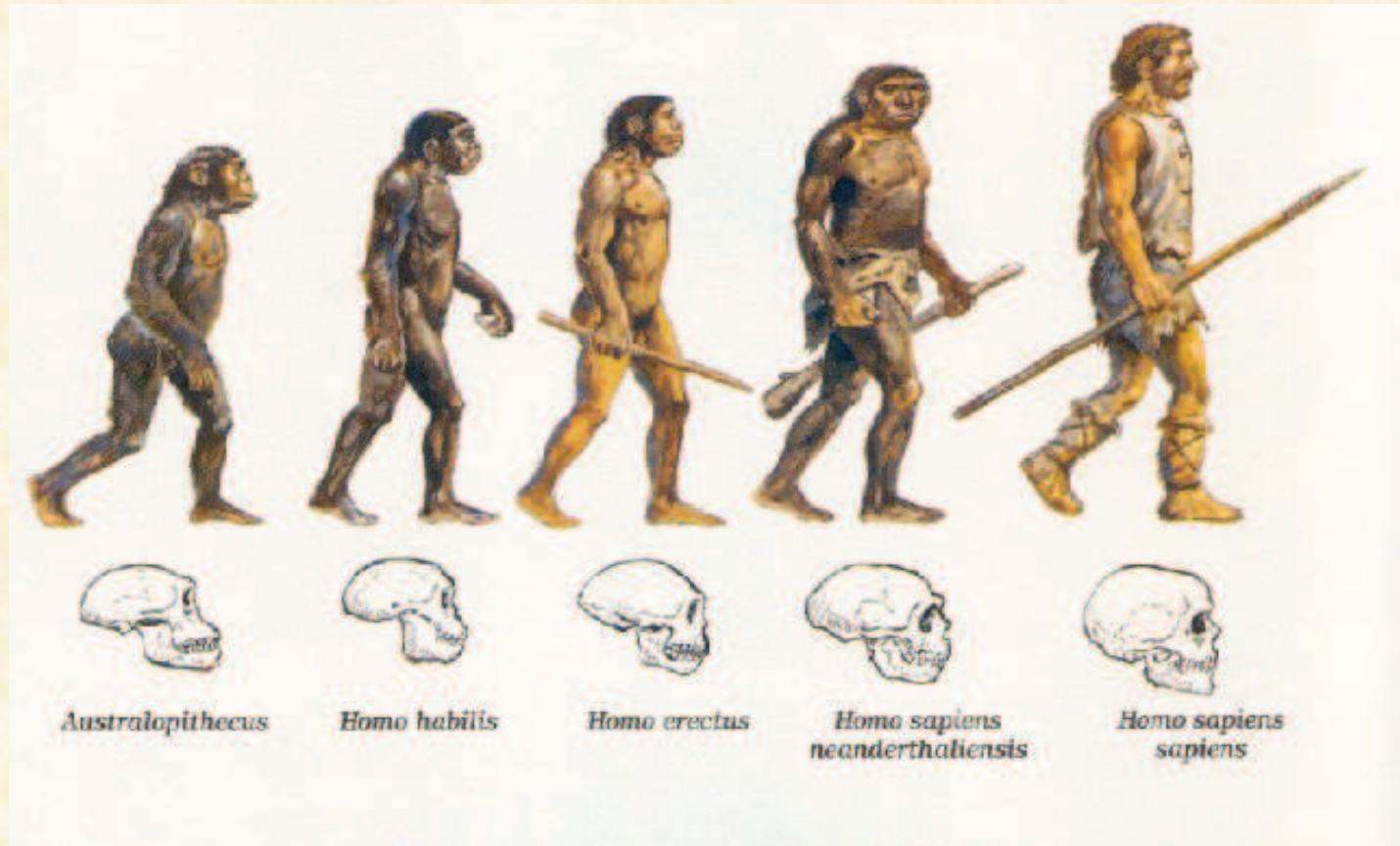
✓ *La mitad de la superficie del planeta está ocupada por ciudades o terrenos agrícolas.*

✓ *Durante los próximos 30 años se perderá la décima parte de terreno agrícola por erosión, salinidad y cambio climático.*

✓ *Habrà que aumentar la producción de alimentos entre 70-100 % para el 2050 sin aumentar la superficie agrícola.*



# LA ALIMENTACIÓN DE LOS HOMÍNIDOS



- ✓ 2.000.000 años
- ✓ África
- ✓ Carne en la dieta

- ✓ 100.000 años
- ✓ Eurasia
- ✓ El fuego en la cocina

- ✓ 12.000 años
- ✓ Diez localizaciones
- ✓ Nace la agricultura



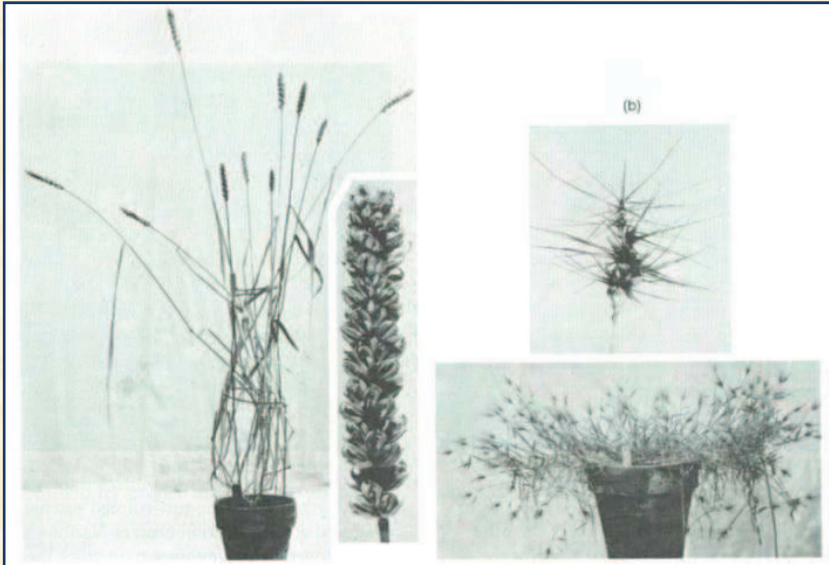


# LA (R)EVOLUCIÓN NEOLÍTICA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

- La domesticación fue uno de los grandes actos creativos de la humanidad.
- Las domesticaciones fueron inventos independientes y fundamento de las grandes culturas.
- Las técnicas moleculares modernas revelan los sitios de domesticación y las alteraciones genómicas



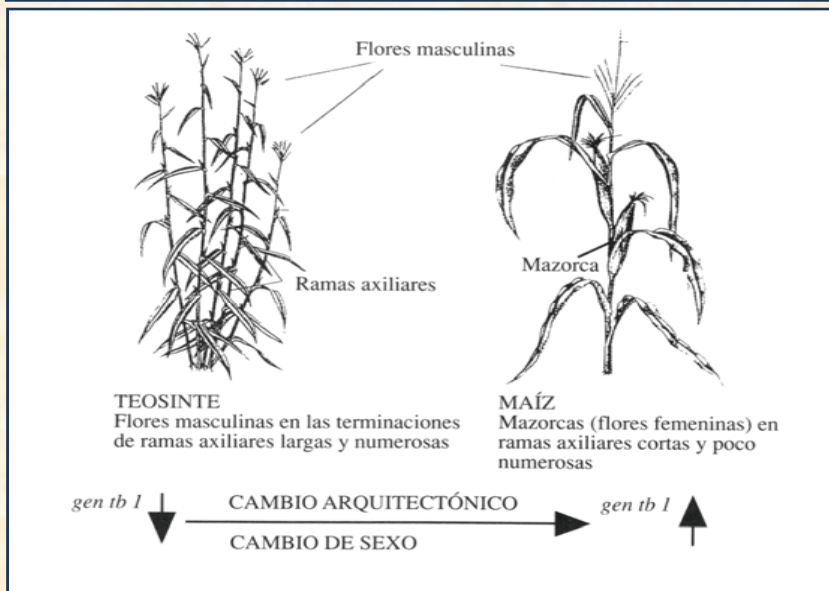
# LA AGRICULTURA EMPEZO HACER ~10.000 AÑOS



*La domesticación de las plantas es una evolución acelerada e implica pocos genes*

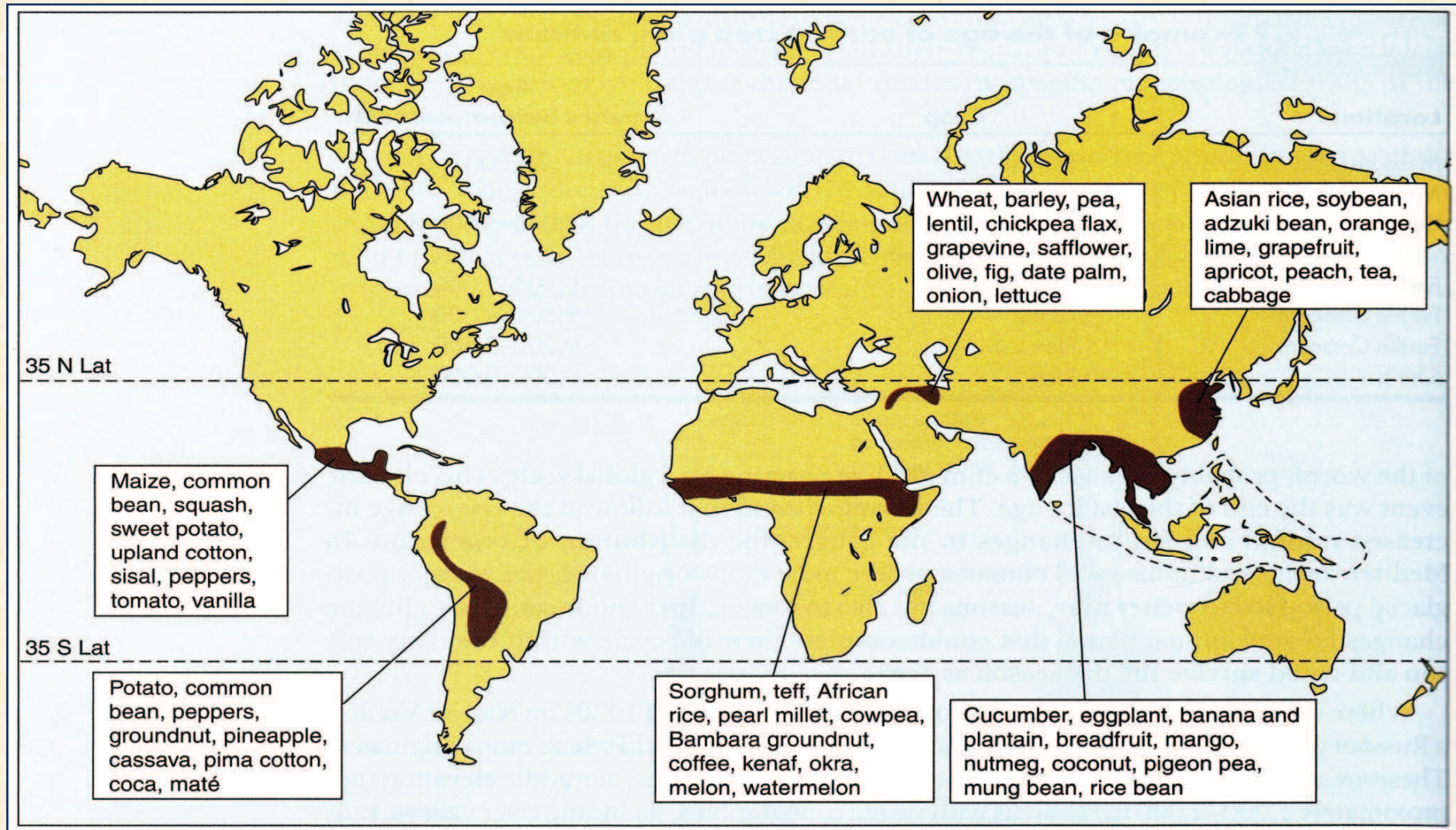
*Selección "contra natura" de:*

- \* Raquis tenaz*
- \* Germinación uniforme*
- \* Porte erecto*
- \* Frutos, semillas y tubérculos grandes y sin tóxicos*





# DISPERSIÓN DESDE CENTROS DE DOMESTICACIÓN



*Migraciones démicas en la antigüedad  
grandes viajes desde 1492*





# La agricultura - a través de la manipulación genética permitió la evolución social de la humanidad

Existen aproximadamente:

- 250.000 especies vegetales
- 50.000 comestibles
- 5.000 de interés económico
- 250 cultivos alimentarios
- 90 % de las calorías proceden de 15 cultivos
- 60 % del trigo, del arroz y del maíz

¿Con cuantas plantas interaccionamos en nuestra vida cotidiana?



La selección genética más intensa se produjo en el origen de la agricultura



# La Mejora Genética como oficio y arte: Desde los orígenes de la Agricultura hasta el siglo XX

AGRICVLTURA  
**GENERAL**  
QUE TRATA DE LA  
LABRANZA DEL CAMPO, Y SVS  
PARTICVLARIDADES,  
CRIANZA  
DE ANIMALES, PROPIEDADES DE LAS  
plantas que en ella se contienen, y virtudes  
prouechosas à la salud  
humana.

COMPUESTA POR ALONSO DE HERRERA, Y LOS  
demás Autores que hasta agora han escrito de esta materia, cuyos  
nombres, y tratados van à la buelta desta hoja.

126.



Año Dñ.

1645.

CON LICENCIA.

En Madrid, Por Carlos Sanchez.

A cargo de Antonio de Ribero, mercader de libros, en la calle de Toledo, a la esquina  
de la Contraportada de Gerónimo. En Palacio.

Dizomas Co-  
lumela, que es bueno, que quando el pan se  
trampa, que eno es se escoga la simiente de  
lo q cayere mas al fondo del monton, por-  
que lo tal es mejor, por ser mas pesada

Selección  
masal

Es tambien prouechoso auiso que  
miren, quando de vngrazia nacen muchas  
espigas, deven escogellas a parte, y limpiar  
las por si, y sembrar por si, junta a la haza, y  
otro año hazer otro tanto, y despues que  
aya tal cantidad de tan buena simiente sem-  
brar mas en gñuello.

Selección  
genealógica

de la masa simiente nunca sale buen fru-  
to, sino es por sobra de muy buen tienpo.

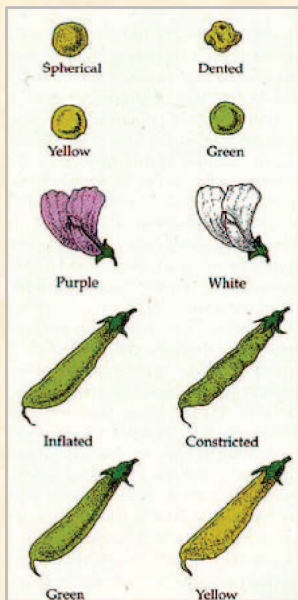
$F = G + A$



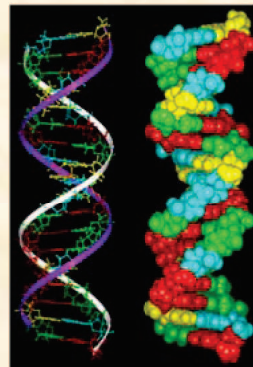
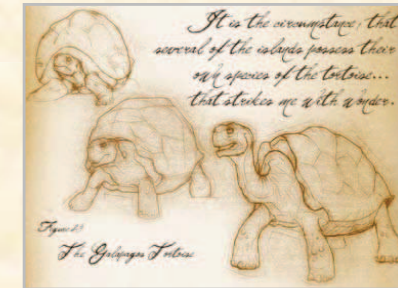
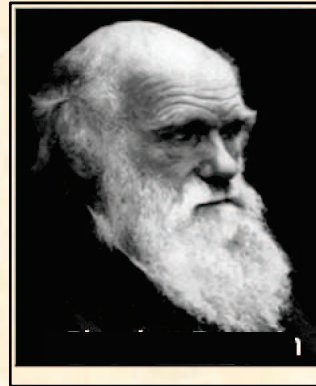


# La Mejora Genética como Ciencia:

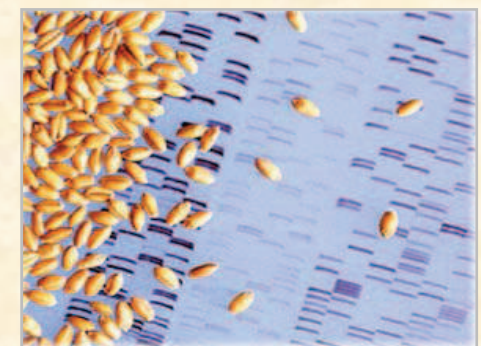
## Mendelismo



## Darwinismo/ Biometría



James Watson & Francis Crick



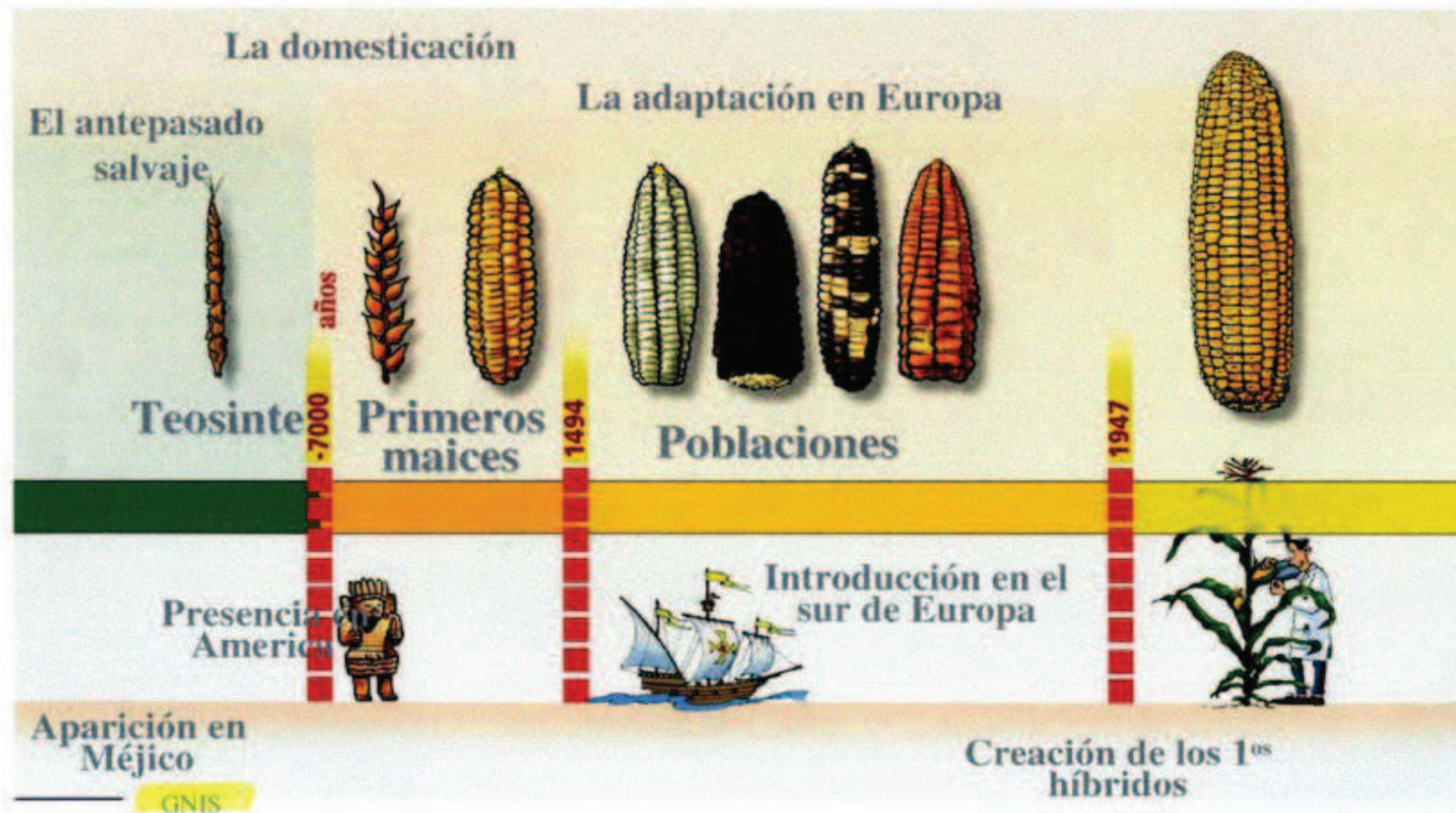


# AUMENTO DEL ÍNDICE DE COSECHA

## La modificación genética es un paso más en la mejora de plantas

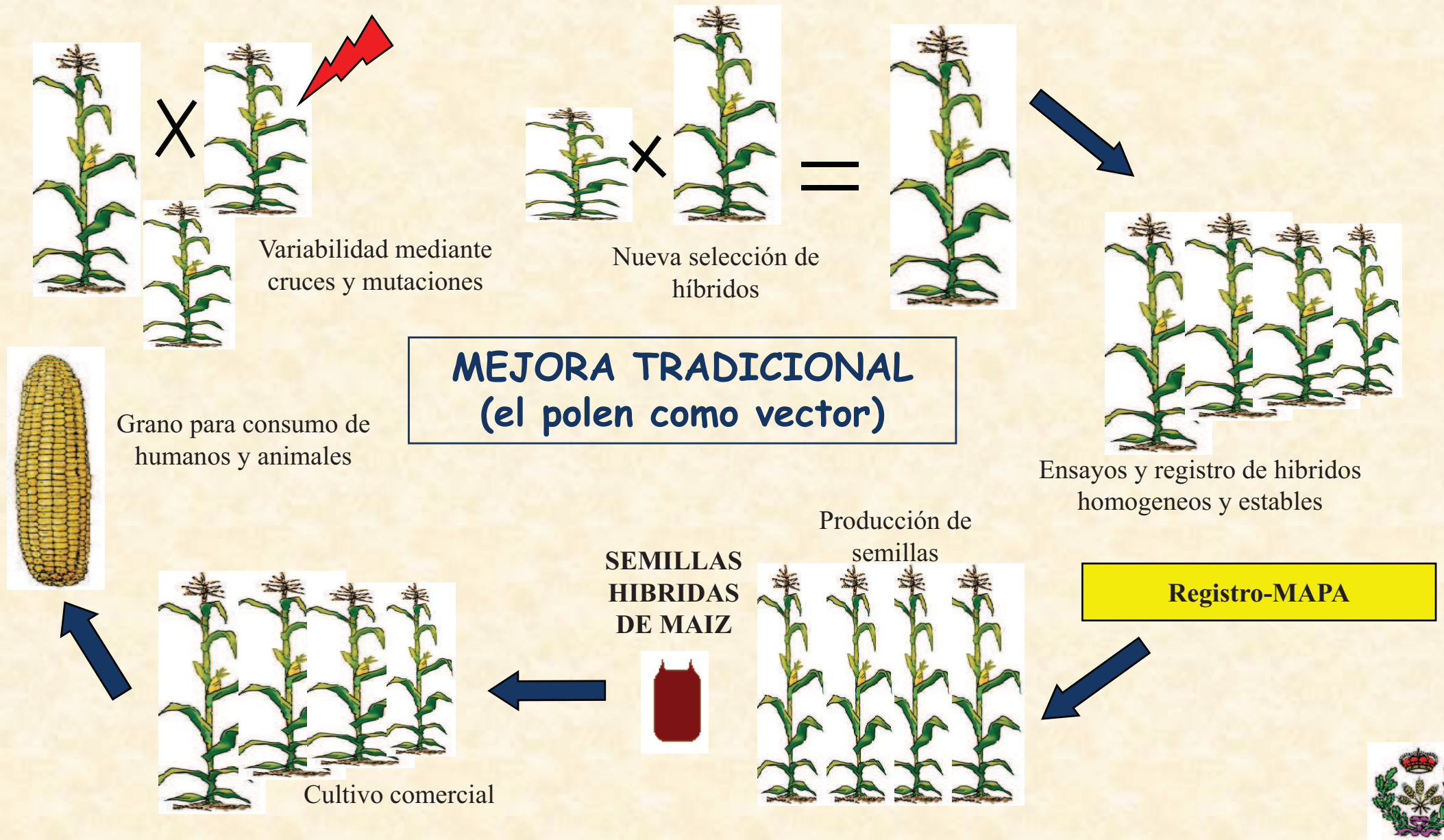
selección, injertos, hibridación, mutaciones,...

Ejemplo del maíz

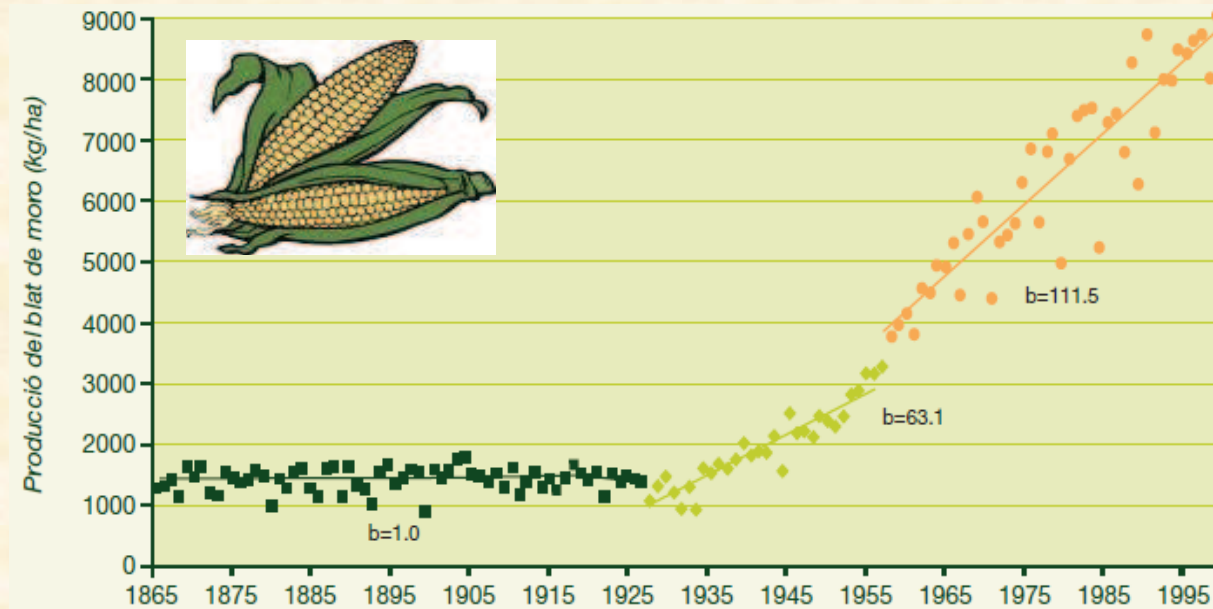




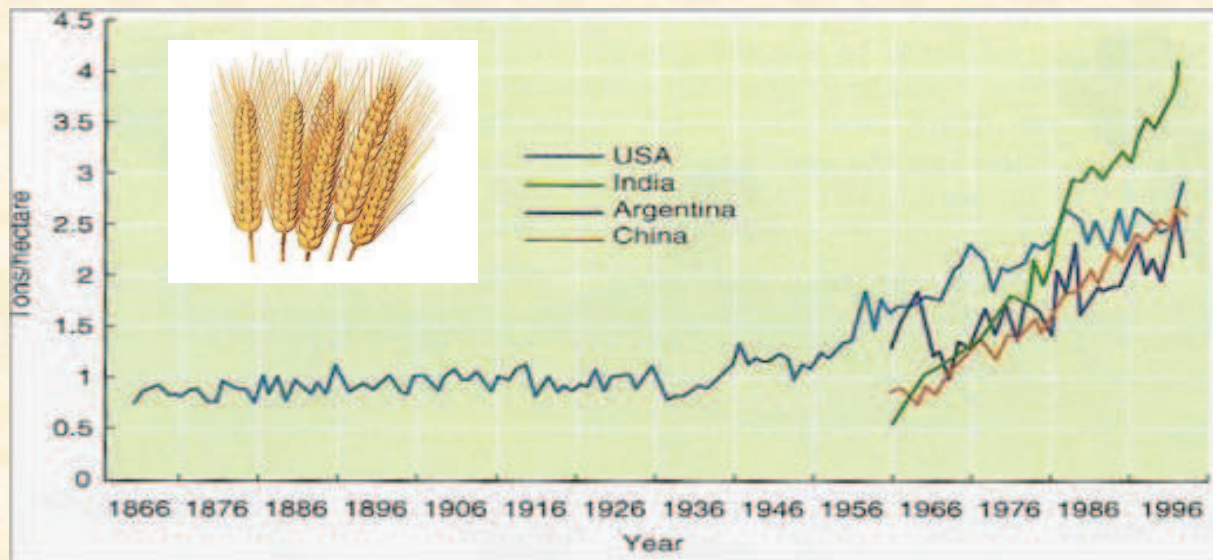
# GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA



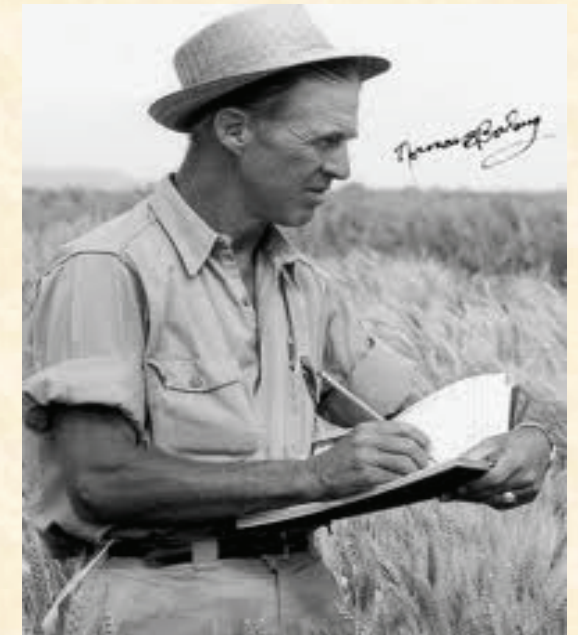
# Rendimientos medios de maíz y trigo



Maíz -EEUU:  
1865-2000

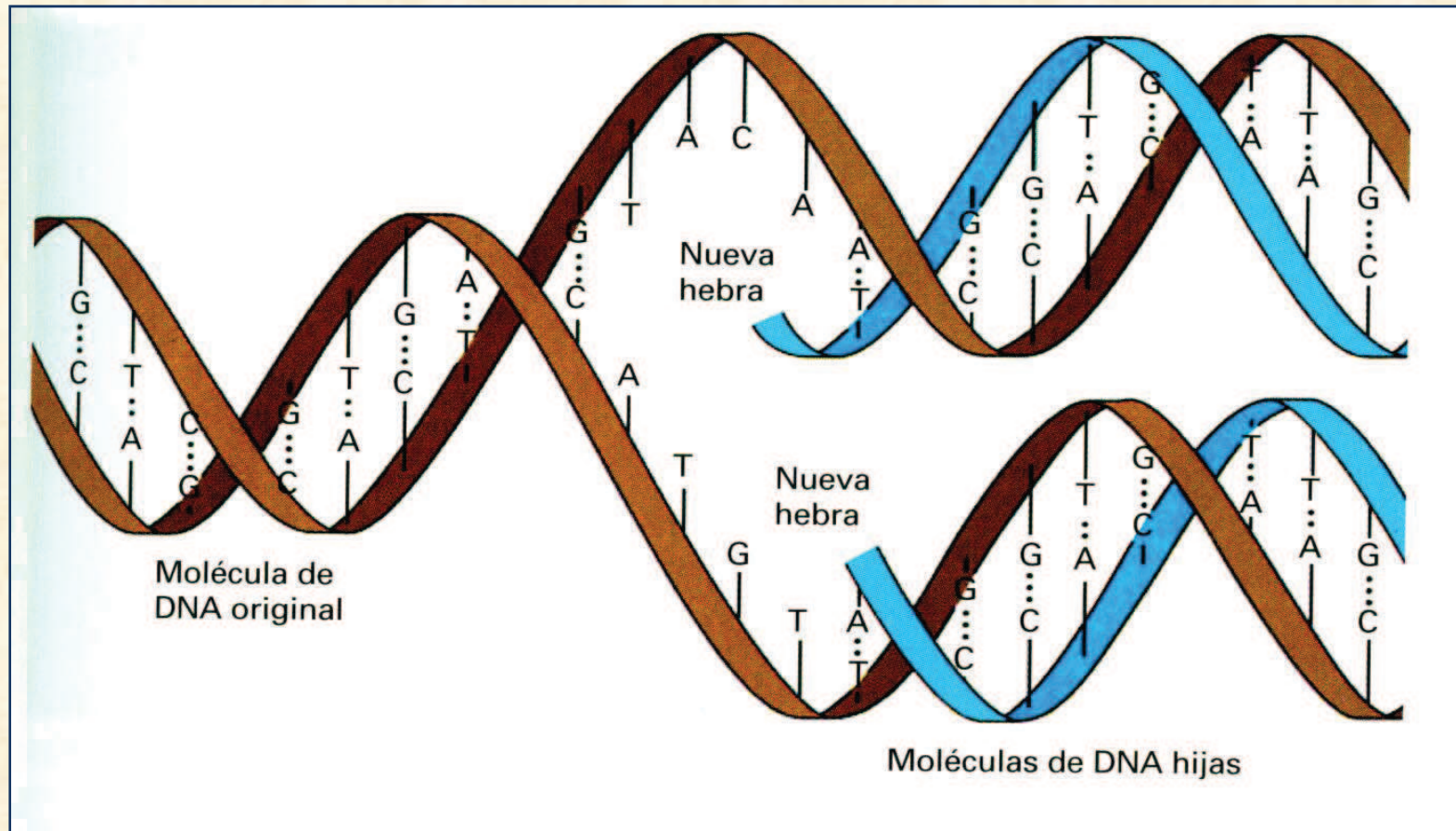


Trigo:  
1866-1996





# ***LA ESTRUCTURA EN DOBLE HÉLICE DEL DNA (1953) Y EL INICIO DE LA BIOTECNOLOGÍA (1970-...)***



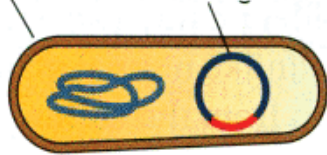
**El 100 % de la insulina y numerosos fármacos son productos de la Biotecnología**



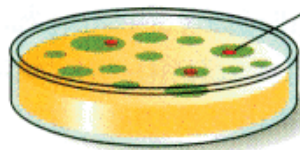
## Agrobacterium

*Agrobacterium tumefaciens*

Plásmido Ti



Cocultivo  
Agrobacterium  
y tejido vegetal



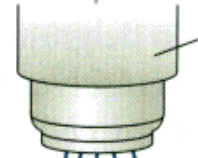
Transferencia  
de DNA

## Pistola de genes

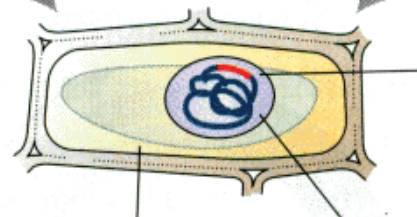
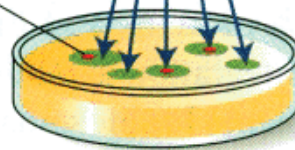
Partículas  
recubiertas  
de DNA



Pistola  
de genes

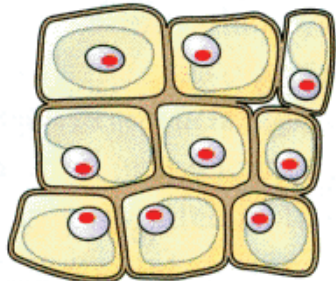


bombardeo

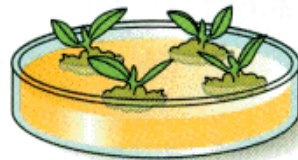


Cromosoma  
bacteriano

Célula vegetal núcleo



Células o tejidos



regeneración



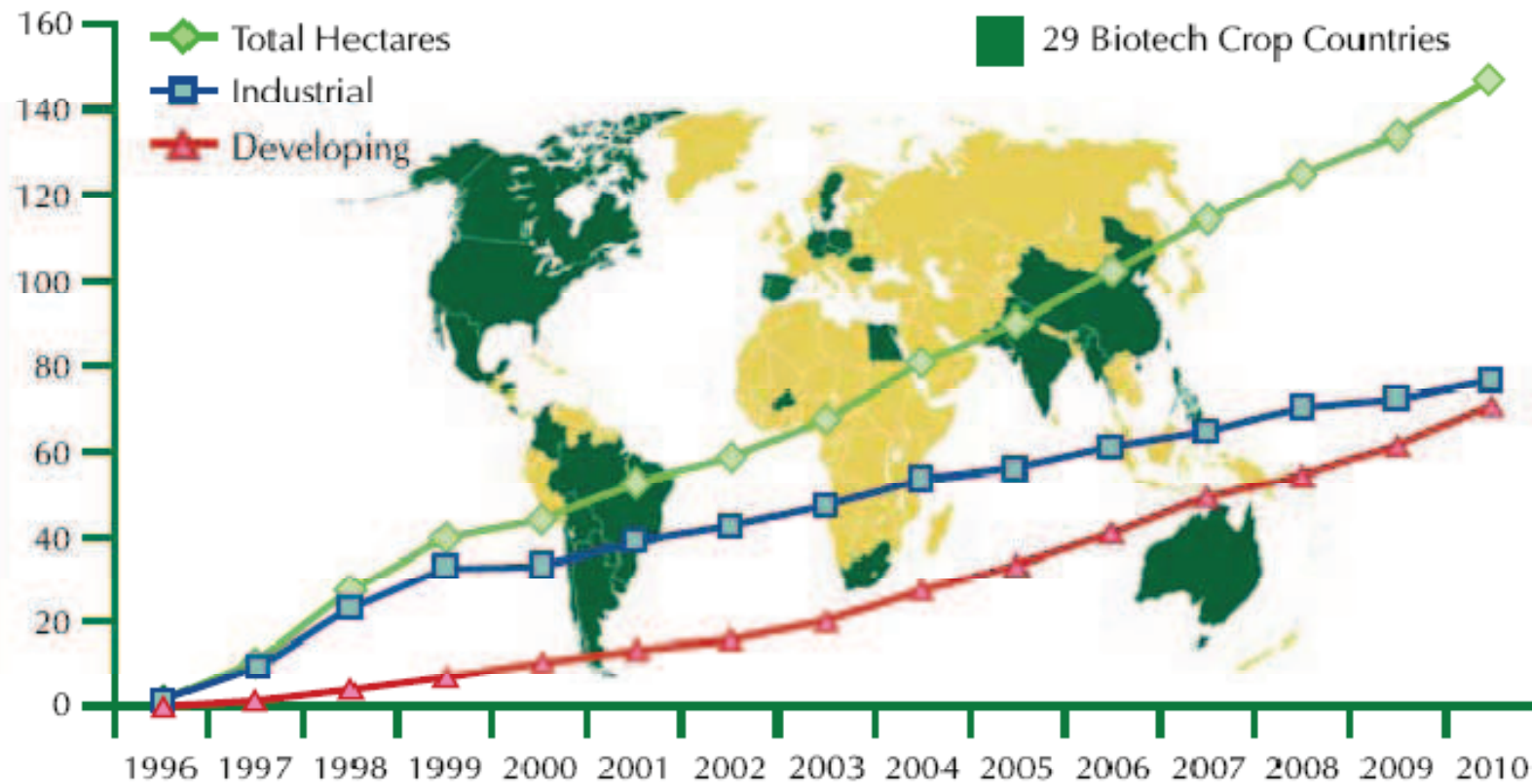
Planta regenerada

# BIOTECNOLOGÍA DE PLANTAS (~ 1990)





## GLOBAL AREA OF BIOTECH CROPS Million Hectares (1996-2010)

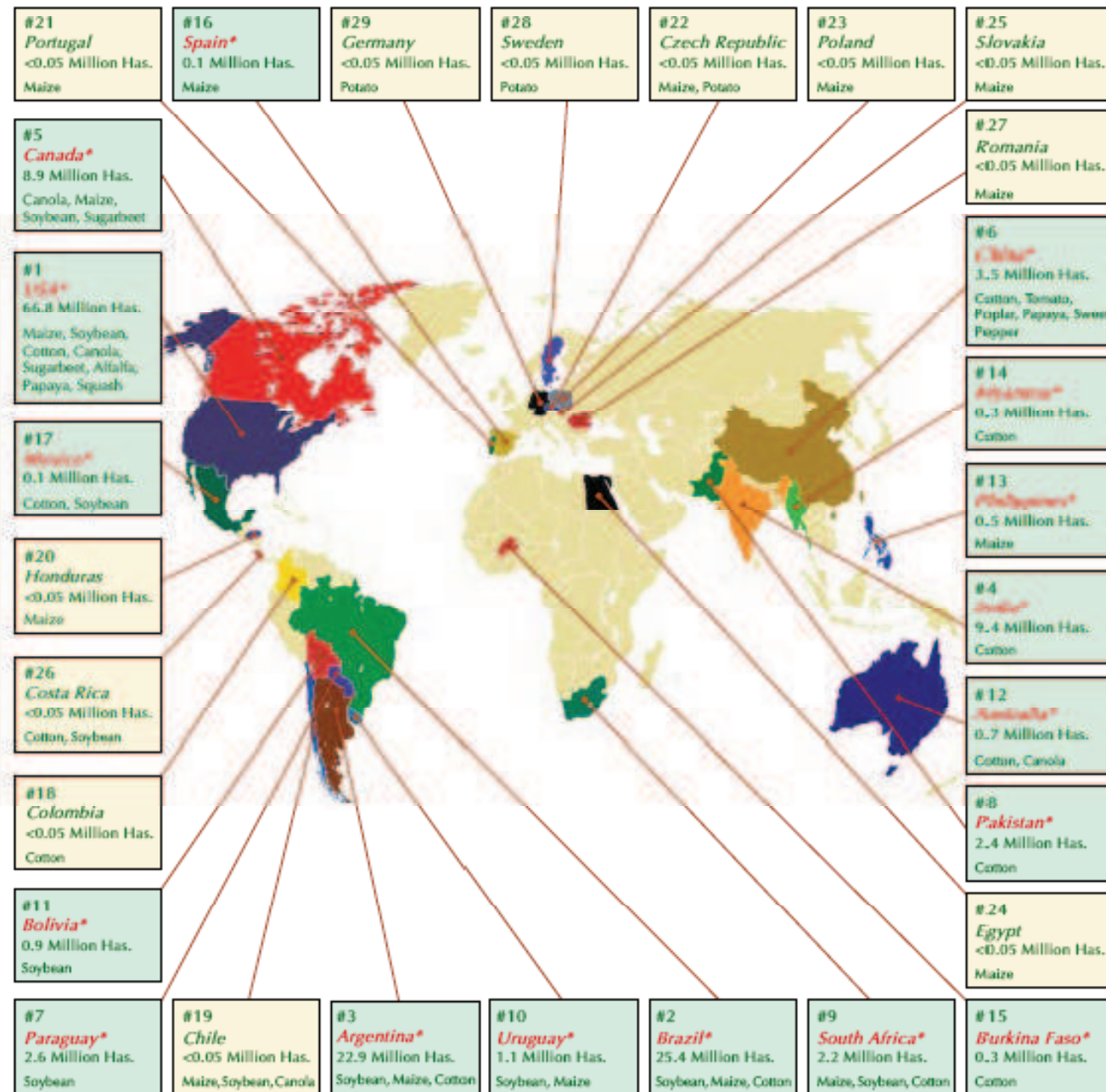


*A record 15.4 million farmers, in 29 countries, planted 148 million hectares (365 million acres) in 2010, a sustained increase of 10% or 14 million hectares (35 million acres) over 2009.*

Source: Clive James, 2010.



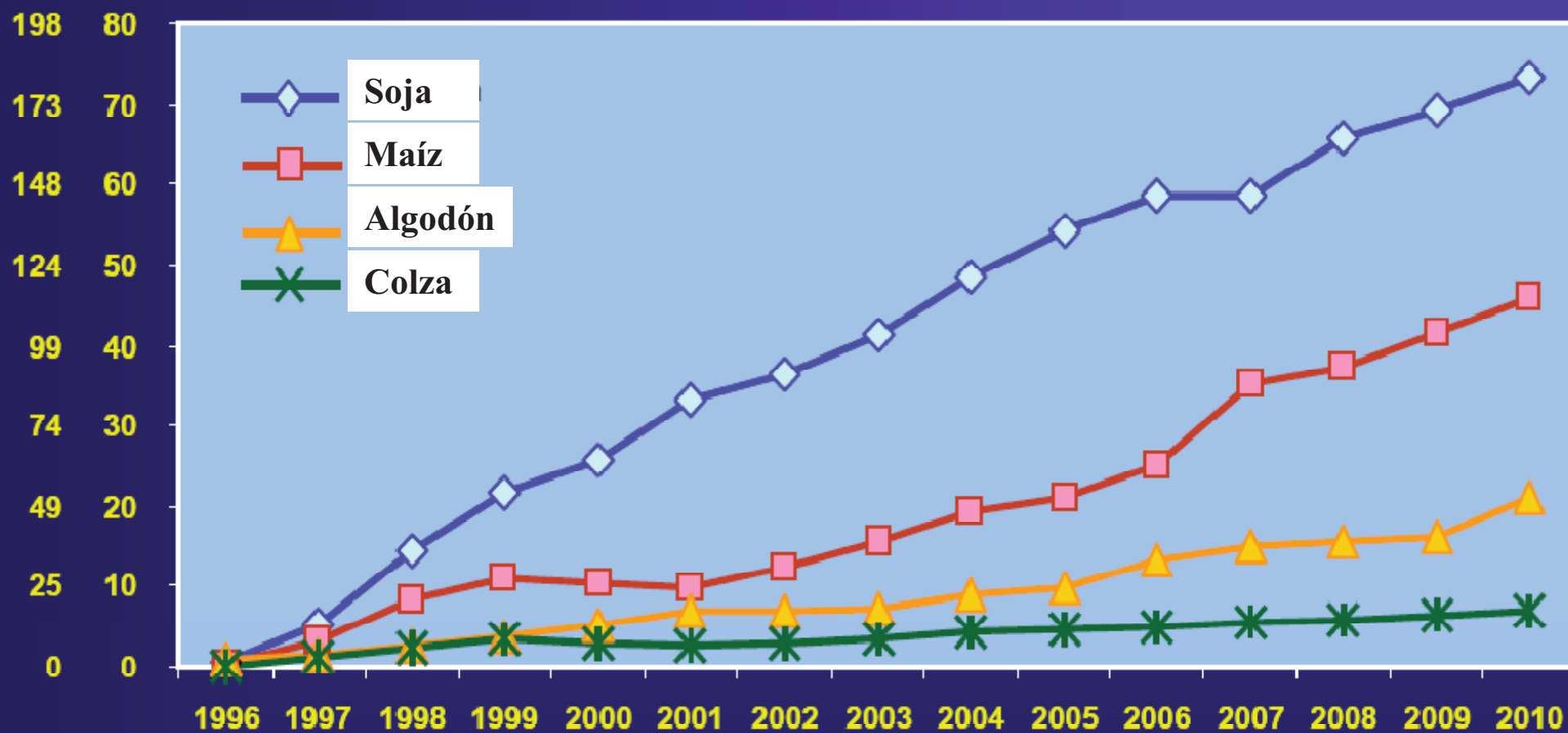
## Países con cultivos biotecnológicos, 2010





M Acres/Ha

## Area Global de cosechas biotecnológicas, (1996-2010 )



M Acres/Ha

445 180  
395 160  
346 140  
296 120  
247 100  
198 80  
148 60  
99 40  
49 20  
0 0

Conventional  
Biotech

90

33

158

31

81%

Soja

64%

Algodón

29%

Maíz

23%

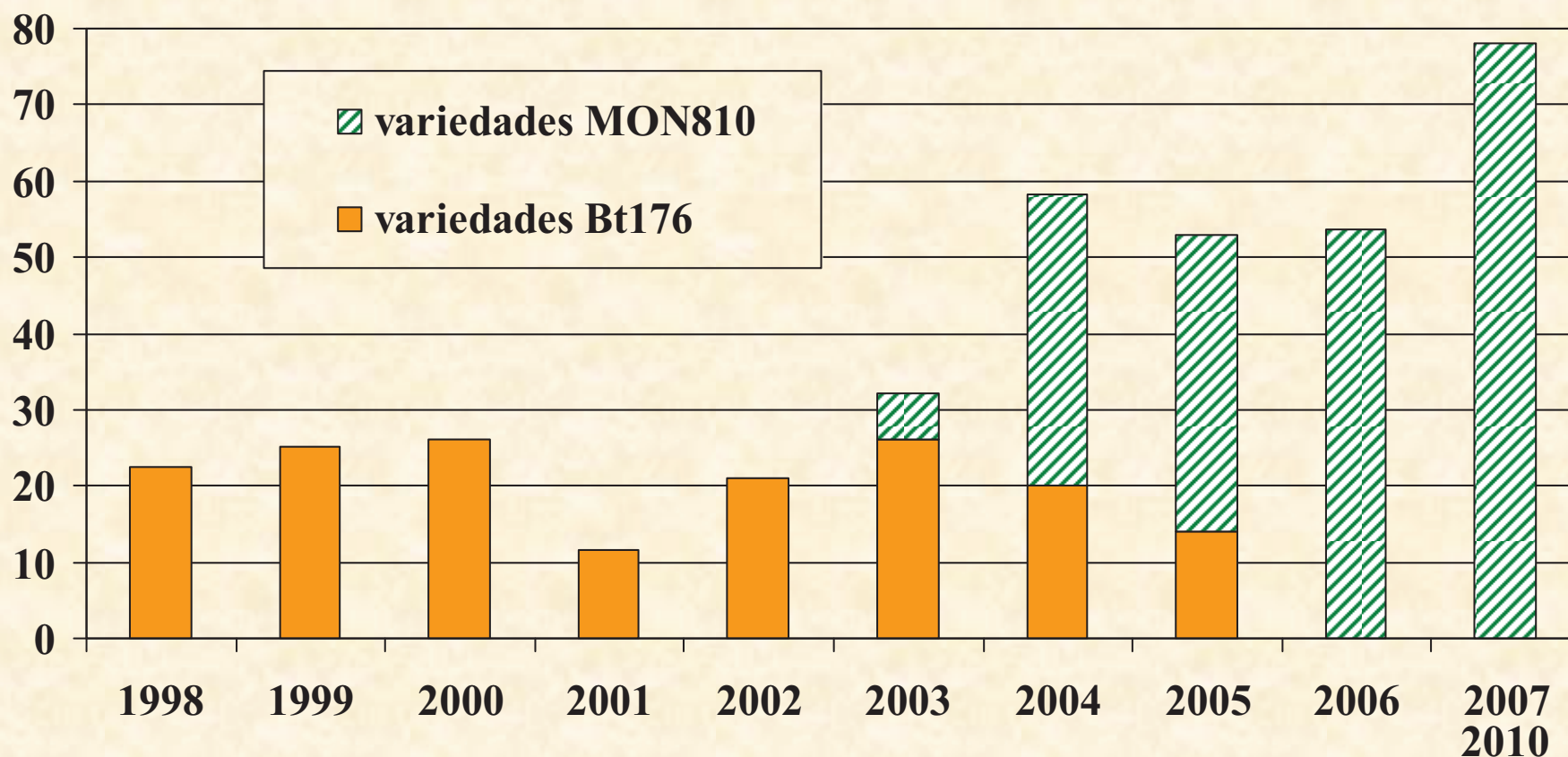
Colza





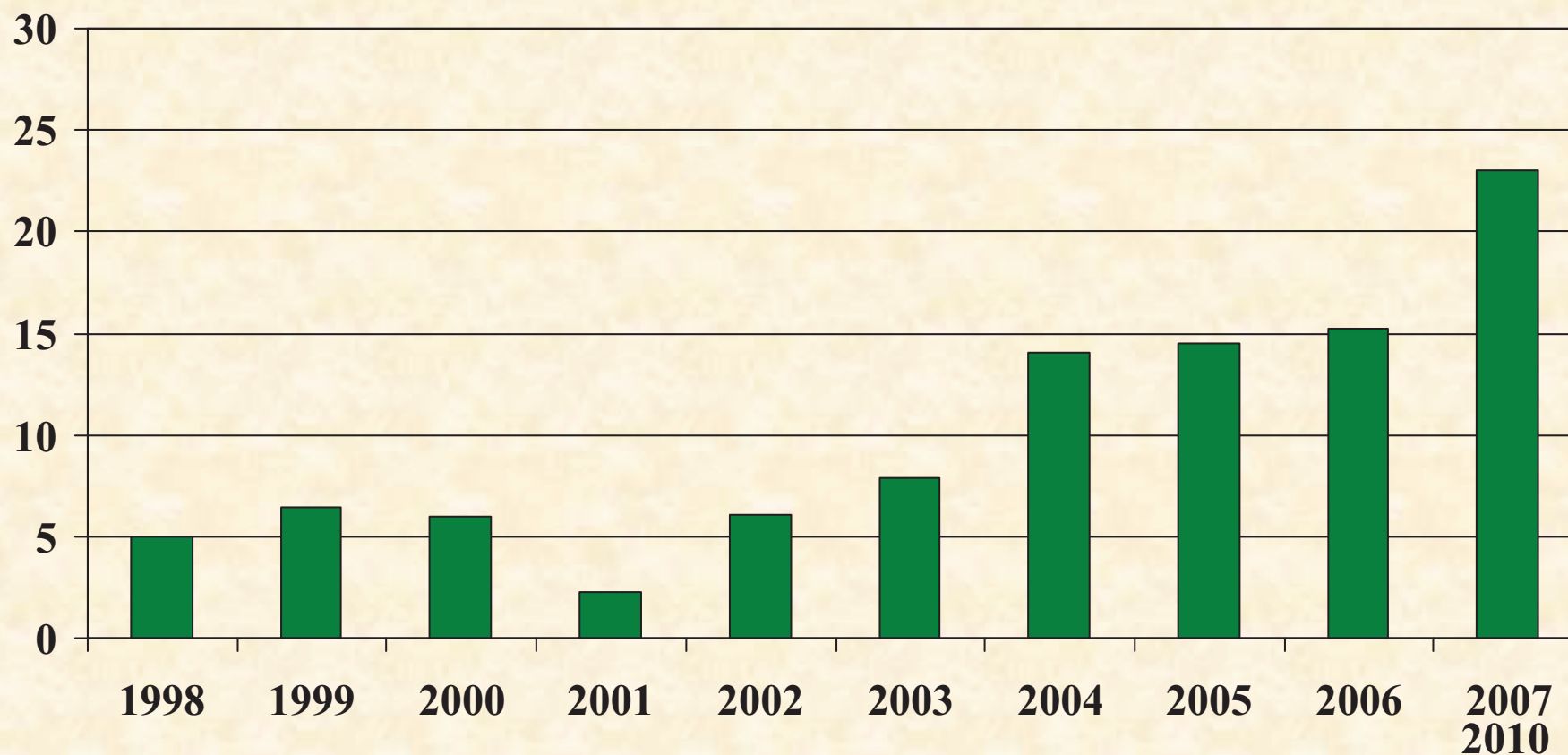
# Estimación de superficies sembradas en España con variedades de maíz-Bt, en miles de hectáreas

(datos del MAPA, 2007)



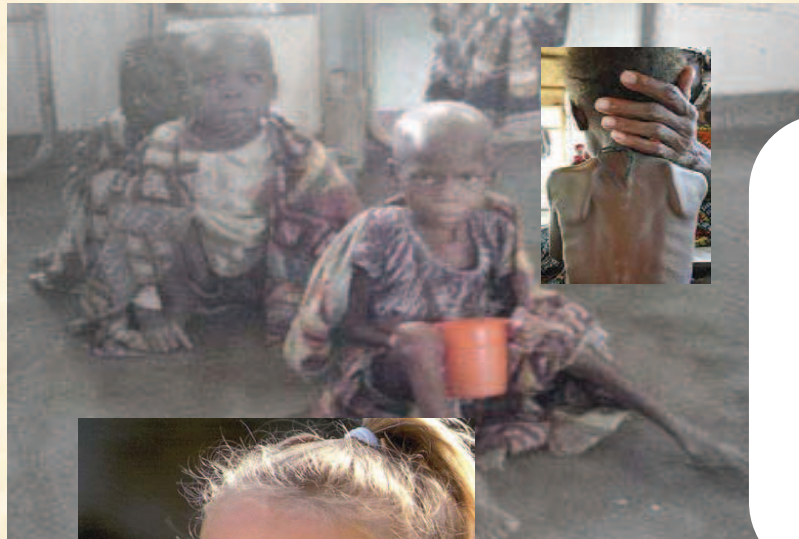
# Estimación de superficies sembradas en España con variedades de maíz-Bt, en % del maíz sembrado

(datos del MAPA, 2007)





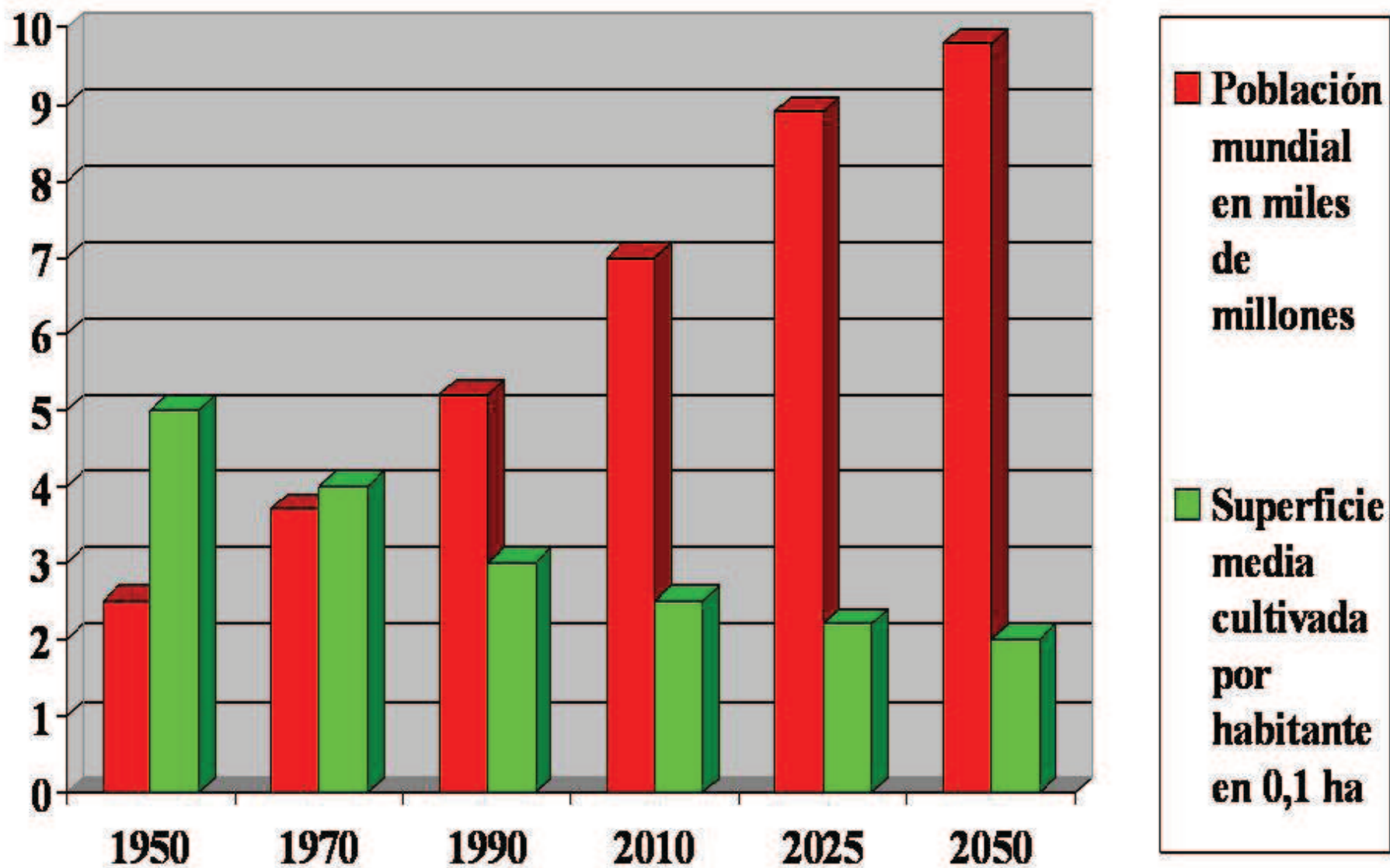
# MIL MILLONES DE HAMBRIENTOS: LA MAYOR LACRA DE LA HUMANIDAD



- ✓ *En lo referente a la alimentación existen desbalances vergonzosos entre los distintos habitantes del planeta*
- ✓ *El derecho a una alimentación mínima no está asegurado para todos; mil millones de personas padecen hambre (2010)*
- ✓ *Para muchos lo funcional es poder comer cada día*



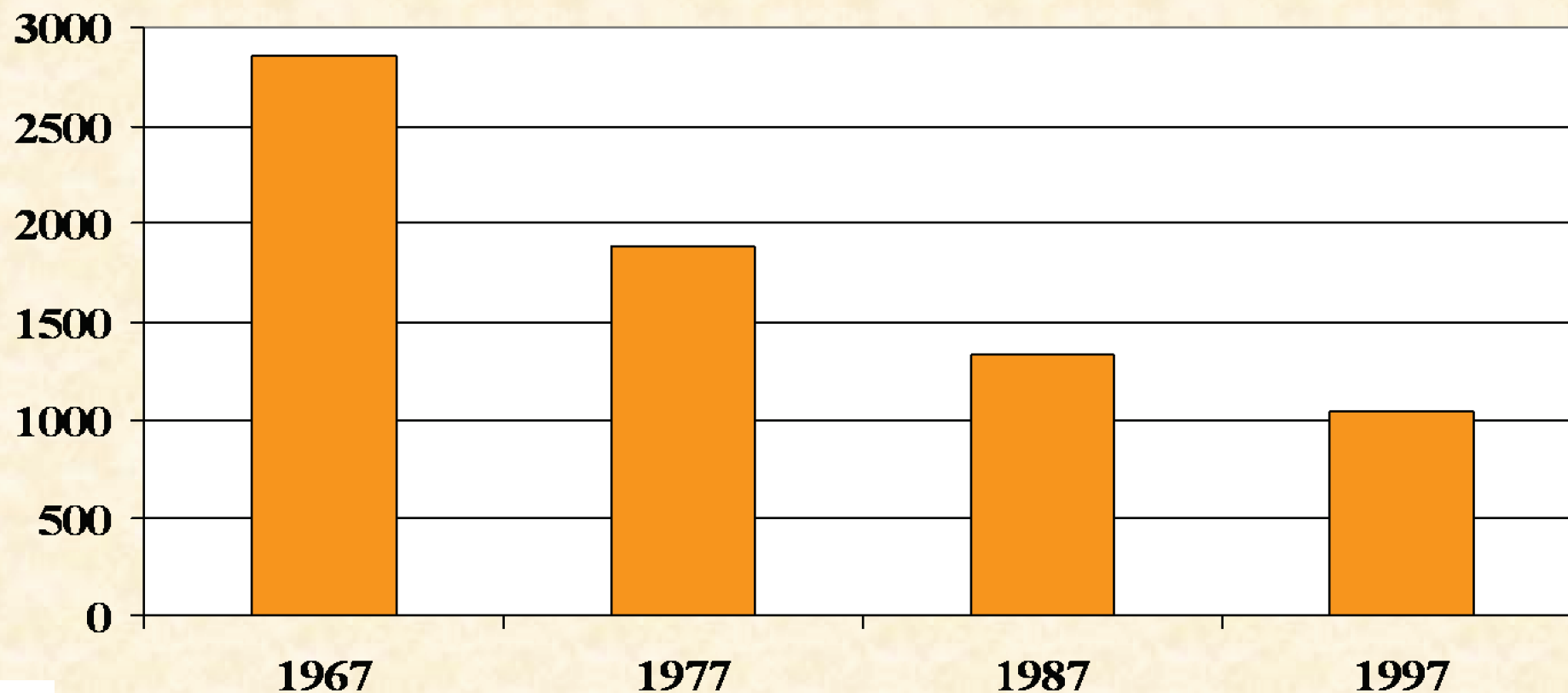
## Es necesario aumentar los rendimientos de arroz, trigo y maíz





# LA EFICIENCIA TÉCNICA FAVORECE AL MEDIOAMBIENTE

Superficie en m<sup>2</sup> necesaria para producir 1Tm de maíz



Datos del M.A.P.A.

# ACIERTOS GLOBALES



## **MILLIONS FED: Proven Successes in Agricultural Development**

*D.J. Spielman & R. Pandya-Lorch (eds).*

*International Food Policy Research Institute (Washington)*

*[www.ifpri.org](http://www.ifpri.org)*





# Asia

## • Transformación de la Agricultura

## • Contando habichuelas

La Revolución Verde en Asia

Mejora de la habichuela mungo en Asia

### • Dejando atrás el arado

Siembra directa de arroz y trigo en la llanura indo-gangética

### • Ver el bosque a través de los árboles

Silvicultura comunitaria en Nepal

### • Ampliando los límites del

Arroz híbrido en China

### • Cruzar el río sintiendo las rocas

Reforma de la tenencia de tierras en China

### • Cultivos mejorados para tierras áridas

mijo y sorgo en India

### • Abandono de la agricultura colectiva

Reforma de la Tenencia de tierras En Vietnam

### • Conectando la red lechera

Producción lechera en pequeña escala en India

### • Bombeando la producción

Pozos entubados superficiales para arroz en Bangladesh

### • Diversificación hacia dietas sanas

Producción doméstica de alimentos en Bangladesh

### • Crianza del pollo acuático

Tilapia mejorada en Filipinas

# África

## • Resistencia a virus y plagas

Yuca en el África Subsahariana

### • Reverdecimiento del Sahel

Innovación dirigida por los agricultores en  
Burkina Faso y Niger

### • Abriéndose paso entre las reformas

producción de algodón  
en Burkina Faso

### • Desarrollo de un cultivo "maizravilloso"

Mejora del maíz en Kenia  
Malawi, Zambia y Zimbabwe

### • Abriendo el mercado

Fertilizantes y maíz  
en Kenia

# Sudamérica



### • Innovación en las pampas

Siembra directa de soja  
en Argentina

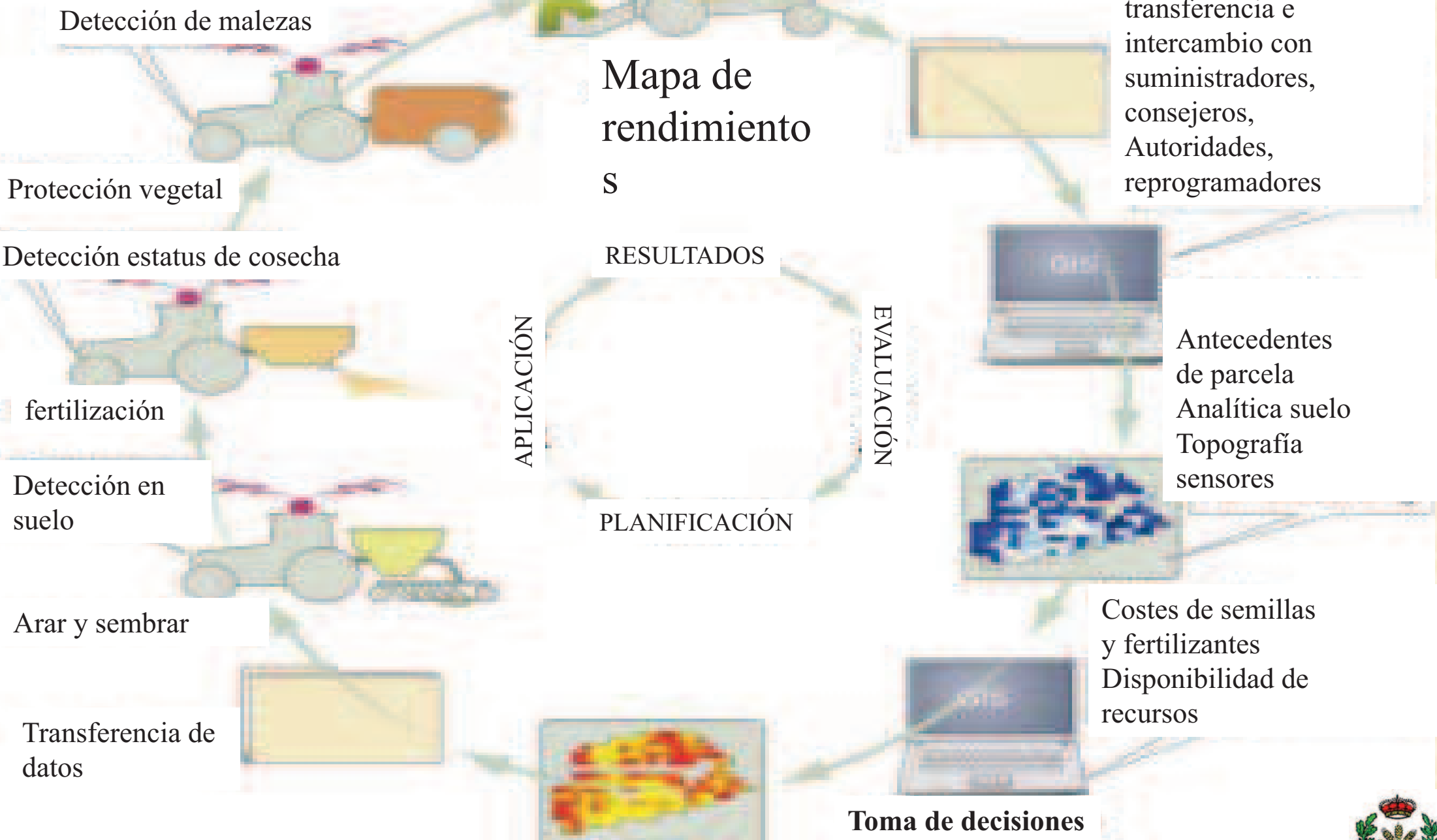


# **Intensificación sostenible: Estrategias**

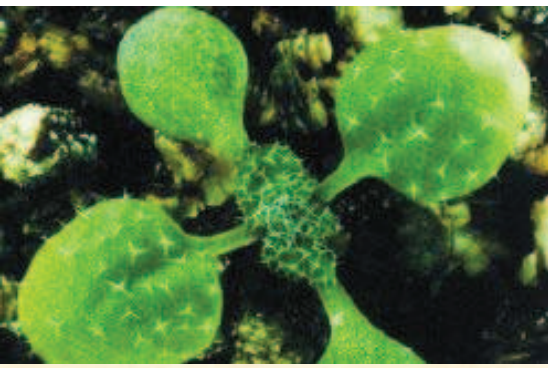
- Ampliación de los límites de la producción  
Rendimiento récord  
Incremento del suelo laborable
- Aumento del rendimiento medio  
(Técnica/economía)
- Reducción del desperdicio
- Cambio de dieta
- Gestión pesquera y acuicultura



# AGRICULTURA DE PRECISIÓN

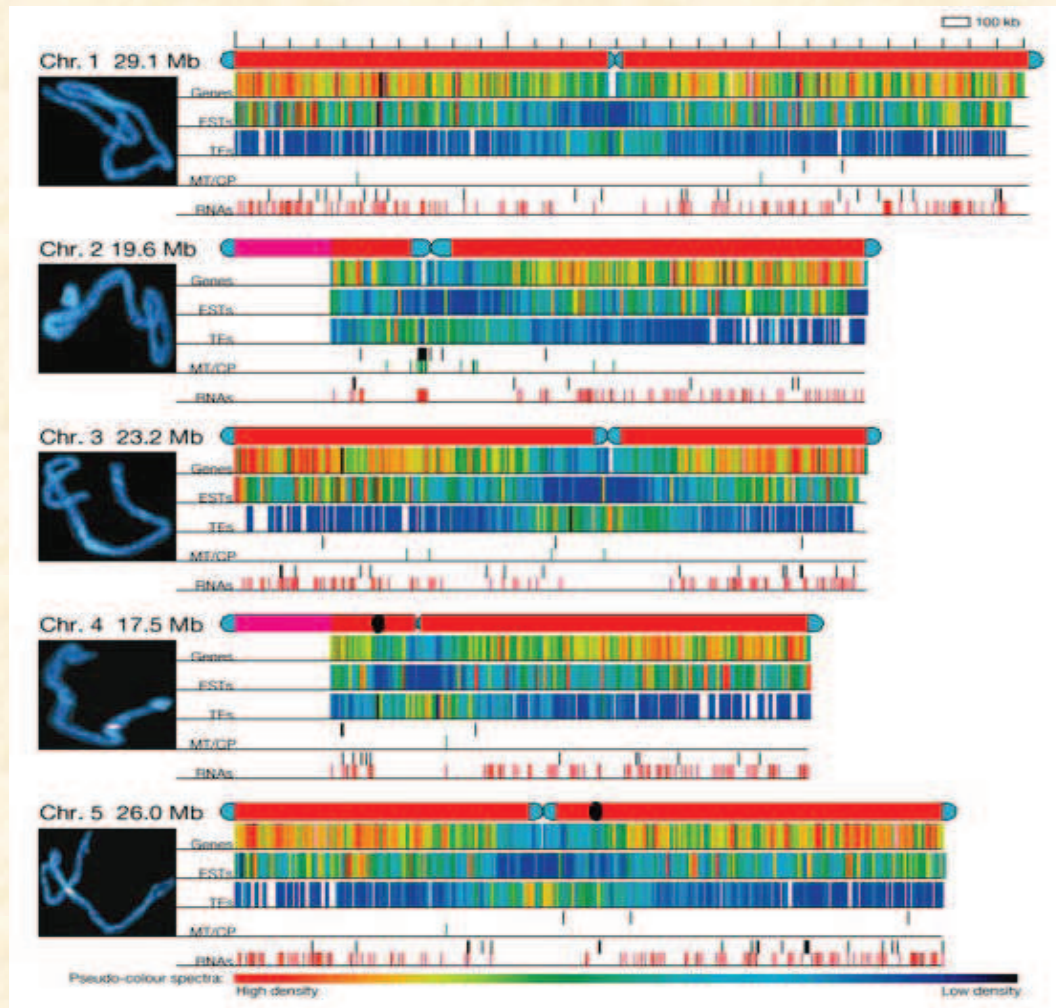






# LA ERA DE LA GENÓMICA

*La secuenciación del genoma de Arabidopsis (2000) y de arroz (2002) ha producido un cambio radical en la investigación de la biología de las plantas*



# ***GENÉTICA EN REVERSO***

Genética directa

Fenotipo



Genotipo  
(Gen)

Genética reversa

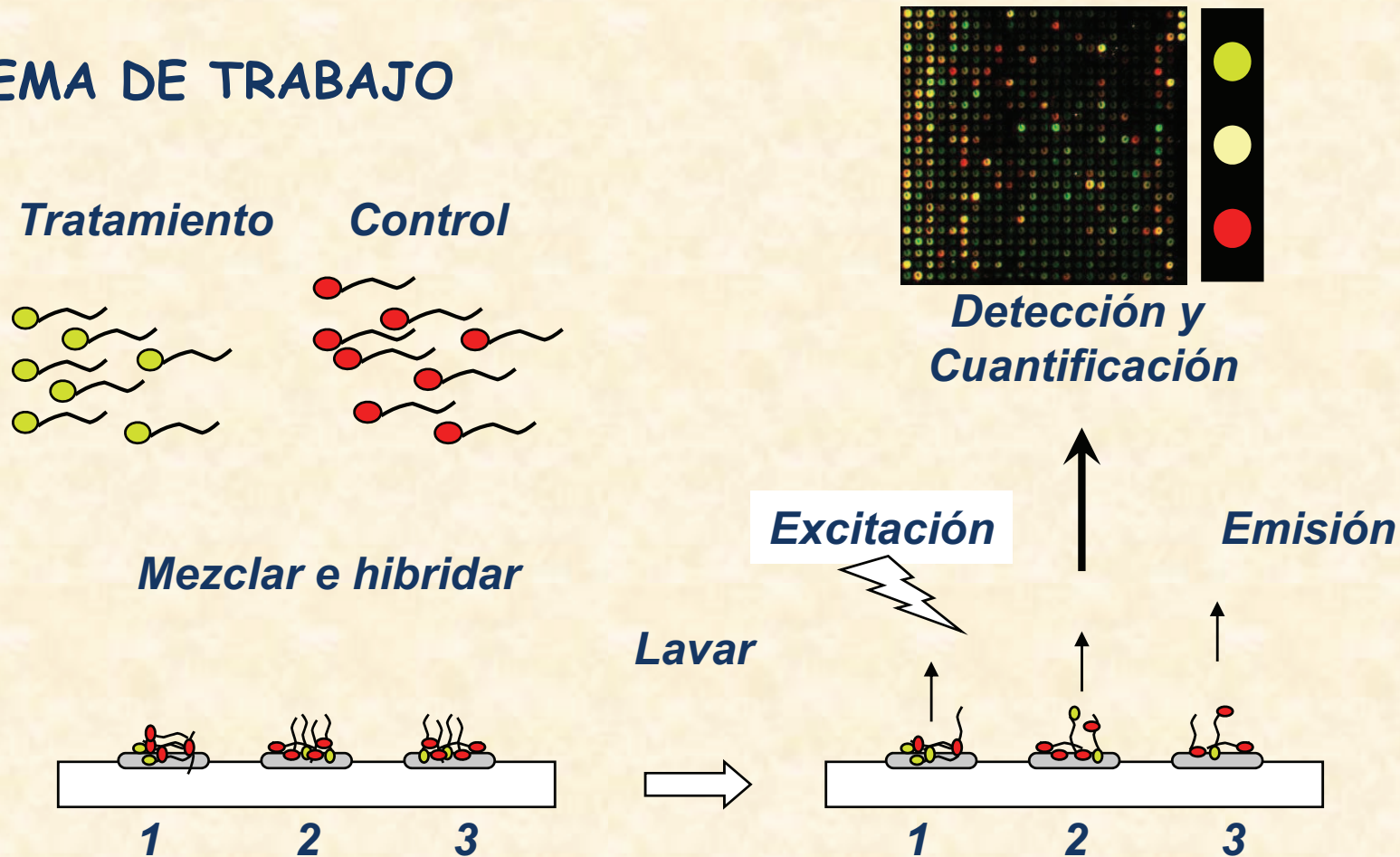




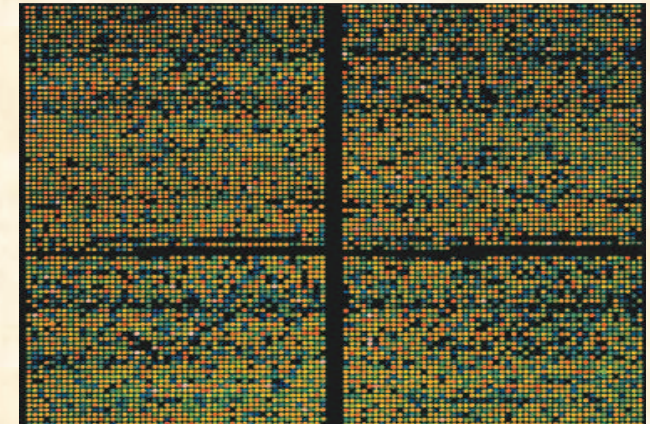
# ANÁLISIS DE LA EXPRESIÓN GÉNICA GLOBAL

## MICROMATRICES Y "CHIPS" DNA

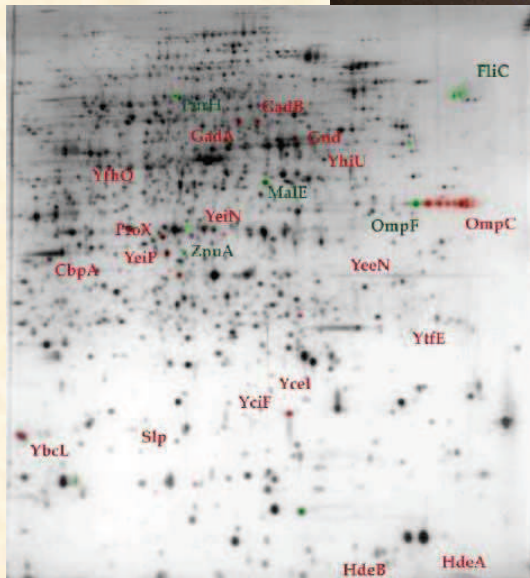
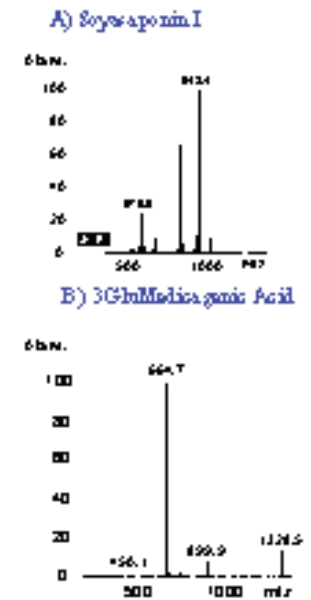
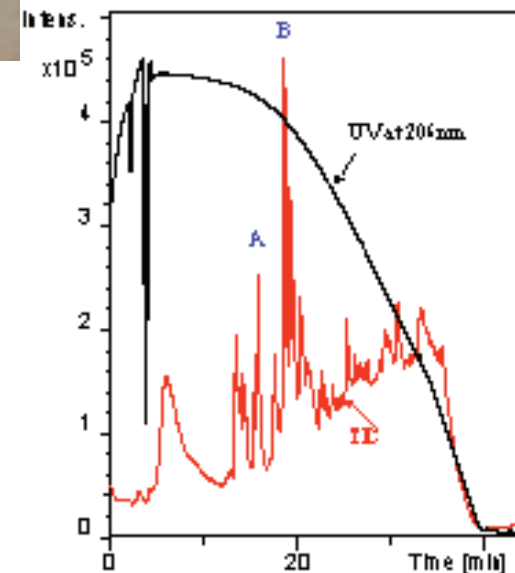
### ESQUEMA DE TRABAJO



**ANÁLISIS GLOBAL PARA EL ESTUDIO FUNCIONAL  
DE TODOS LOS GENES DE UN GENOMA**



#### Comparison of an A. fafa Root Extract by On-line UV and Mass Selective Detection



**TRANSCRIPTOMICA**  
**PROTEOMICA**  
**METABOLOMICA**  
**BIOINFORMATICA**

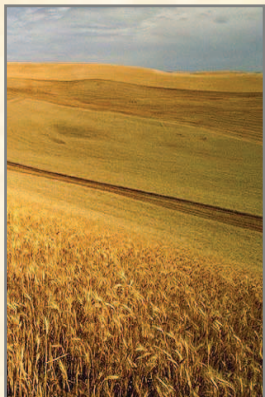




# La paradoja actual de la agricultura y de la alimentación

En poco más de un siglo en los países más desarrollados se ha pasado de:

- Necesitar 400 horas anuales de trabajo agrícola para alimentar a una persona a unas dos horas anuales en las agriculturas más tecnificadas.
- Gastar dos tercios del presupuesto familiar en comida a menos del 20%
- Cocinar dos horas al día a sólo unos pocos minutos
- Se ha perdido variedad en la alimentación: la comida base se basa en sólo 15 platos.
- Coexiste un problema vergonzoso de seguridad alimentaria a nivel global con el exceso de ingesta y malnutrición.
- La sociedad occidental nunca ha comido tanto y de tanta calidad pero ha puesto a la agricultura bajo sospecha , perdiendo el reconocimiento social





## Reconocimiento social de la agricultura

*“Whoever could make two ears of corn, or two blades of grass, to grow upon a spot of ground where only one grew before, would deserve better of mankind, and do more essential service to his country, than the whole race of politicians put together.”*

## Jonathan Swift (1667-1745) "Gulliver's Travels"

