

Riesgo del posible uso inadecuado de herbicidas sobre variedades MG tolerantes a herbicidas



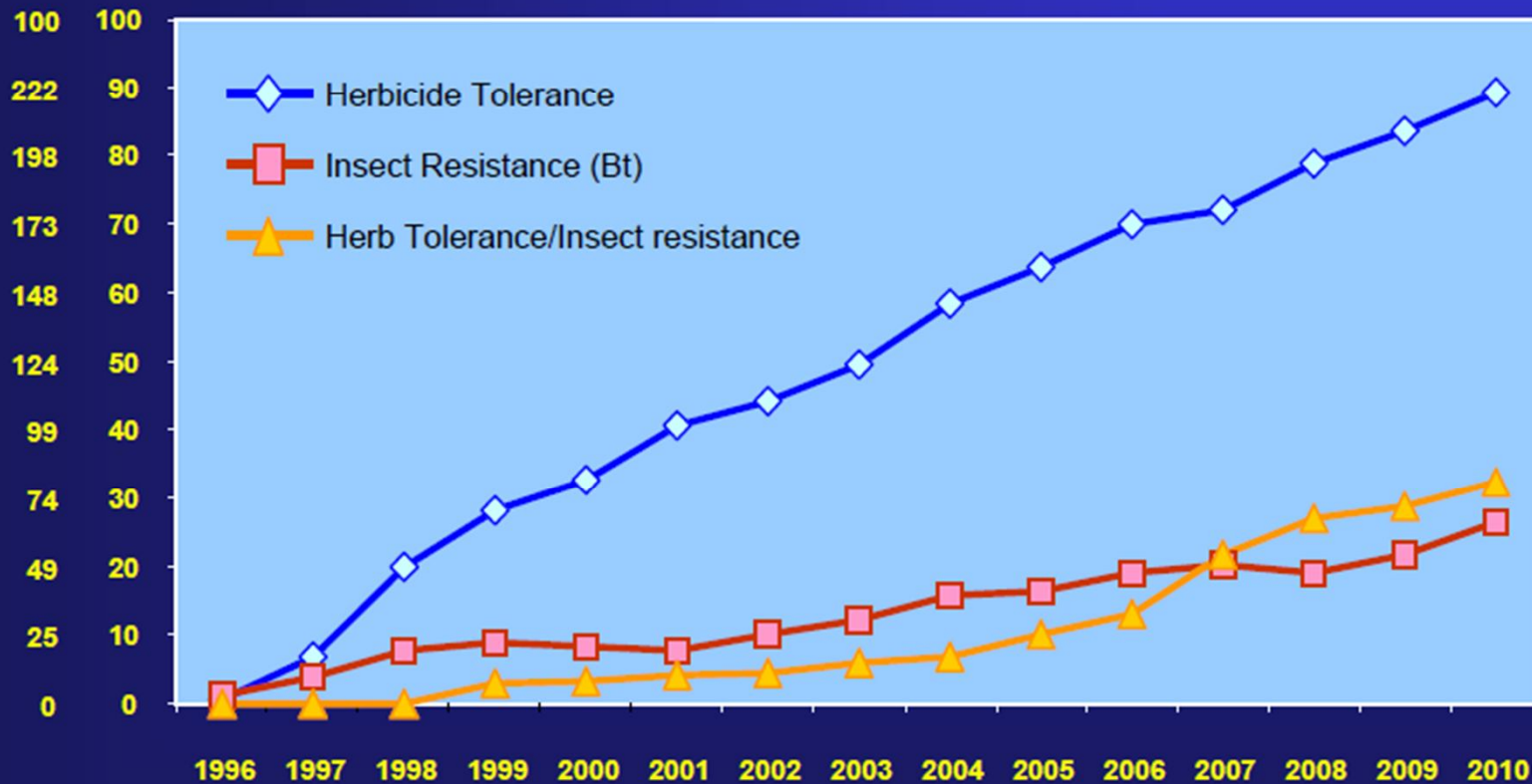
M.C. Chueca

Los cultivos tolerantes a herbicidas representan el 80% del area ocupada por cultivos GM

Global Area of Biotech Crops, 1996 to 2010: By Trait (Million Hectares, Million Acres)



M Acres

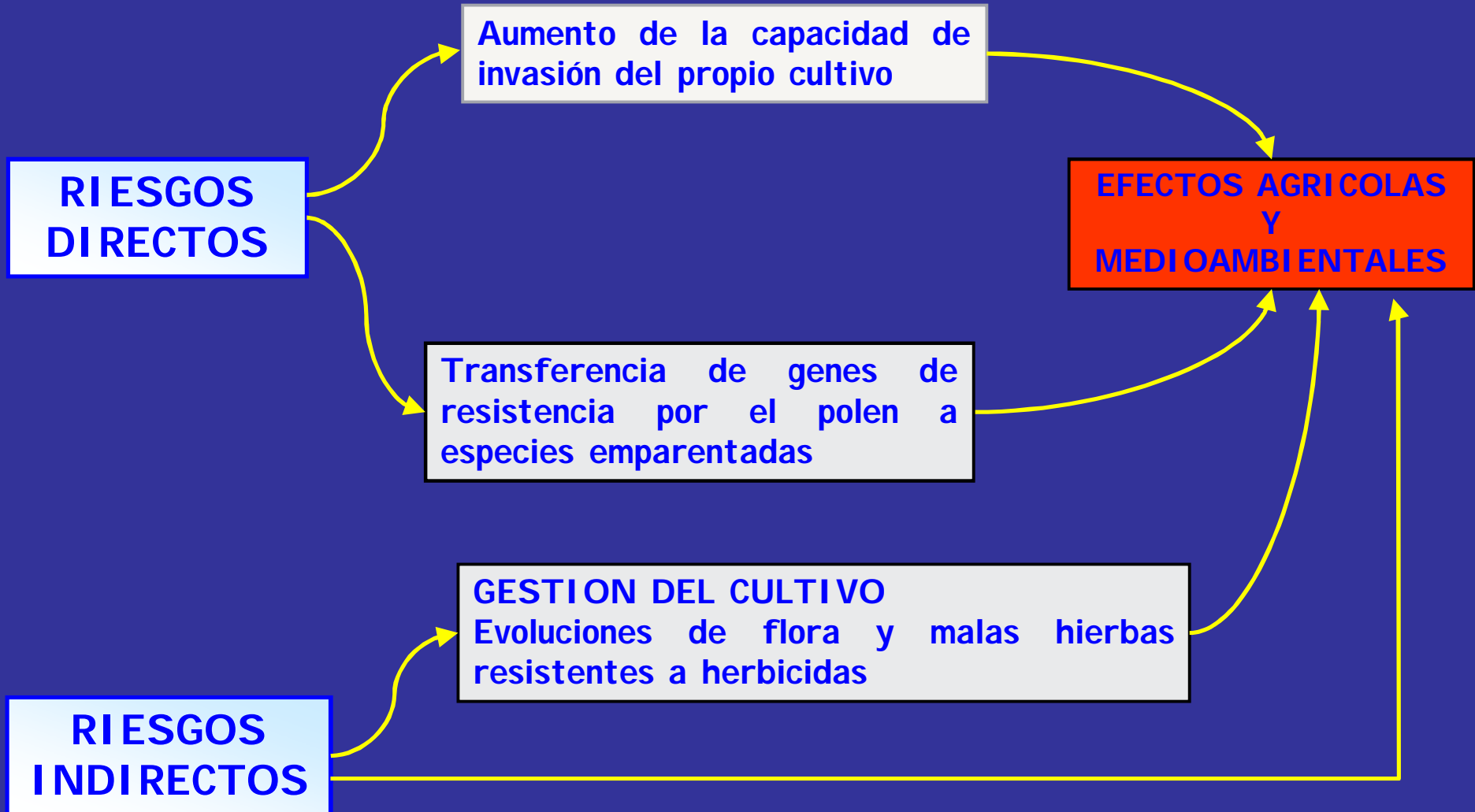


Source: Clive James, 2010

BENEFICIOS DE LOS CULTIVOS TOLERANTES A HERBICIDAS

- **Herbicidas de amplio espectro y rápida degradación**
- **Mejora la selectividad y control más efectivo**
- **Mayor flexibilidad en la realización de los tratamientos**
- **Menor descarga de productos químicos**
- **Reducción de las labores mecánicas en el suelo**
- **Uso más eficiente del territorio**

Riesgos de los cultivos tolerantes a herbicidas:



El control de las malas hierbas dependerá de:

- La mala hierba
- El cultivo
- Las técnicas de control

El control de las malas hierbas ha sido siempre un problema para la agricultura

Los herbicidas han sido el principal medio de control de malas hierbas en los últimos 50 años

Las malas hierbas se adaptan a los cambios en las practicas agrícolas modificando la flora



Evoluciones de flora

Desarrollo de malas hierbas resistentes

**El desarrollo de los cultivos GM tolerantes a herbicidas
representa un instrumento de gran valor para el control de
malas hierbas**



Incrementa el uso de un único herbicida en grandes extensiones

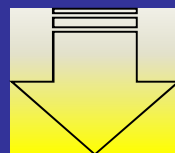
**Puede reducir las técnicas utilizadas para controlar las malas
hierbas**

EVOLUCION DE FLORA

Los cultivos GM son tolerantes a herbicidas de amplio espectro, que no siempre controlan adecuadamente todas las especies de malas hierbas



El GLIFOSATO es menos efectivo en el control de algunas especies



Alteración en la composición y abundancia de las malas hierbas presentes en un campo de cultivo

Estudio de los efectos del uso del glufosinato en el cultivo del algodón transgenico sobre la flora y los artropodos y del flujo de genes entre el algodón transgenico resistente al glufosinato y el algodón tradicional.

- evaluación de los posibles efectos sobre las malas hierbas del cultivo de algodón tolerante al herbicida glifosato en andalucía
- evaluación de los posibles efectos sobre los artrópodos del suelo del cultivo de algodón tolerante al herbicida glifosato en andalucía
(Colaboración con Castañera P. Farinós G, and Ortego F. (CSIC))

(Financiado por MARM)

**La estructura y composición de las comunidades de
malas hierbas se modifica en función de la presión de
selección**

(Webster & Sosnoskie 2010)

(Southern Weed Science Society survey)

Malas hierbas como:

Ipomoea, Commelina, Amaranthus y Chenopodium en soja tolerante a glifosato

Cyperus, Ipomoea, Commelina, Amaranthus y gramineas en algodón tolerante a glifosato

han incrementado su presencia segun la opinión de investigadores en EEUU (% opinión)

Culpepper (2006) *Weed Tech.* 2

- ❑ Científicos y agricultores (80%) encuestados han mostrado preocupación por las evoluciones de flora en relación con la adopción de los cultivos tolerantes a herbicidas
- ❑ En algodón y soja tolerantes a glifosato se han citado evoluciones de flora

Culpepper (2006); Gibson *et al.* (2006); Johnson and Gibson (2006)

❑ Encuesta a agricultores

5 años de maiz, soja y algodón tolerantes a glifosato en relación a posibles cambios en las malas hierbas asociados al cultivo 93% opinan que la presencia de malas hierbas es similar o menor

(Kruger et al 2009)

El uso continuado de un mismo herbicida favorece la presencia de las malas hierbas menos sensibles y reduce la diversidad

Resistencia a herbicidas

La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas es un proceso evolutivo de respuesta de una población (la mala hierba) a un fenómeno de stress (el herbicida)

El tiempo que tarde en desarrollarse una resistencia dependerá

Biología de la planta

- Frecuencia de mutación
- Herencia del carácter
- Modo de reproducción
- Tamaño de la población
- Fitness

Herbicida

- Modo de acción
- Persistencia
- Eficacia del control

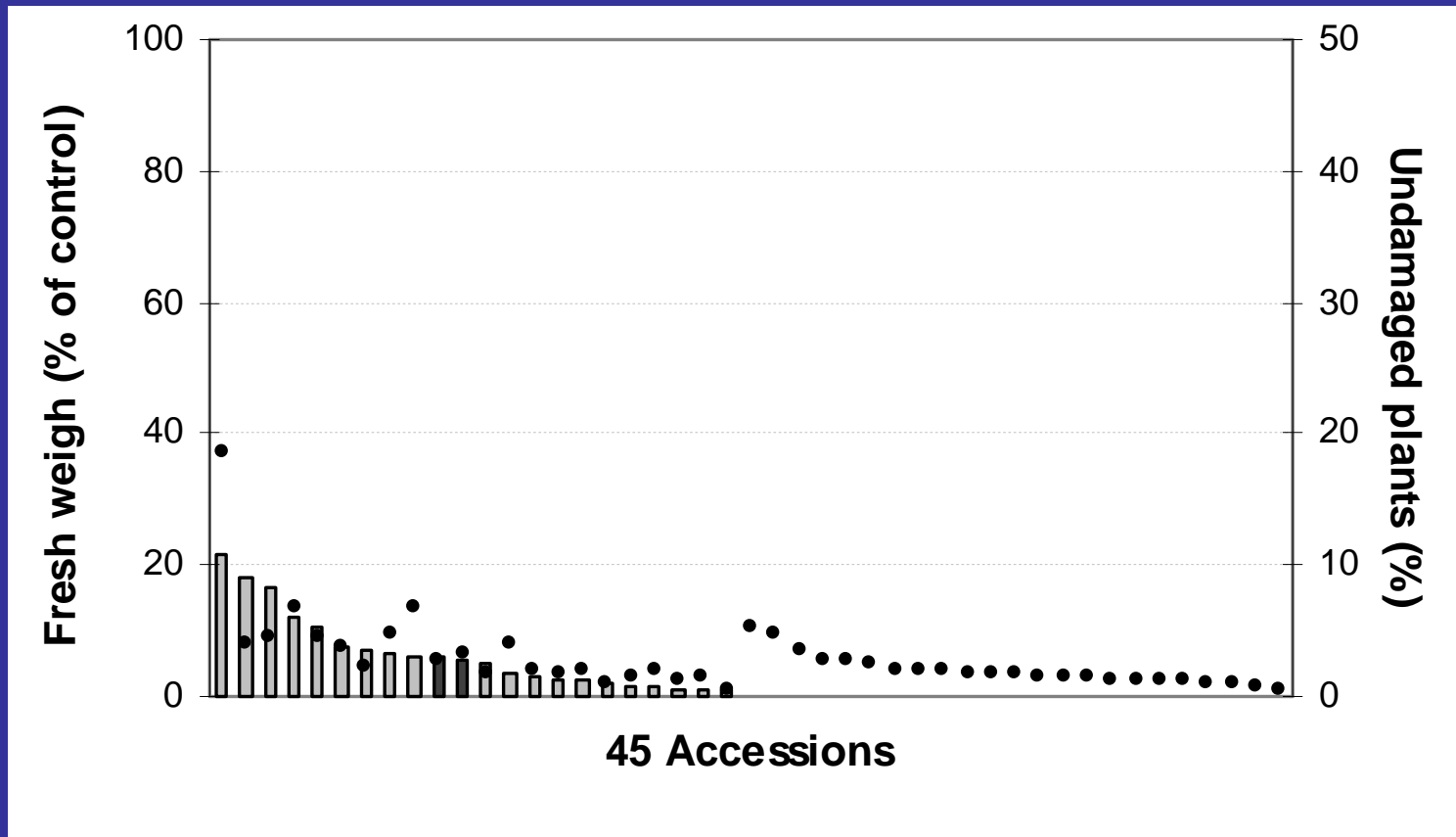
Gestión del cultivo

- Solo un herbicida
- Varios herbicidas
- Utilización de control no químico
- Rotación de cultivos

Asumir la importancia que tiene la variabilidad genética presente en las poblaciones de malas hierbas es una de las claves en que se basa su adecuada gestión

Las poblaciones de malas hierbas muestran variabilidad en la respuesta a los herbicidas

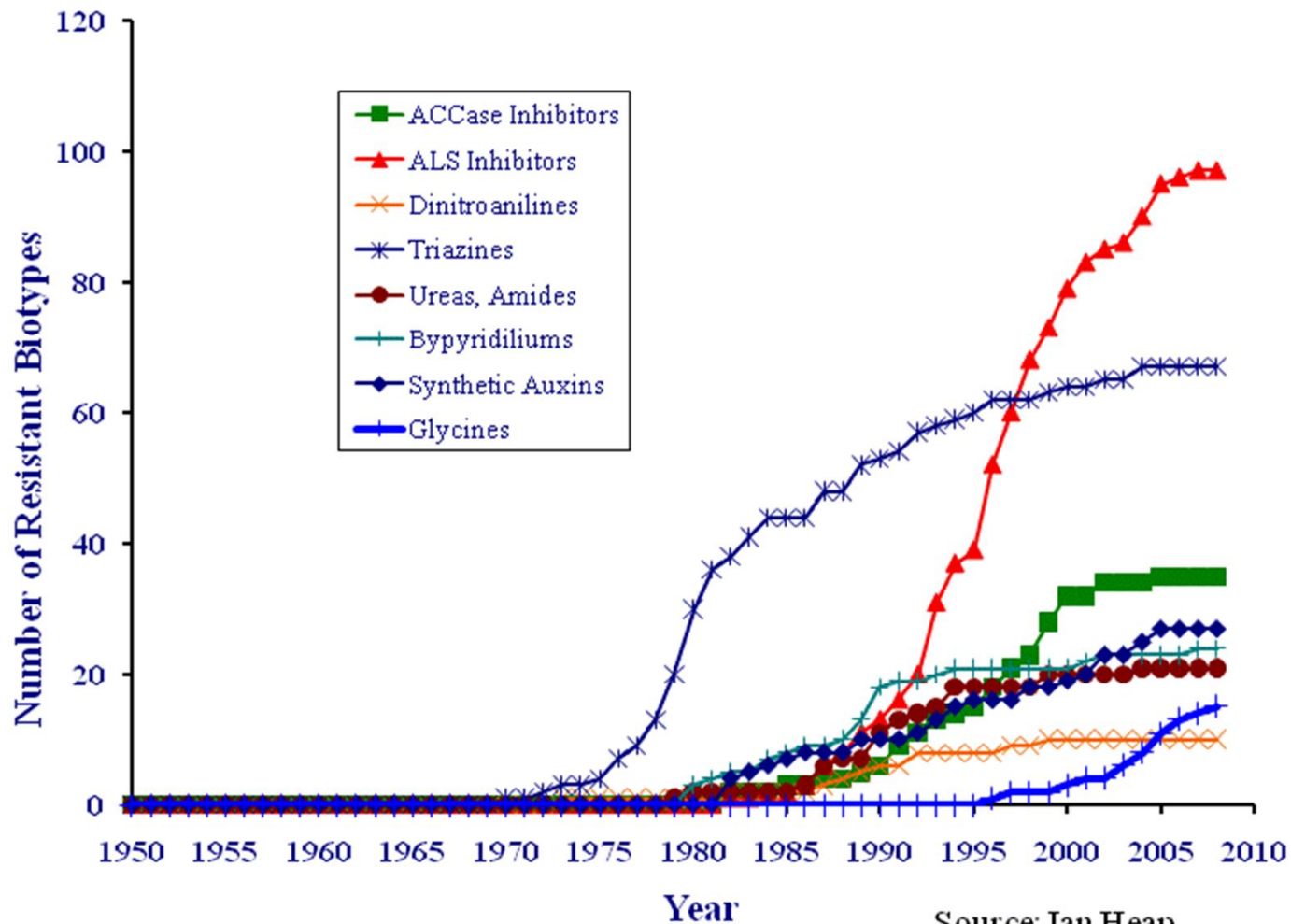
Efecto del glifosato sobre poblaciones de *Lolium rigidum* muestreadas al azar en cereales en Castilla-León



Puntos negros → peso fresco
Barras grises → plantas no dañadas.

Loureiro et al (Crop Protection 2010)

Evolución de la resistencia en el tiempo (modo de acción del herbicida)

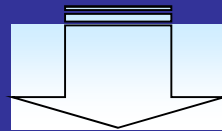


Source: Ian Heap
<http://WeedScience.com>

National Academy of Sciences USA

Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the USA (2010)

El incremento en la utilización de glifosato puede reducir la efectividad de este instrumento



9 especies R desde 1996 en que se sembró en EEUU el primer cultivo GMHT

7 especies R desde 1974 en todo el mundo en no GMHT

Comunidades de malas hierbas con menor sensibilidad a glifosato se están estableciendo en áreas en que se cultivan GMHT

Conyza canadiensis ha infestado 2 millones de ha desde 2001 en que se citó la primera resistencia en cultivos tolerantes a glifosato en EEUU (Main et al 2004; Powles 2008)

Dada la extensión de los cultivos tolerantes a glifosato en algunas áreas del mundo otras especies probablemente desarrollaran resistencia

Estas nuevas resistencias pueden unirse a las ya existentes en las plantas y dar lugar a resistencias múltiples

Hay que diversificar el control de las malas hierbas:

- Rotación de herbicidas
- Mezcla de herbicidas
- Técnicas culturales no químicas
- Rotación Cultivos

La efectividad de estas técnicas dependerá de las circunstancias del cultivo

Control integrado

Aumento de la capacidad de invasión del propio cultivo

- ✓ Características del cultivo
- ✓ Los cultivos tolerantes a herbicidas no presentan ventajas fuera del ámbito agrícola (Warwick et al 2009)
(poblaciones de colza tolerantes a herbicidas pueden mantenerse entre 2 y 10 años (en Graef 2008))
- ✓ Los rebrotes de un cultivo tolerante a un herbicida plantea un problema si se emplea este mismo herbicida en el siguiente cultivo
- ✓ La siembra continuada de cultivo tolerante a herbicida y/o la utilización de nuevos caracteres que se pueden unir en una planta puede incrementar su capacidad de invasión

**Flujo de genes via polen del
cultivo a malas hierbas y
especies silvestres afines**

Hibridación con especies relacionadas

- La hibridación se produce en la naturaleza
- forma parte de la especiación
- La tasa de flujo de genes es variable pero puede ser significativa para la evolución
- De las 25 cultivos mas importantes 22 hibridan con otras especies
- Genes procedentes de cultivos se han integrado en poblaciones silvestres

EL CASO DEL TRIGO

El trigo coexiste en muchas zonas con diferentes especies del género relacionado *Aegilops*

Aegilops geniculata se distribuye por la Europa mediterránea donde forma híbridos con trigo en condiciones naturales

Híbridos *Aegilops* spp x trigo

Aegilops geniculata

Hibridación manual

(no competencia de polen)

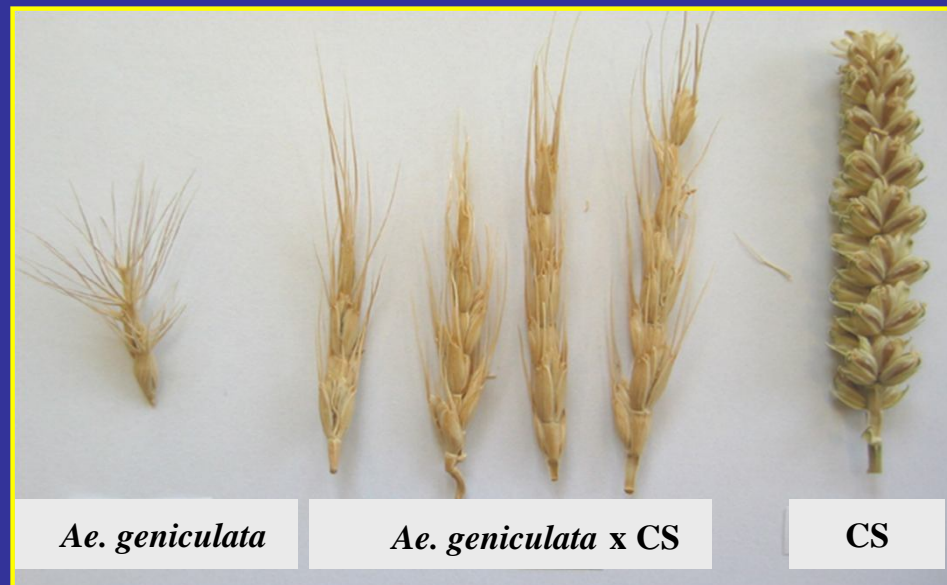
F₁ 34 %

Hibridación parcela

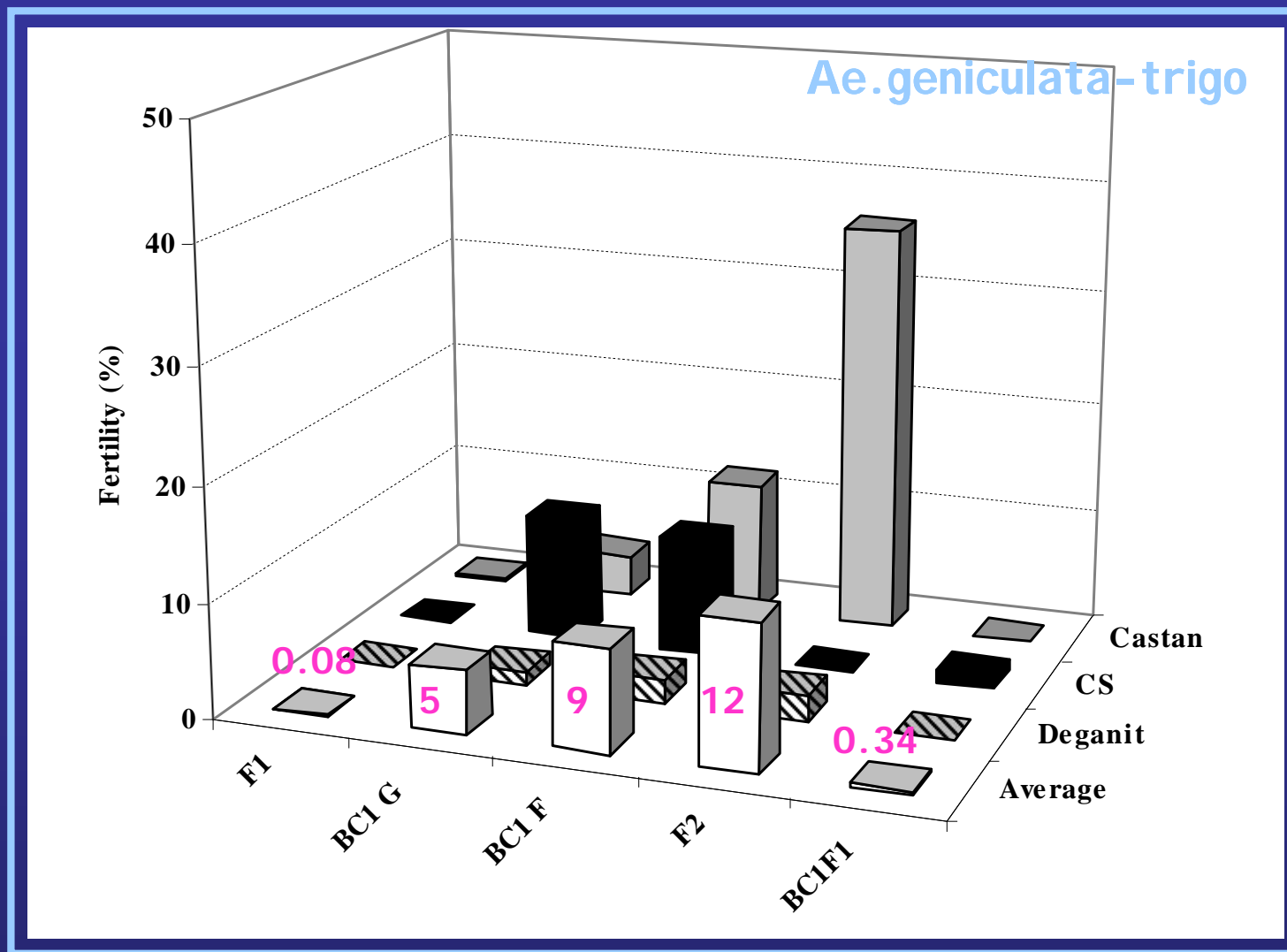
(competencia de polen)

F₁ 0.3 %

BC₁ 3.17 %



Fertilidad de los híbridos y sus descendencias



La fertilidad de la F2 es debida a anfiploidia

El grupo INIA esta estudiando la hibridación en condiciones naturales

- ❖ Detección visual de híbridos en bordes de campos de trigo
- ❖ Detección de híbridos en poblaciones de *Aegilops* recogidas en bordes de campos de trigo

Se ha mostrado para *Ae.geniculata* que como en el caso de *Ae.cylindrica*:

- La transferencia de resistencia a herbicidas de trigo a sus híbridos con *Ae.geniculata* es posible
- la tolerancia al herbicida se mantiene
- Estas especies son prolíficas e invasivas

**RESISTENCIA AL HERBICIDA PUEDE
CONVERTIRSE EN UN PROBLEMA**

Ae.cylindrica (Zemetra *et al.* 1998; SEEFELDT *et al.*, 1998; HANSON *et al.*, 2002)

No todos los cultivos GM pueden transferir genes en cualquier medio receptor

En Europa:

No especies relacionadas

Soja

Algodon

Maiz

Si especies relacionadas

Remolacha

Colza

Trigo

Alfalfa

Los cultivos tolerantes a herbicidas han sido estudiados en numerosos aspectos pero sera necesario profundizar en:

- Factores que afectan a su manejo**
- Efectos del medio receptor**
- Efectos de la utilización a gran escala**
- Efectos de la utilización prolongada en el tiempo**

Para preservar los recursos y mantener la diversidad será necesario evitar una excesiva dependencia en un cultivo o un único herbicida.

**ADECUADA GESTIÓN DE LOS CTHs PARA
BENEFICIO DE LA AGRICULTURA SIN
EFECTOS NEGATIVOS PARA EL MEDIO
AMBIENTE NI LA BIODIVERSIDAD**

Investigadores (INIA)

I. Loureiro

M. C. Escorial

J.M.García Baudín

M. C. Chueca

Investigadores contratados

E. Garcia

J. Sanchez

E. Gutierrez

P. Gomez

E. Rodriguez