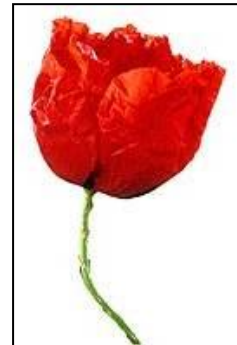
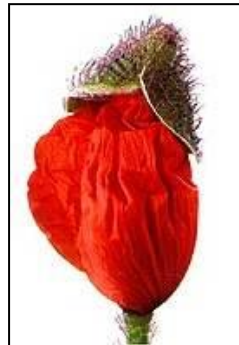
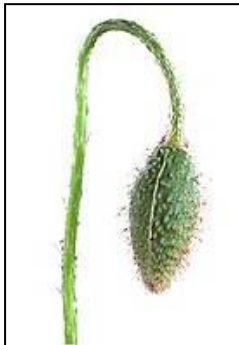


Universitat de Lleida

# Manejo integrado de poblaciones de *Papaver rhoeas* resistentes a herbicidas

Jordi Recasens

Grupo de Malherbología y Ecología Vegetal. Universitat de Lleida





*Papaver rhoeas* es una de las principales malas hierbas dicotiledóneas de los cereales de invierno en el norte de España





## Nuestras especies de amapola



*Papaver argemone*



*Papaver dubium*



*Papaver hybridum*



*Papaver rhoeas*



Una especie con una alta variabilidad genética, fenotípica y adaptativa

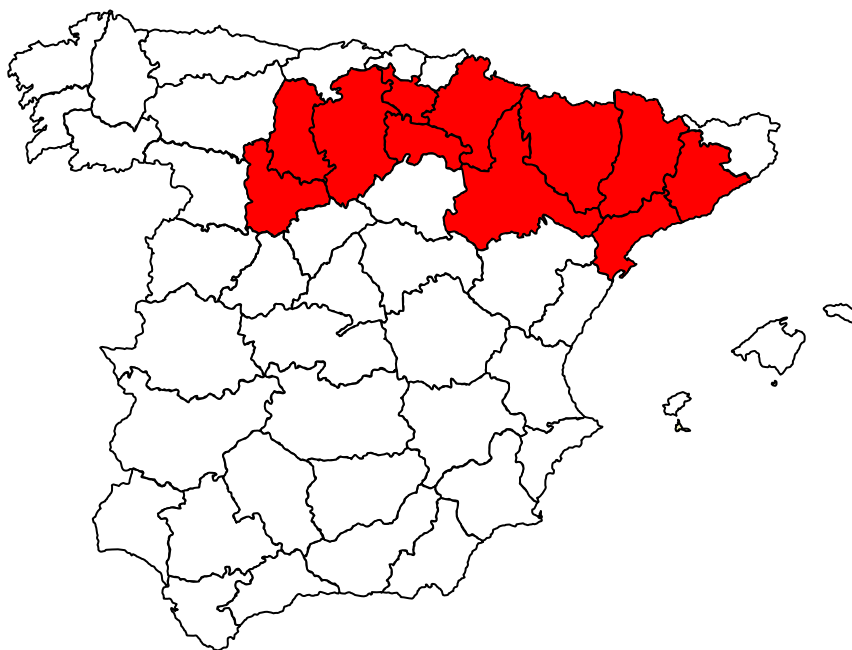




Aparte de ser una de las malas hierbas más importantes en cereales de invierno, el problema ha tomado mayor dimensión ante la presencia de biotipos resistentes a herbicidas:

Navarra (Tiebas et al., 2001)

Barcelona, Lleida, Huesca, Zaragoza, La Rioja, Burgos (Taberner et al., 2001)



Zona con biotipos de  
*P. rhoeas* resistentes



Los primeros casos fueron detectados en España, pero este problema también se da en otros países europeos

La resistencia de *Papaver rhoeas* a herbicidas: (<http://www.weedscience.org>; Nov 2014)

Herbicide Resistant Corn Poppy Globally ( <i>Papaver rhoeas</i> )					
#	Country	FirstYear	Situation	Active Ingredients	Site of Action
1	<a href="#">Denmark</a>	2003	Wheat	iodosulfuron-methyl-sodium, and tribenuron-methyl	ALS inhibitors (B/2)
2	<a href="#">France</a>	2007	Wheat	iodosulfuron-methyl-sodium, mesosulfuron-methyl, and metsulfuron-methyl	ALS inhibitors (B/2)
3	<a href="#">Germany</a>	2012	Cereals, and Rapeseed	florasulam, and imazamox	ALS inhibitors (B/2)
4	<a href="#">Greece</a>	1998	Winter wheat	chlorsulfuron, florasulam, imazamox, pyriithiobac-sodium, thifensulfuron-methyl, triasulfuron, and tribenuron-methyl	ALS inhibitors (B/2)
5	<a href="#">Italy</a>	1998	Durum wheat	florasulam, iodosulfuron-methyl-sodium, and tribenuron-methyl	ALS inhibitors (B/2)
6	<a href="#">Italy</a>	1998	Wheat	2,4-D, iodosulfuron-methyl-sodium, and tribenuron-methyl	<b>Multiple Resistance: 2 Sites of Action</b> ALS inhibitors (B/2) Synthetic Auxins (O/4)
7	<a href="#">Italy</a>	1998	Wheat	2,4-D	Synthetic Auxins (O/4)
8	<a href="#">Spain</a>	1993	Cereals, and Wheat	2,4-D, and tribenuron-methyl	<b>Multiple Resistance: 2 Sites of Action</b> ALS inhibitors (B/2) Synthetic Auxins (O/4)
9	<a href="#">Sweden</a>	2011	Winter wheat	amidosulfuron, iodosulfuron-methyl-sodium, and propoxycarbazone-sodium	ALS inhibitors (B/2)
10	<a href="#">United Kingdom</a>	2001	Cereals	metsulfuron-methyl	ALS inhibitors (B/2)



En 1992 se detectan en Cataluña los primeros casos de dificultad de control de *Papaver rhoeas* a una auxina sintética (Taberner et al., 1992)

En 1998 se da a conocer el primer biotipo en España con resistencia múltiple a 2,4-D y Tribenurón metil localizado en Cataluña (Claude et al., 1998).

Poco después se dan a conocer nuevos casos en Navarra y Castilla-León

Inhibidores de ALS (grupo B/2):

**Tribenurón-metil**

Auxinas sintéticas (grupo O/4)

**2,4-D**

Resistencia múltiple

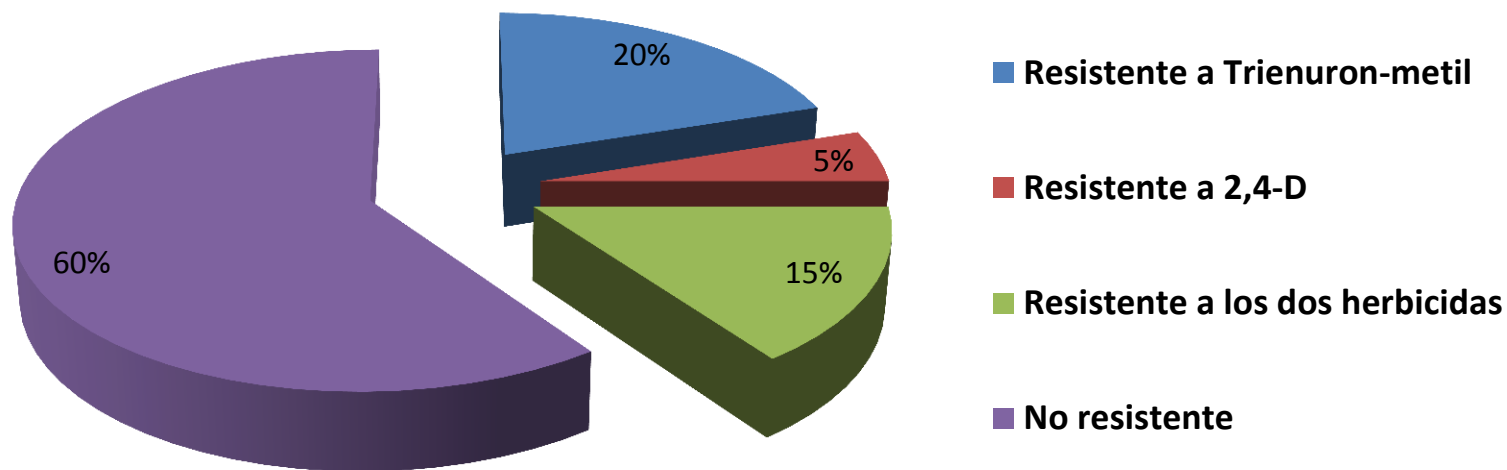
**Tribenurón-metil**

**+**

**2,4-D**



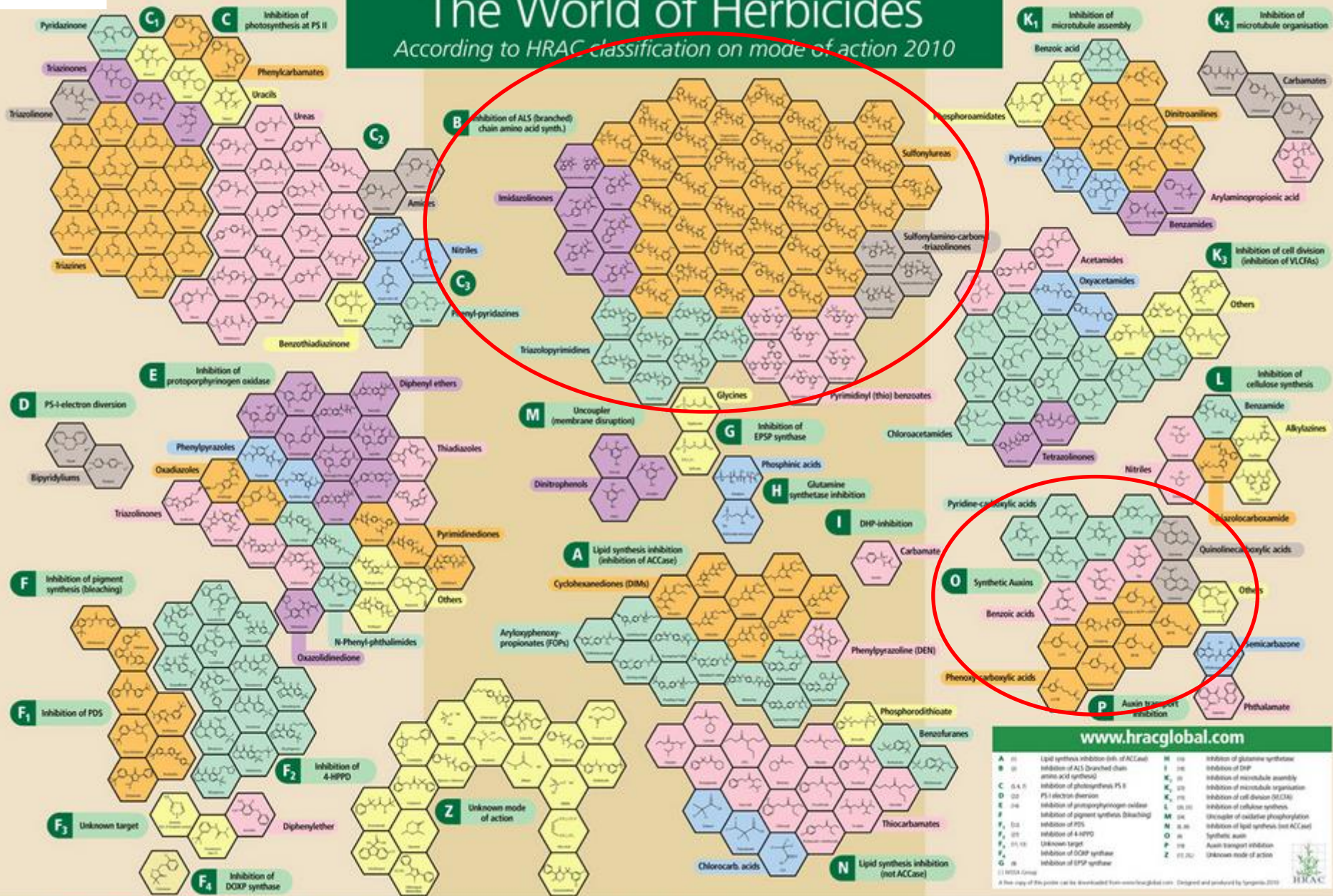
## Distribución de la resistencia de amapola sobre el total de superficie infestada (CPRH, 2012)





# The World of Herbicides

According to HRAC classification on mode of action 2010



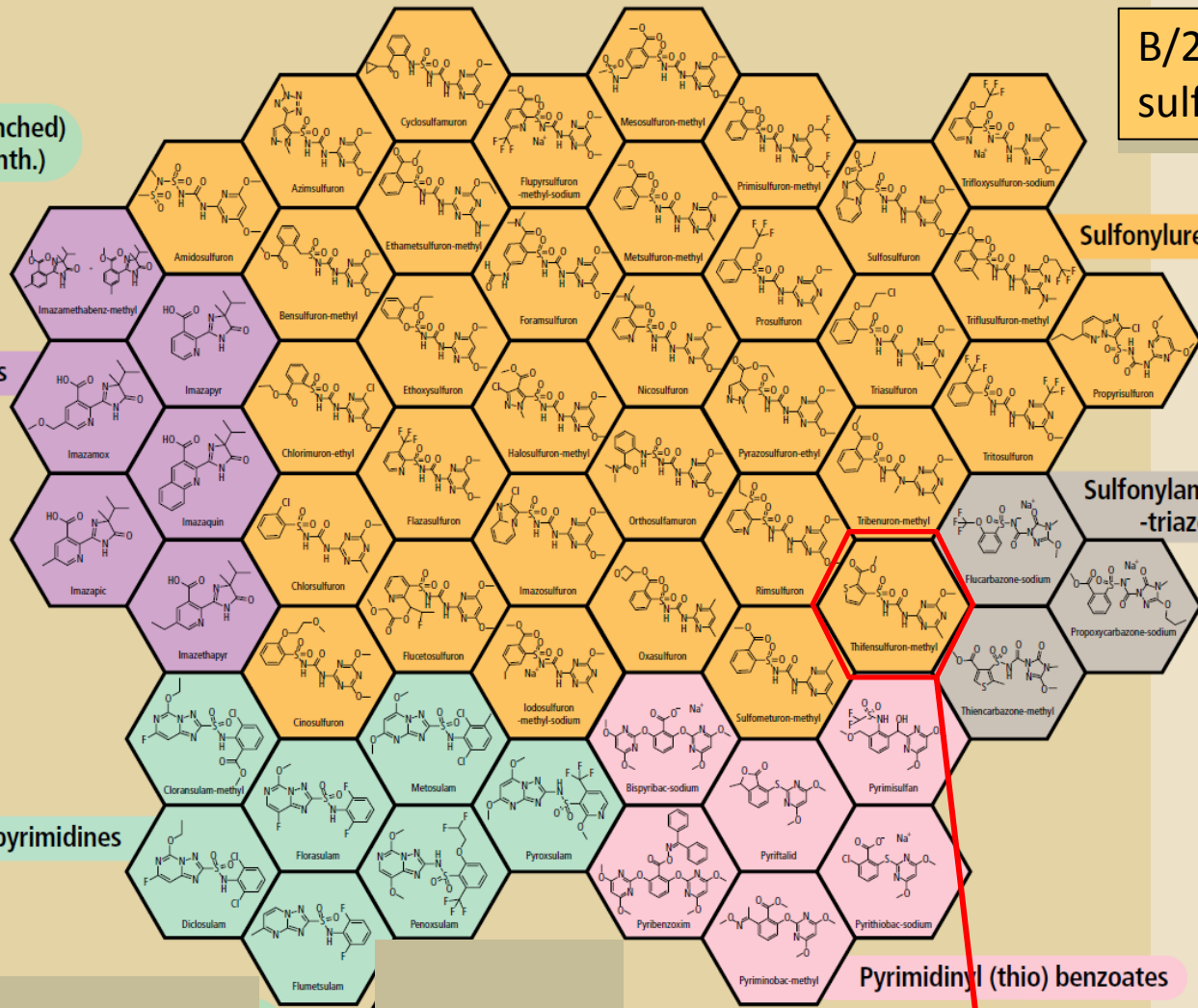
[www.hracglobal.com](http://www.hracglobal.com)

A	Lipid synthesis inhibition (inhibition of ACCase)	M	Uncoupler (membrane disruption)
B	Inhibition of ALS (branched chain amino acid synthase)	N	Lipid synthesis inhibition (not ACCase)
C	Inhibition of photosynthesis PS II	O	Synthetic Auxins
C 0, 4, 7	Inhibition of photosynthesis PS II	P	Auxin transport inhibition
D	PS-I electron diversion	Q	Others
E	Inhibition of protoporphyrin oxidase	R	Inhibition of glutamine synthetase
F	Inhibition of pigment synthesis (bleaching)	S	Inhibition of DHP
F 01	Inhibition of PDS	T	Inhibition of microtubule assembly
F 02	Inhibition of 4-HPPD	U	Inhibition of microtubule organisation
F 03	Unknown target	V	Inhibition of cell division (inhibition of VILCFs)
F 04	Inhibition of DOXP synthase	W	Inhibition of cell division (inhibition of VILCFs)
F 05	Unknown target	X	Inhibition of cellulose synthesis
F 06	Unknown target	Y	Uncoupler of oxidative phosphorylation
F 07	Unknown target	Z	Inhibition of lipid synthesis (not ACCase)
F 08	Unknown target		
F 09	Unknown target		
F 10	Unknown target		
F 11	Unknown target		
F 12	Unknown target		
F 13	Unknown target		
F 14	Unknown target		
F 15	Unknown target		
F 16	Unknown target		
F 17	Unknown target		
F 18	Unknown target		
F 19	Unknown target		
F 20	Unknown target		
F 21	Unknown target		
F 22	Unknown target		
F 23	Unknown target		
F 24	Unknown target		
F 25	Unknown target		
F 26	Unknown target		
F 27	Unknown target		
F 28	Unknown target		
F 29	Unknown target		
F 30	Unknown target		
F 31	Unknown target		
F 32	Unknown target		
F 33	Unknown target		
F 34	Unknown target		
F 35	Unknown target		
F 36	Unknown target		
F 37	Unknown target		
F 38	Unknown target		
F 39	Unknown target		
F 40	Unknown target		
F 41	Unknown target		
F 42	Unknown target		
F 43	Unknown target		
F 44	Unknown target		
F 45	Unknown target		
F 46	Unknown target		
F 47	Unknown target		
F 48	Unknown target		
F 49	Unknown target		
F 50	Unknown target		
F 51	Unknown target		
F 52	Unknown target		
F 53	Unknown target		
F 54	Unknown target		
F 55	Unknown target		
F 56	Unknown target		
F 57	Unknown target		
F 58	Unknown target		
F 59	Unknown target		
F 60	Unknown target		
F 61	Unknown target		
F 62	Unknown target		
F 63	Unknown target		
F 64	Unknown target		
F 65	Unknown target		
F 66	Unknown target		
F 67	Unknown target		
F 68	Unknown target		
F 69	Unknown target		
F 70	Unknown target		
F 71	Unknown target		
F 72	Unknown target		
F 73	Unknown target		
F 74	Unknown target		
F 75	Unknown target		
F 76	Unknown target		
F 77	Unknown target		
F 78	Unknown target		
F 79	Unknown target		
F 80	Unknown target		
F 81	Unknown target		
F 82	Unknown target		
F 83	Unknown target		
F 84	Unknown target		
F 85	Unknown target		
F 86	Unknown target		
F 87	Unknown target		
F 88	Unknown target		
F 89	Unknown target		
F 90	Unknown target		
F 91	Unknown target		
F 92	Unknown target		
F 93	Unknown target		
F 94	Unknown target		
F 95	Unknown target		
F 96	Unknown target		
F 97	Unknown target		
F 98	Unknown target		
F 99	Unknown target		
F 100	Unknown target		



# Grupo B: inhibidores de la ALS (Síntesis de aminoácidos ramificados)

**B** Inhibition of ALS (branched chain amino acid synth.)

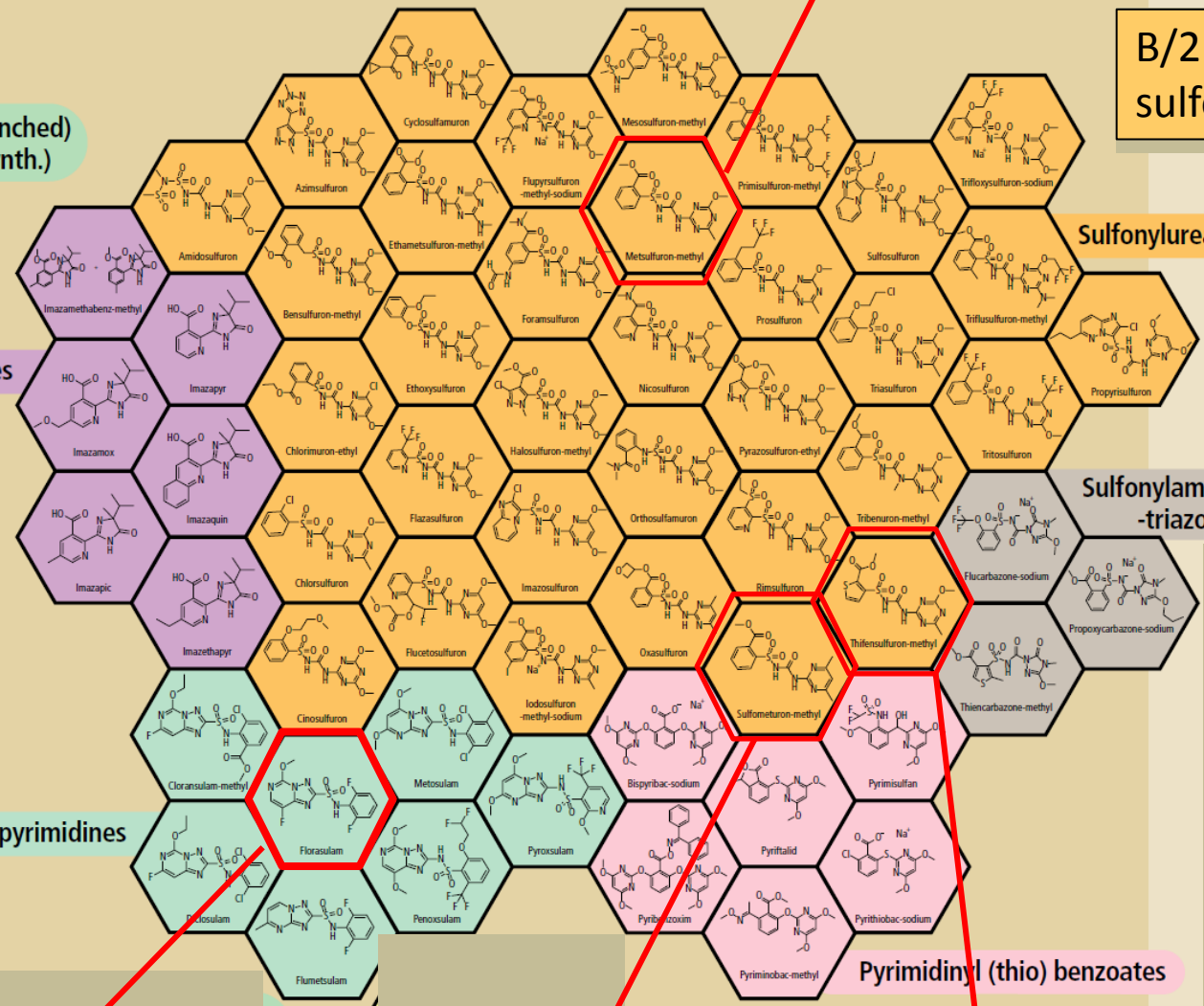


B/2:  
sulfonilureas

**Tribenuron Methyl**



**B** Inhibition of ALS (branched chain amino acid synth.)



B/2:  
sulfonilureas

Imidazolinones

Sulfonylureas

Sulfonylamino-carbonyl-triazolinones

Triazolopyrimidines

Pyrimidinyl (thio) benzoates

**Florasulam**

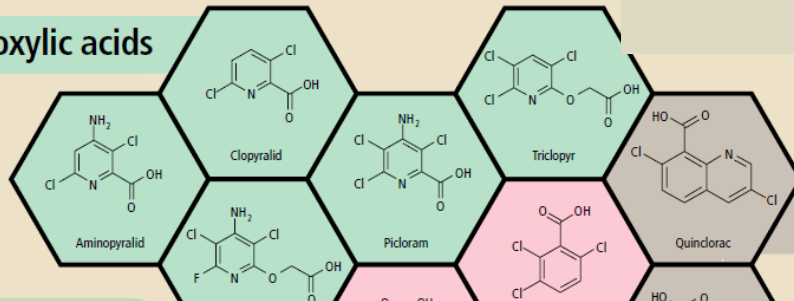
**Tifensulfuron-metil**

**Tribenuron-metil**

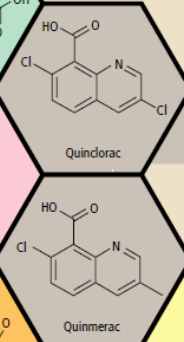
**Metsulfuron-metil**

# Grupo 0: Auxinas sintéticas

## Pyridine-carboxylic acids

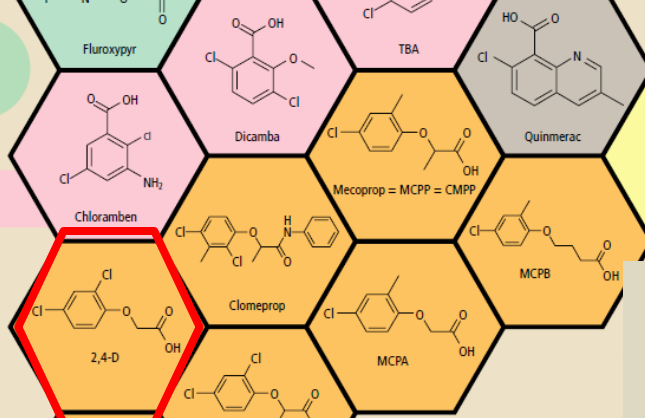


## Quinolinecarboxylic acids

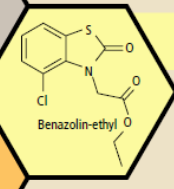


## 0 Synthetic Auxins

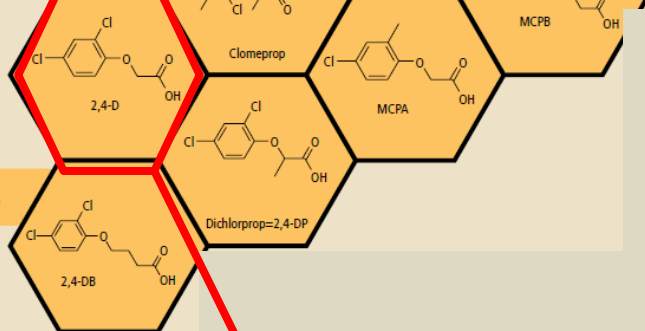
## Benzoic acids



## Others



## Phenoxy-carboxylic acids

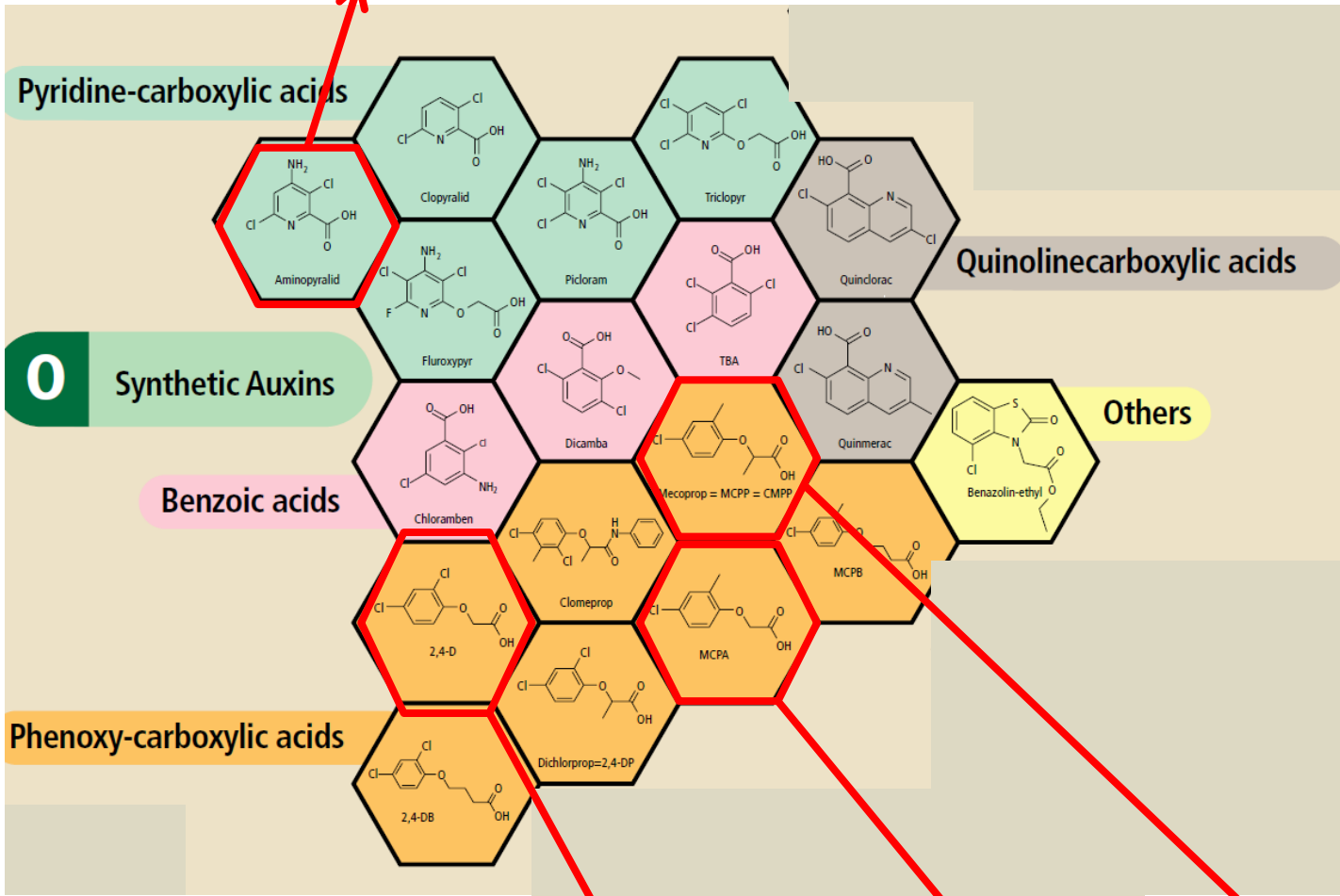


**2,4-D (ácido 2,4-Dichlorofenoxietanoico)**



# Aminopirralida

# Grupo 0: Auxinas sintéticas



**0** Synthetic Auxins

Pyridine-carboxylic acids

Benzoic acids

Phenoxy-carboxylic acids

Quinolinecarboxylic acids

Others

2,4-D

MCPA

MCPP



No sólo nos enfrentamos a una mala hierba importante sino también a la posibilidad de que se generen biotipos resistentes a herbicidas



Metribuzina

Clortoluron

Isoproturón

¿Hay solución a este problema?

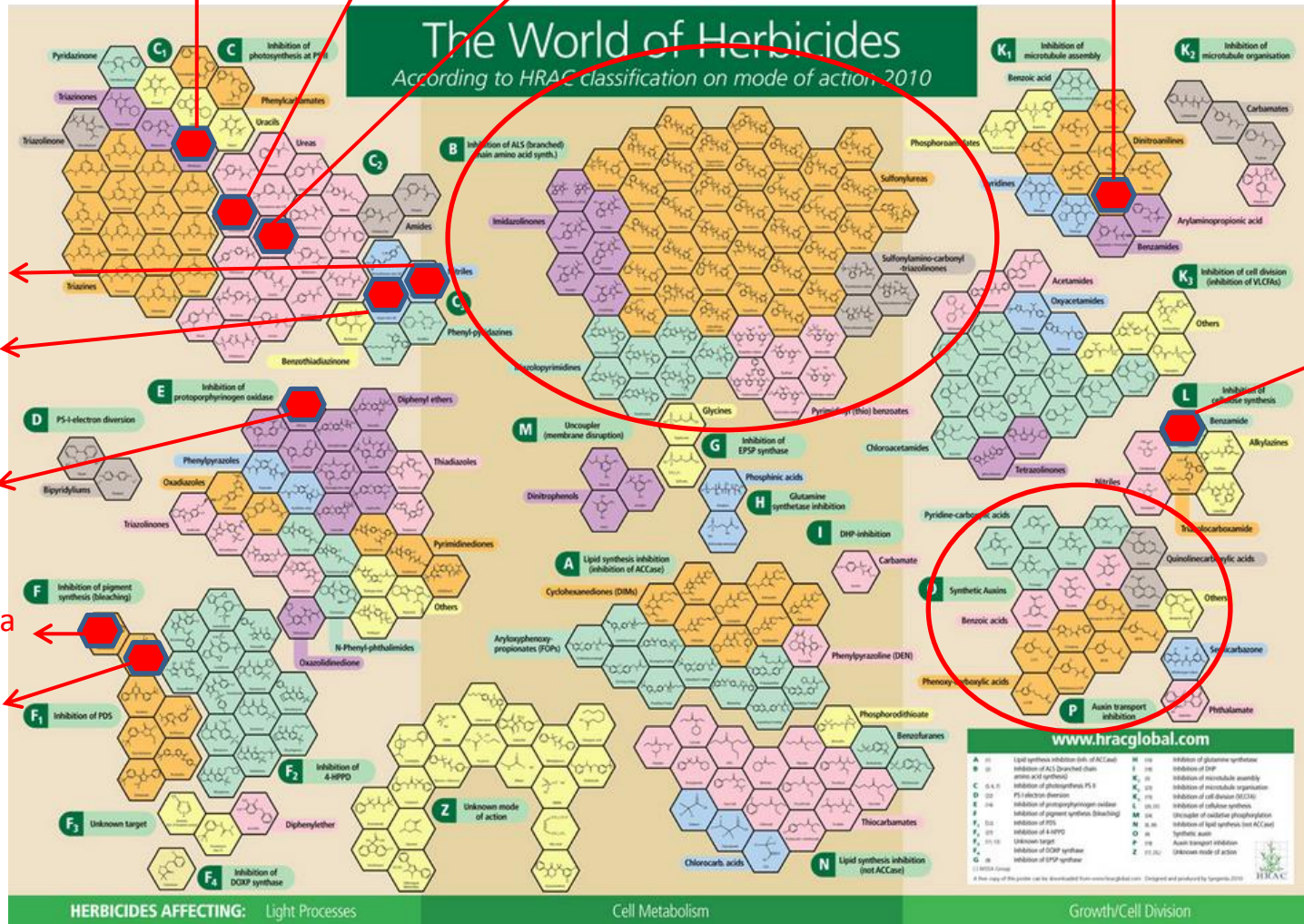
Pendimetalina

Bromoxinil

Ioxinil

Bifenox

Isoxaben



FIN

¿Alguien ha quedado plenamente convencido?

Pues volvemos a empezar



## Premisa 1: Tener un buen conocimiento de la biología de la especie

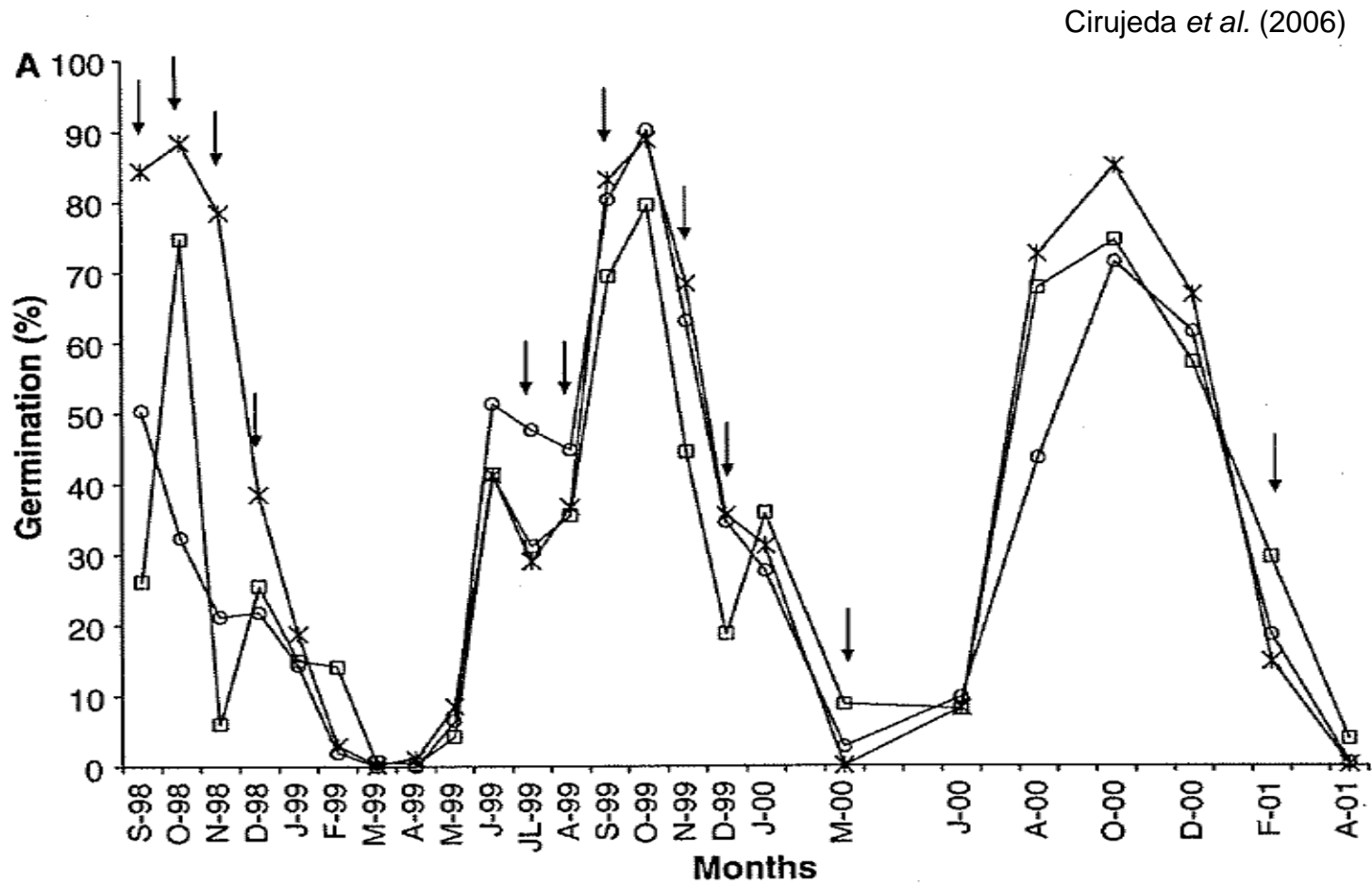
Identifiquemos a nuestro enemigo: Características biológicas de *Papaver rhoeas*

- 1.- Planta anual con una alta fecundidad. Hasta 40.000 semillas por planta (Torra & Recasens, 2008)
- 2.- Elevada persistencia del banco de semillas (hasta 8 años tras ser producidas) y alta viabilidad de las semillas en los dos primeros años según su profundidad en el suelo (Cirujeda, 2008)





### 3.- Plasticidad germinativa. Cambios cíclicos en la pérdida y adquisición de dormición de sus semillas (Cirujeda et al., 2006)



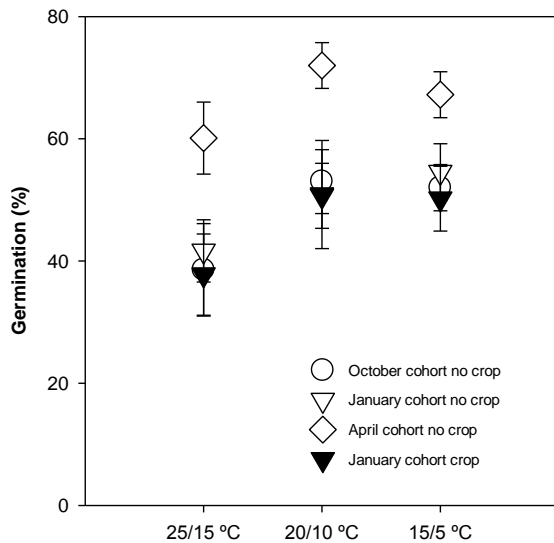
Patterns of cyclic dormancy in *Papaver rhoeas*. Seeds buried in July 1998 at 2 cm (x), 8 cm (o) and 20 cm (□) depth



4.- Especie alógama (polinización cruzada)

5.- Germinación óptima en otoño pero posible también en invierno y hasta entrada la primavera

6.- Adquisición de mayor nivel de dormición en sus semillas cuanto más precoz sea la germinación y desarrollo de la planta madre. Plantas tardías producen semillas con apenas dormición (Torra et Recasens, 2008)



Percentage germination of *P. rhoeas* seeds ( $\pm$  SE) collected from different cohorts in 2004, after 20 days of incubation at different temperature regimes and a day/night rhythm of 12h.



6.- Alta capacidad competitiva. Puede causar pérdidas de rendimiento de hasta un 36% (Torra et al., 2008)



7.- La presión ejercida por un mismo tipo de herbicida (2,4-D, inhibidores ALS) permite la selección de biotipos resistentes (CPRH, 2012)

8.- La resistencia a tribenurón-metil confiere también un alto grado de resistencia a otras sulfonilureas y moderada resistencia a otras familias inhibidoras de la ALS (Duran-Prado et al., 2004)



## Premisa 2: Actuar acorde a las exigencias administrativas

Con clara exigencia administrativa

*Directiva Europea 2009/128/CE de 21 octubre 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas*

*Real Decreto 1311/2012 de 14 septiembre por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.*

### **Plan de Acción Nacional en vigor desde enero 2014**

El objetivo general del Plan de Acción Nacional para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios (en adelante PAN), es reducir los riesgos y los efectos de la utilización de productos fitosanitarios en la salud humana y el medio ambiente, y fomentar el desarrollo y la introducción de la **gestión integrada** de plagas y de planteamientos o técnicas alternativos con objeto de reducir la dependencia del uso de productos fitosanitarios.



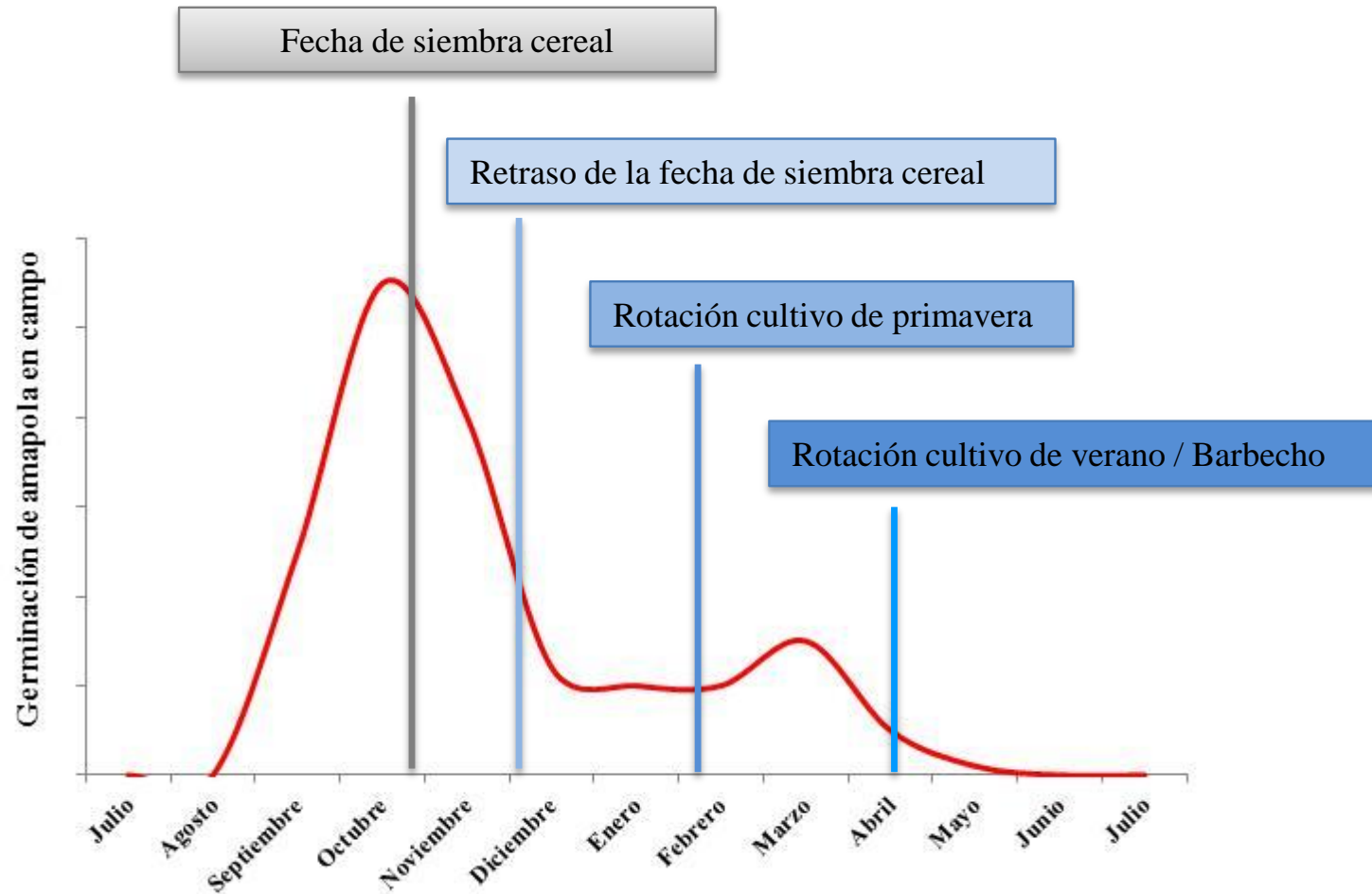
Premisa 3: Desarrollar un programa de Gestión Integrada de Malas hierbas (GIM)

## El caso de biotipos de *Papaver rhoeas* resistentes a herbicidas





## Eficacia de diferentes técnicas culturales de acuerdo al ciclo de nascencia de *P. rhoeas* (Rey et al., 2014)

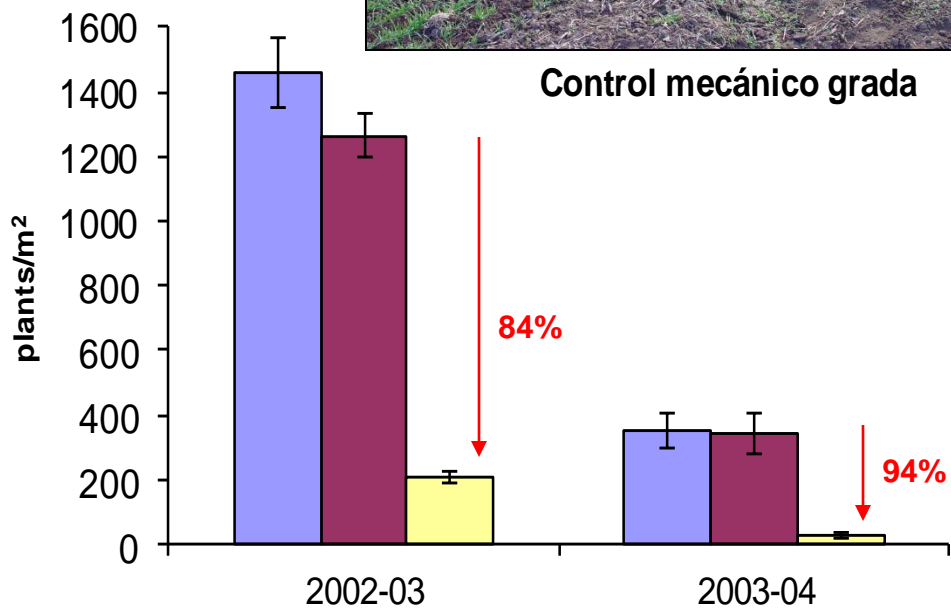




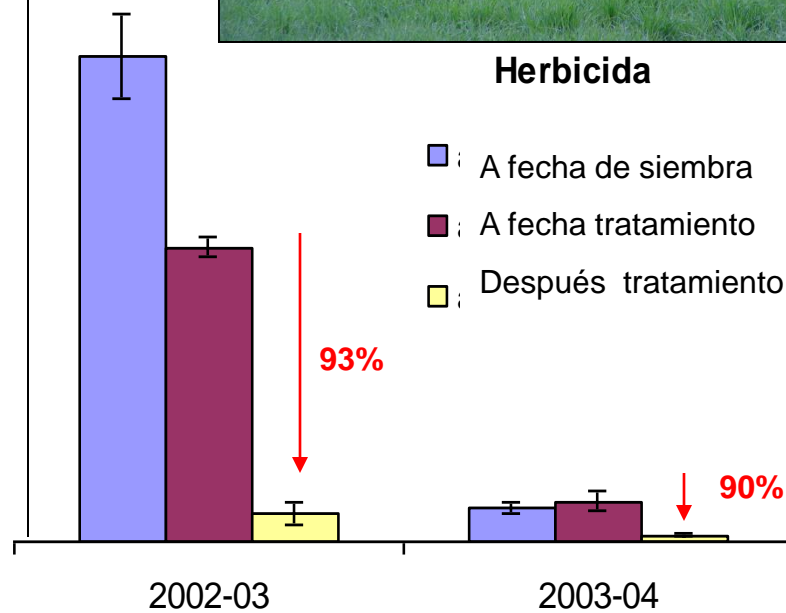
# Eficacia de técnicas de control mecánico sobre *Papaver rhoeas* (Torra, 2007)



**Control mecánico grada**



**Herbicida**



- : A fecha de siembra
- : A fecha tratamiento
- : Después tratamiento



Estudios experimentales:

Integración de diferentes estrategias en un programa de manejo de biotipos de *Papaver rhoeas* resistentes a herbicidas





## Manejo integrado de biotipos resistentes a 2,4-D (Tesis doctoral J. Torra, 2007)

Campañas 2002/03 a 2005/06

Cubells (Lleida)



**2002/03**

**2003-04**

**2004-05**

**2005/06**

**1-**

**Trigo**

**Trigo**

**Trigo**

**Trigo**

**2-**

**Trigo**

**Cebada (retraso)**

**Trigo**

**Cebada (retraso)**

Herbicida en  
POST

Herbicida en  
POST

Herbicida en  
POST

Herbicida en  
POST

**3-**

**Barbecho  
(herb pers.)**

**Trigo**

**Trigo**

**Cebada**

Herbicida  
persistente

**4-**

**Barbecho  
(herb no pers.)**

**Trigo**

**Trigo**

**Cebada**

Herbicida no  
persistente

**5-**

**Barbecho (con grada)**

**Trigo**

**Trigo**

**Cebada**

**6-**

**Barbecho (laboreo)**

**Trigo**

**Trigo**

**Cebada**

Grada púas



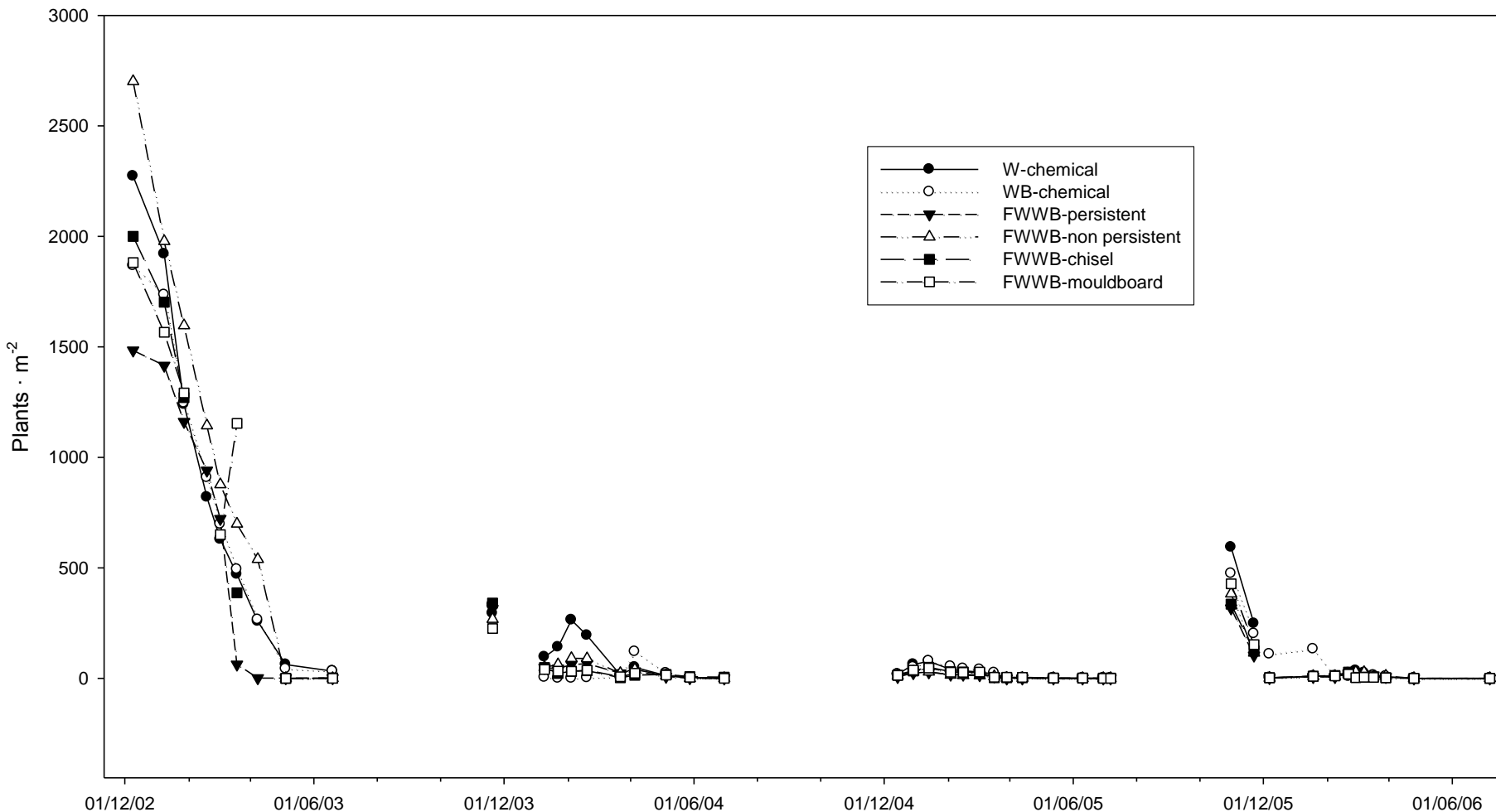
## Densidades iniciales al inicio de cada campaña

Tipo	GIMh Prog.	Rotaciones	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
		(T: trigo; C: cebada )				
				Densidad inicial (pl/m <sup>2</sup> )		
Químico	1	T – T	2307	268	77	36
	2	T – C con retraso fecha de siembra	1867	121	78	16
	3	Barbecho con herbicida persistente – T – T – C	1518	66	29	25
	4	Barbecho con herb non persistente – T – T – C	2701	91	34	30
No-químico	5	Barbecho con grada púas – T – T – C	2011	49	50	28
	6	Barbecho con laboreo – T – T – C	1881	42	49	19

Torra et al., (2011)



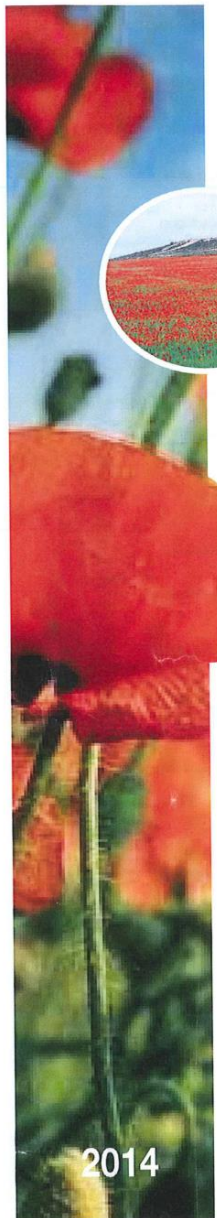
## Evolución de la densidad a lo largo de las cuatro campañas





El problema de la presencia de biotipos de malas hierbas resistentes a herbicidas debe tratarse desde una perspectiva integrada y evitar ejercer una continua presión de selección con un mismo grupo de materias activas





## RESISTENCIA A LOS HERBICIDAS

### *Papaver rhoeas*

¿Cómo manejar una población de amapola (*Papaver rhoeas*) resistente en cereal de invierno?

¿Existen poblaciones de amapola resistentes a los herbicidas en España?

Actualmente encontramos en España campos en los que esta especie es resistente a los herbicidas que contienen: **2,4-D y/o tribenurón-metil**. En algunos casos se han detectado resistencias a uno de estos herbicidas aunque una gran parte de las poblaciones afectadas son resistentes a ambos.

¿Qué causas favorecen su aparición?

¿Cuándo?

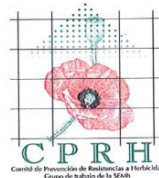
- ✓ No hay rotación de cultivos.
- ✓ El tipo de escarda es únicamente químico.
- ✓ Se emplean herbicidas del mismo modo de acción repetidamente.

Aspectos de la biología de *Papaver rhoeas* a tener en cuenta para su control

- ✓ Se trata de una hierba **anual**. Su reproducción está por ello basada únicamente en semillas.
- ✓ Una vez enterradas en el suelo, las **semillas** de *Papaver rhoeas* tienen una **vida larga** (85% de supervivencia después de 30 meses).
- ✓ Su **germinación es escalonada** durante los meses de otoño e invierno, según las condiciones meteorológicas del año y dependiendo de las labores realizadas para el cultivo.
- ✓ Soporta muy mal el **control mecánico**; las plantas tienen mucha dificultad en volver a enraizar después de ser removidas por lo que el control mecánico es muy eficaz.

2014

CPRH  
(Comité para la Prevención de Resistencias a Herbicidas)  
Unidad de Malherbología Servicio de Sanidad Vegetal DAAM  
Alcalde Rovira Roure, 191 - 25198 Lleida  
Tel.: 973 24 06 92 - Fax: 973 22 22 19



Comité para la prevención de la resistencia a herbicidas (CPRH, 2014)

Grupo de trabajo de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh)

## Recuerde

La mejor estrategia para evitar la aparición de resistencias es la prevención.

Combine tantos métodos de control como le sea posible.



# La información aquí presentada procede de diferentes proyectos de investigación y ayudas financiados por:



**Universitat de Lleida**

**Programa UdL – Impuls**



**Agència  
de Gestió  
d'Ajuts  
Universitaris  
i de Recerca**



**Generalitat  
de Catalunya**



**Dow AgroSciences**



# Grupo de investigación de Malherbología y Ecología Vegetal. Universitat de Lleida



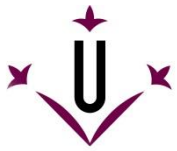


En homenaje a fallecidos con motivo del centenario del fin de la Primera Guerra Mundial



Las amapolas son el símbolo de esa guerra al aparecer en gran cantidad en un campo de Flandes pocos meses después de la batalla allí acontecida

**GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN**



Universitat de Lleida

# Manejo integrado de poblaciones de *Papaver rhoeas* resistentes a herbicidas

Jordi Recasens

Grupo de Malherbología y Ecología Vegetal. Universitat de Lleida

