

RESISTENCIA A HERBICIDAS EN MALAS HIERBAS DE ARROZ EN EXTREMADURA.

Maria Dolores Osuna Ruiz

*Centro Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura
(CICYTEX)*

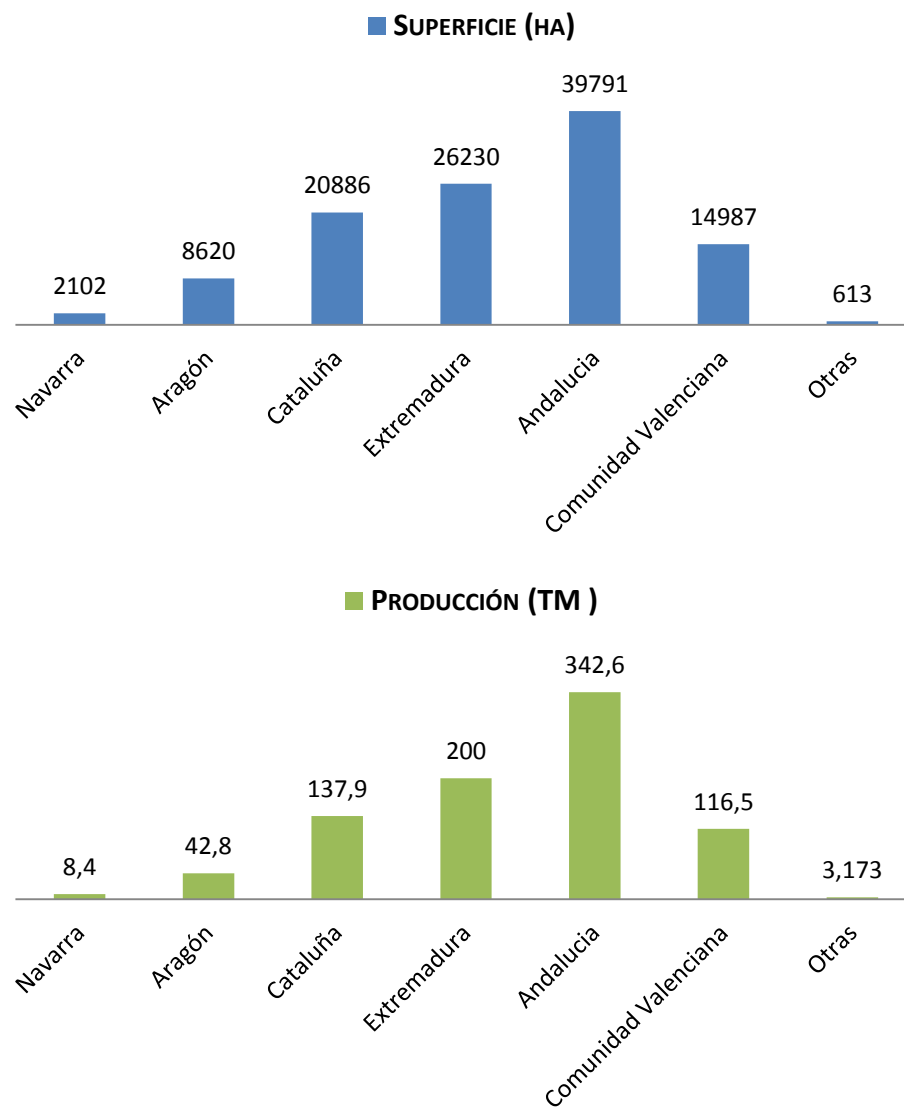


***Jornada CICYTEX "I + D para el campo extremeño"
AGROEXPO, Don Benito 30 de Enero de 2015***



EL CULTIVO DEL ARROZ

La superficie mundial de arroz alcanza unos 180 millones de ha, de las que el 90% se sitúa en Asia; en Europa se cultivan unas 660.000 has.



MALAS HIERBAS DEL ARROZ



Familia	Especie
Gramíneas	<i>Echinochloa crus-galli</i>
	<i>Echinochloa hispidula</i>
	<i>Echinochloa oryzicola</i>
	<i>Echinochloa oryzoides</i>
	<i>Leptochloa fascicularis</i>
	<i>Leptochloa uninervia</i>
	<i>Oryza sativa</i> var.
	<i>Leersia oryzoides</i>
Ciperáceas	<i>Cyperus difformis</i>
	<i>Scirpus maritimus</i>
Alismatáceas	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
Tifáceas	<i>Tifa angustifolia</i>
Escrofulariáceas	<i>Bacopa rotundifolia</i>
	<i>Lindernia dubia</i>
Ponteridáceas	<i>Heteranthera limosa</i>
	<i>Heteranthera reniformis</i>
	<i>Heteranthera rotundifolia</i>
Elatináceas	<i>Bergia capensis</i>
Litráceas	<i>Ammania spp.</i>

MALAS HIERBAS DEL ARROZ



HERBICIDAS AUTORIZADOS ARROZ

Materia activa (Modo acción)	Nombre/Casa comercial	Dosis	Especies (*)
HERBICIDAS DE PRESIEMBRA			
Cicloxiidim 10% (A)	Focus Ultra/BASF Española	2-3 l/ha	AS, ECH
Cletodim 12% (A)	Centurion Plus/ARYSTA	1,5 l/ha	AS
Cletodim 24 % (A)	Select, Klaxon/ARYSTA	0,75 l/ha	AS
Oxadiazon 25% (E)	Ronstar-Bitram/Bayer	1-2 l/ha	HET
Propaquizafop 10% (A)	Agil/AragonesasAgro	1,25-1,5 l/ha	AS, ECH
HERBICIDAS DE POSTEMERGENCIA			
Azimsulfuron 50% (B)	Gulliver/Dupont Iberica	40-50 g/ha	AL, AM, BER, CIP, ECH, HET, LIN, SCI,TIF
Bensulfuron-metil 60% (B)	Varios/Varias	80-100 g/ha	AL, CIP, DIC
Bentazona 48% (C3)	Varios/Varias	2 l/ha	CIP/DIC
Bentazona 87% (C3)	Basagran SG/BASF Española	1-1,15 kg/ha	CIP/DIC
Bispiribac-sodio 40,8% (B)	Nominee/Bayer CropScience	50-75 cc/ha	CIP/ECH
Cihalofop-butil 20% (A)	Clincher/Dow Agrosciences	1,5 l/ha	ECH
Clomazona 36% (F3)	Command/FMC Chemical	1 l/ha	ECH
Halosulfuron-metil 75% (B)	Permit/Kenogard	30-50 g/ha	CIP/DIC
Imazamox 4% (B) (**)	Pulsar40/BASF España	0,875 l/ha	AS, HET, LEP,ECH
Imazosulfuron 10,7% (B)	Kocis/Sipcam Inagra	0,7-0,8 l/ha	AL, CIP, EL, LIT, PON, TIF
MCPA 40% (O)	Varios/Varias	1,25 l/ha	DIC
MCPA 60% (O)	Varios/Varias	0,75-1 l/ha	DIC
Molinato 7,5% (N)	Varios/Varias	12,5 kg/ha	ECH/TIF
Molinato 72% (N)	Varios/Varias	5-6 l/ha	ECH/TIF
Ortosulfamuron 50% (B)	Varios/Varias	120-150 g/ha	CIP/DIC
Penoxsulam 2,04% (B)	Viper/Dow Agrosciences	2 l/ha	AL, AM, CIP, ECH
Profoxiidim 20% (A)	Aura	0,5-1 l/ha	ECH

(*) AS: arroz salvaje; ECH: Echinochloa; HET: Heteranthera; AL: Alismatáceas; AM: Ammania; BER: Bergia; CIP: Ciperáceas; DIC: Dicotiledóneas; EL: Elatináceas; LIN: Lindernia; LIT: Litráceas; PON: Pontederáceas; SCI: Scirpus; TIF: Tifa

(**) Uso sistema Clearfield, 2 aplicaciones

HERBICIDAS AUTORIZADOS ARROZ

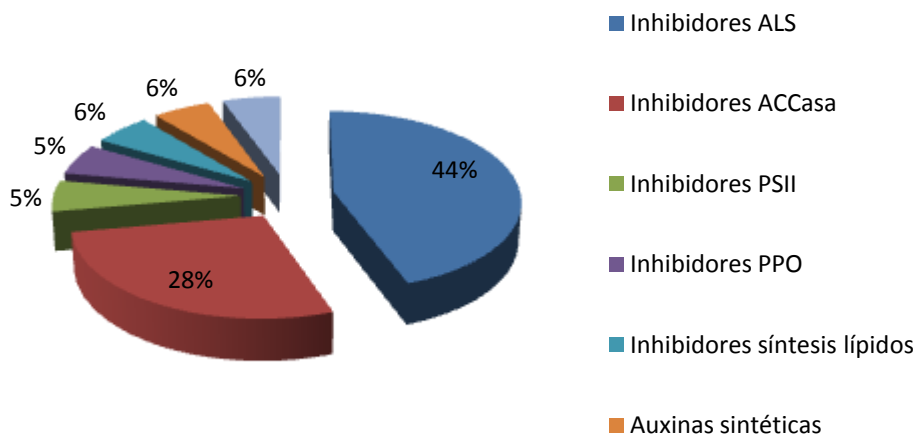
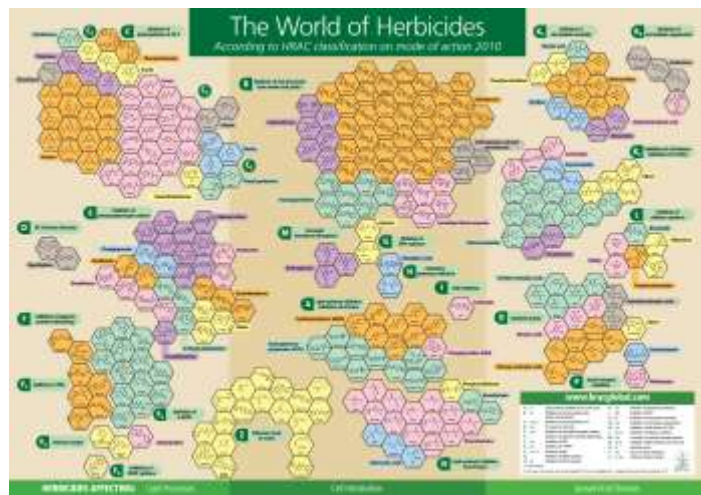
Materia activa (Modo acción)	Nombre/Casa comercial	Dosis	Especies (*)
HERBICIDAS DE PRESIEMBRA			
Cicloxiidim 10% (A)	Focus Ultra/BASF Española	2-3 l/ha	AS, ECH
Cletodim 12% (A)	Centurion Plus/ARYSTA	1,5 l/ha	AS
Cletodim 24 % (A)	Select, Klaxon/ARYSTA	0,75 l/ha	AS
Oxadiazon 25% (E)	Ronstar-Bitram/Bayer	1-2 l/ha	HET
Propaquizafop 10% (A)	Agil/AragonesasAgro	1,25-1,5 l/ha	AS, ECH
HERBICIDAS DE POSTEMERGENCIA			
Azimsulfuron 50% (B)	Gulliver/Dupont Iberica	40-50 g/ha	AL, AM, BER, CIP, ECH, HET, LIN, SCI, TIF
Bensulfuron-metil 60% (B)	Varios/Varias	80-100 g/ha	AL, CIP, DIC
Bentazona 48% (C3)	Varios/Varias	2 l/ha	CIP/DIC
Bentazona 87% (C3)	Basagran SG/BASF Española	1-1,15 kg/ha	CIP/DIC
Bispiribac-sodio 40,8% (B)	Nominee/Bayer CropScience	50-75 cc/ha	CIP/ECH
Cihalofop-butil 20% (A)	Clincher/Dow Agrosciences	1,5 l/ha	ECH
Clomazona 36% (F3)	Command/FMC Chemical	1 l/ha	ECH
Halosulfuron-metil 75% (B)	Permit/Kenogard	30-50 g/ha	CIP/DIC
Imazamox 4% (B) (**)	Pulsar40/BASF España	0,875 l/ha	AS, HET, LE, ECH
Imazosulfuron 10,7% (B)	Kocis/Sipcam Inagra	0,7-0,8 l/ha	AL, CIP, EL, LIT, PON, TIF
MCPA 40% (O)	Varios/Varias	1,25 l/ha	DIC
MCPA 60% (O)	Varios/Varias	0,75-1 l/ha	DIC
Molinato 7,5% (N)	Varios/Varias	12,5 kg/ha	ECH/TIF
Molinato 72% (N)	Varios/Varias	5-6 l/ha	ECH/TIF
Ortosulfamuron 50% (B)	Varios/Varias	120-150 g/ha	CIP/DIC
Penoxsulam 2,04% (B)	Viper/Dow Agrosciences	2 l/ha	AL, AM, CIP, ECH
Profoxiidim 20% (A)	Aura	0,5-1 l/ha	ECH



(*) AS: arroz salvaje; ECH: Echinochloa; HET: Heteranthera; AL: Alismatáceas; AM: Ammania; BER: Bergia; CIP: Ciperáceas; DIC: Dicotiledóneas; EL: Elatináceas; LIN: Lindernia; LIT: Litráceas; PON: Pontederáceas; SCI: Scirpus; TIF: Tifa

(**) Uso sistema Clearfield, 2 aplicaciones

HERBICIDAS AUTORIZADOS ARROZ



- **Inhibidores ALS:** azimsulfuron, bensulfuron-metil, bispiribac-sodio, halosulfuron-metil, imazamox, imazosulfuron, ortosulfamuron, penoxsulam

- **Inhibidores ACCase:** cicloxim, cletodim, propaquizafop, cihalofop-butil, profoxim

- **Inhibidores PSII:** bentazona

- **Inhibidores PPO:** oxadiazon

- **Inhibidores síntesis lípidos:** molinato

- **Auxinas sintéticas:** MCPA

- **Inhibidores de la síntesis de carotenoides :** clomazona

HERBICIDAS AUTORIZADOS ARROZ

GRUPO	MATERIA ACTIVA	NOMBRE COMERCIAL	Riesgo aparición resistencia
Inhibidores ACCasa	Propaquizafop Cihalofop-butilo Cletodim Cicloxdim Profoxidim	Agil Clincher Centurion Focus Aura	ALTO (6-8 AÑOS)
Inhibidores ALS	Azimsulfuron Bensulfuron-metil Imazosulfuron Halosulfuron-metil Imazamox Bispiribac-sodio Penoxsulam	Gulliver Londax Kocis Permit Pulsar 40 Nominee Viper	ALTO (4 AÑOS)
Inhibidores fotosíntesis	Bentazona	Basagran	MEDIO (10-15 AÑOS)
Inhibidores PPO	Oxadiazon	Ronstar	MODERADAMENTE BAJO
Inhibición biosíntesis carotenos	Clomazona	Command	MEDIO (10 AÑOS)
Inhibidores síntesis lípidos	Molinato	Ordram	MODERADO
Auxinas sintéticas	MCPA	MCPA	BAJO

¿QUE ES LA RESISTENCIA A HERBICIDAS?

La resistencia es la capacidad heredable de una planta para sobrevivir y reproducirse después de un tratamiento herbicida que, en condiciones normales, la hubiese controlado

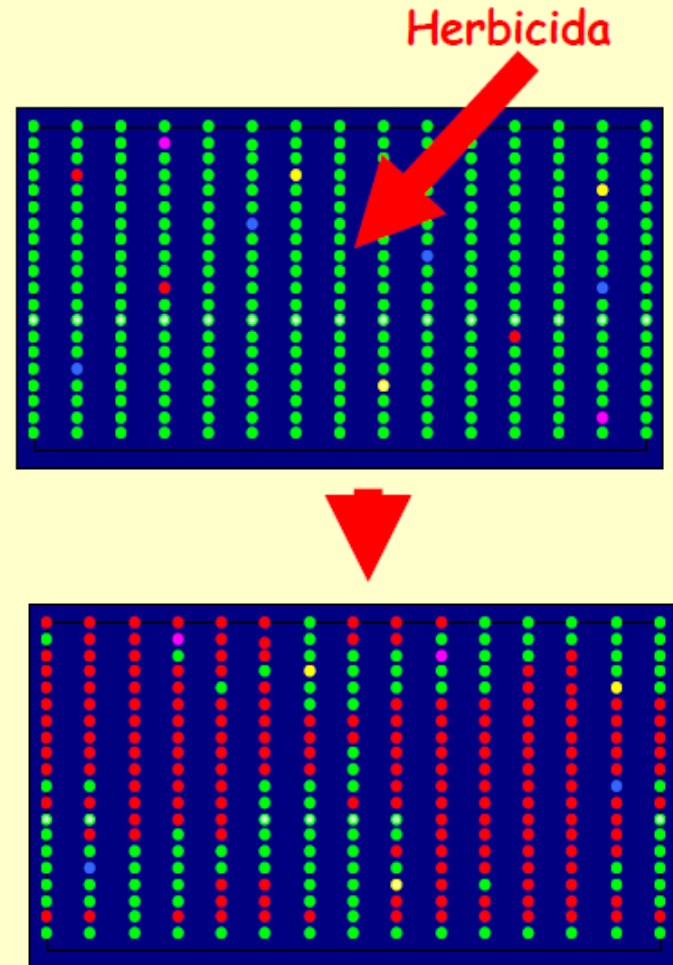


EVOLUCION DE LA RESISTENCIA

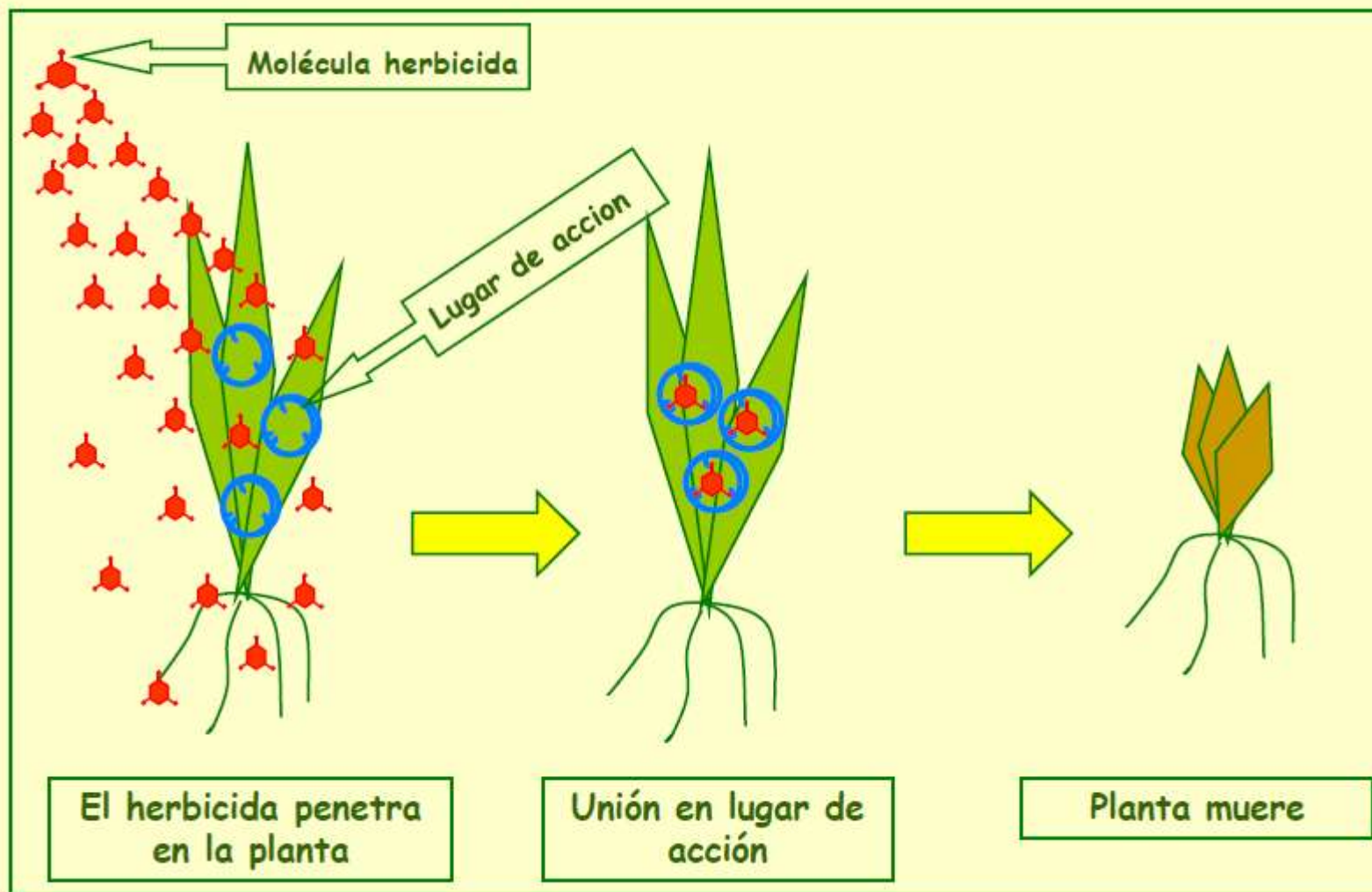
La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas es un proceso evolutivo de respuesta de una población (la mala hierba) a un fenómeno de stress (el herbicida)

Sobre la variabilidad en la respuesta a herbicidas de las malas hierbas de una población (representada por puntos de colores) se aplica un herbicida que selecciona las plantas rojas

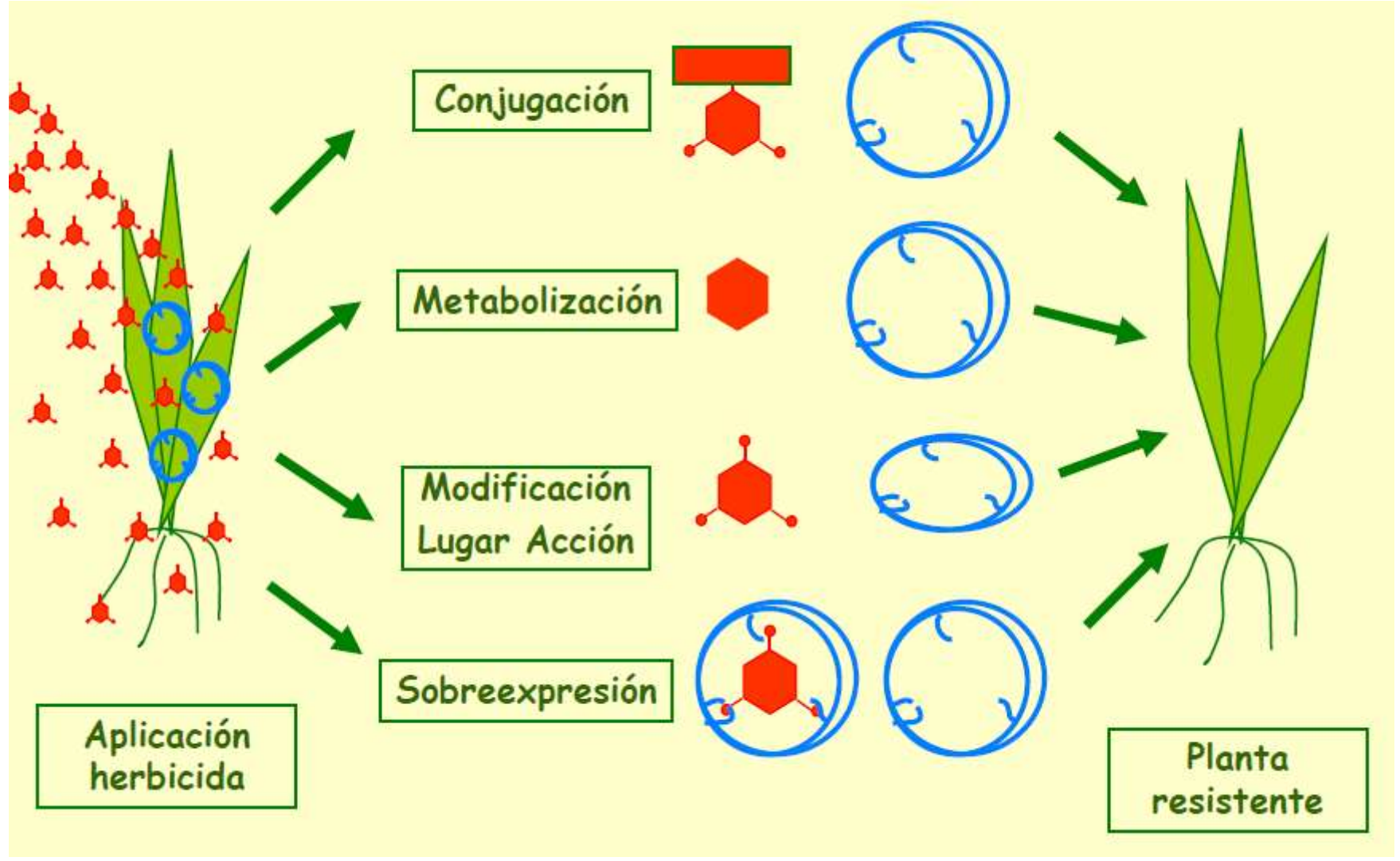
La aplicación continuada de este herbicida a lo largo de varios años dará lugar al desarrollo de poblaciones resistentes en un tiempo mayor o menor dependiendo de las características del herbicida, la planta y la gestión del agricultor



¿POR QUÉ ES UNA PLANTA SENSIBLE A UN HERBICIDA?



¿POR QUÉ ES UNA PLANTA RESISTENTE A UN HERBICIDA?



FACTORES QUE AYUDAN A QUE SE DESARROLLE RESISTENCIA

El tiempo que tarde una resistencia en desarrollarse dependerá de numerosos factores debidos a:

- **La planta:**

- Frecuencia de la mutación
- Forma de reproducción
- Tamaño de la población

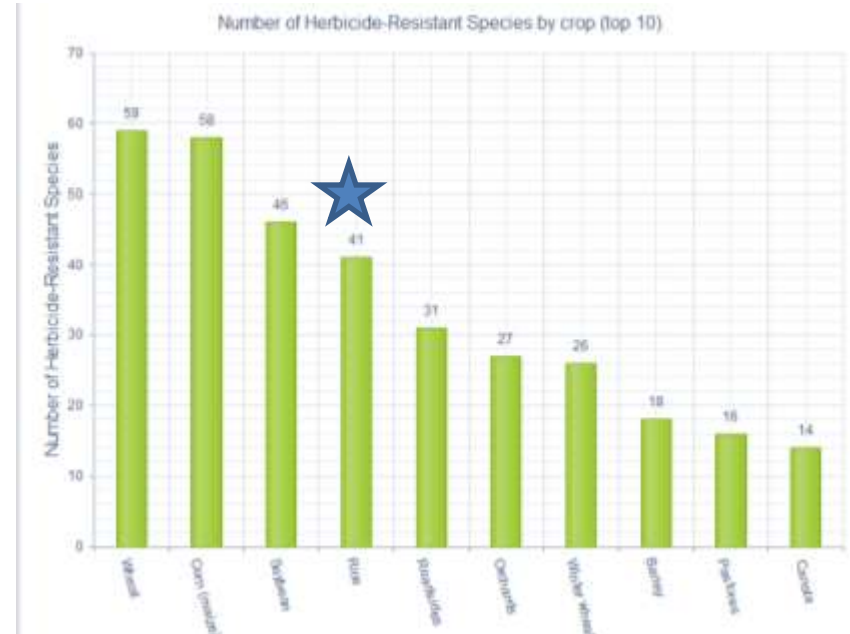
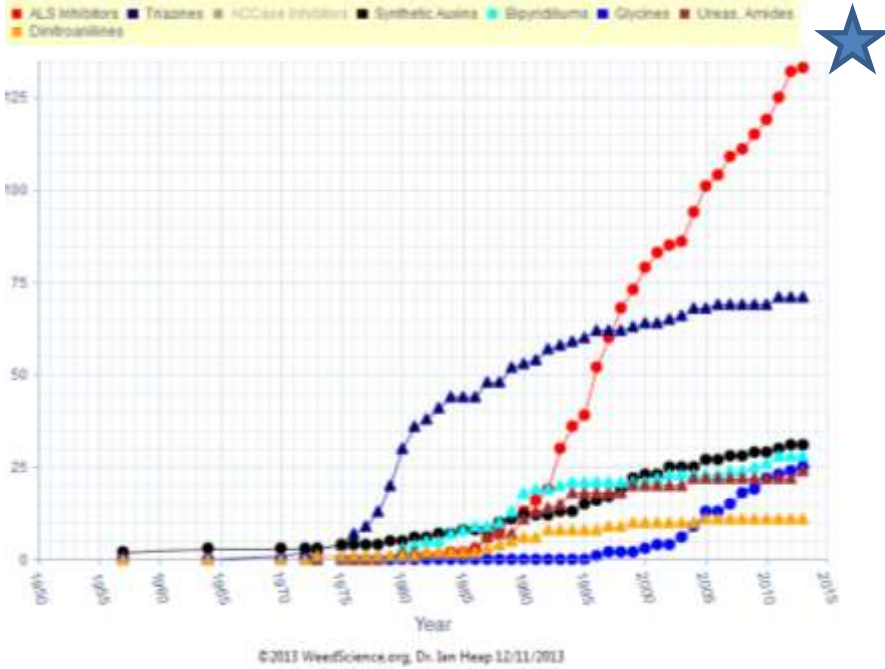
- **El herbicida:**

- Modo de acción
- Persistencia
- Número de aplicaciones

- **Las técnicas culturales**

- Aplicación de un mismo tipo de herbicida
- Varias aplicaciones en un año
- Ausencia de técnicas no químicas de control
- Ausencia de rotaciones

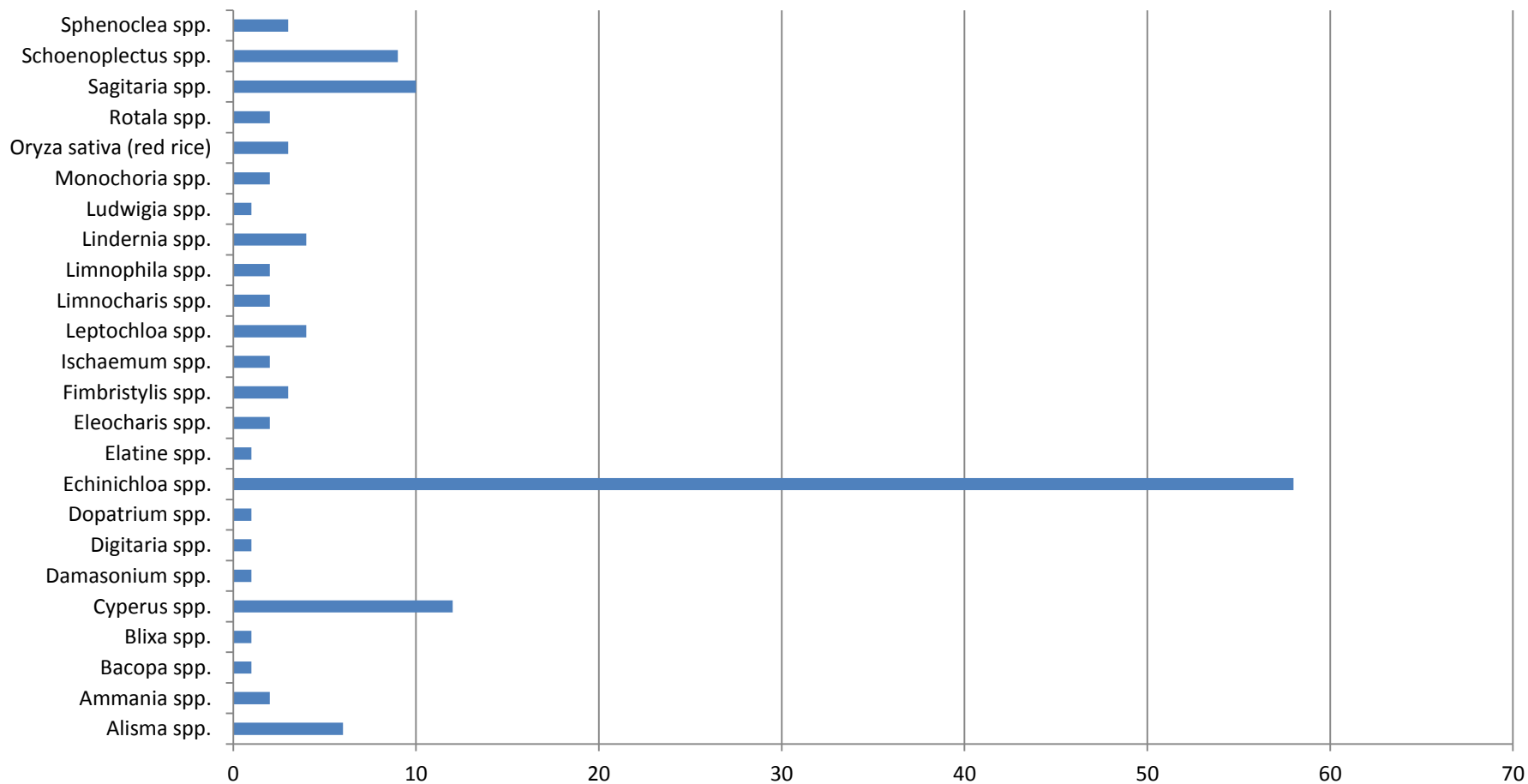
RESISTENCIAS EN ARROZ



RESISTENCIAS EN ARROZ

El **primer caso** de resistencia en arroz se dio en el año **1983** en *Sphenoclea zeylanica* en Filipinas (auxinas sintéticas), seguido por un caso en *Echinochloa crus-galli* en el 1986 en Grecia a inhibidores del PSII.

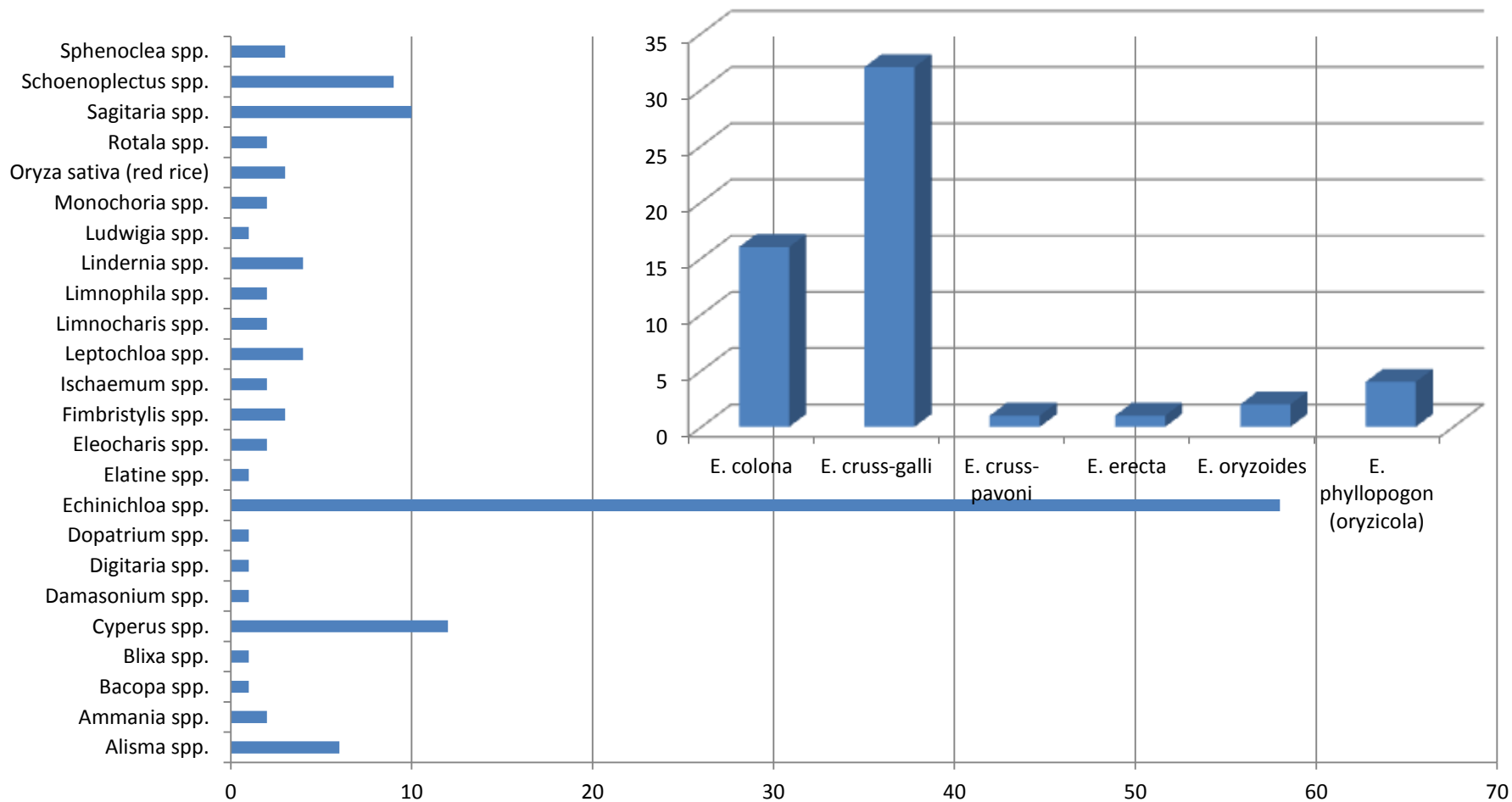
El **último caso** ha sido este año en *Cyperus odoratus* en Venezuela a inhibidores ALS



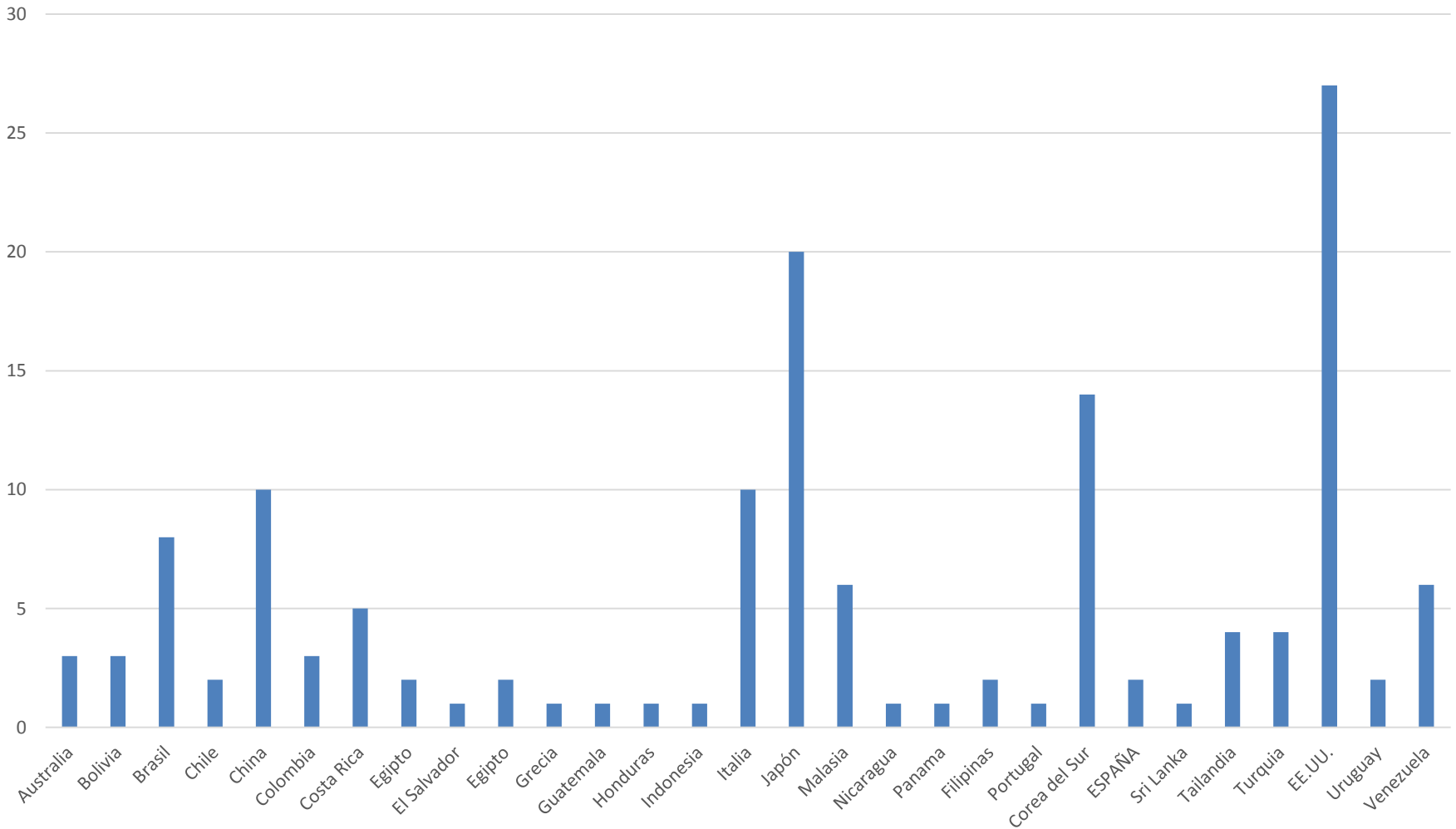
RESISTENCIAS EN ARROZ

El **primer caso** de resistencia en arroz se dio en el año **1983** en *Sphenoclea zeylanica* en Filipinas (auxinas sintéticas), seguido por un caso en *Echinochloa crus-galli* en el 1986 en Grecia a inhibidores del PSII.

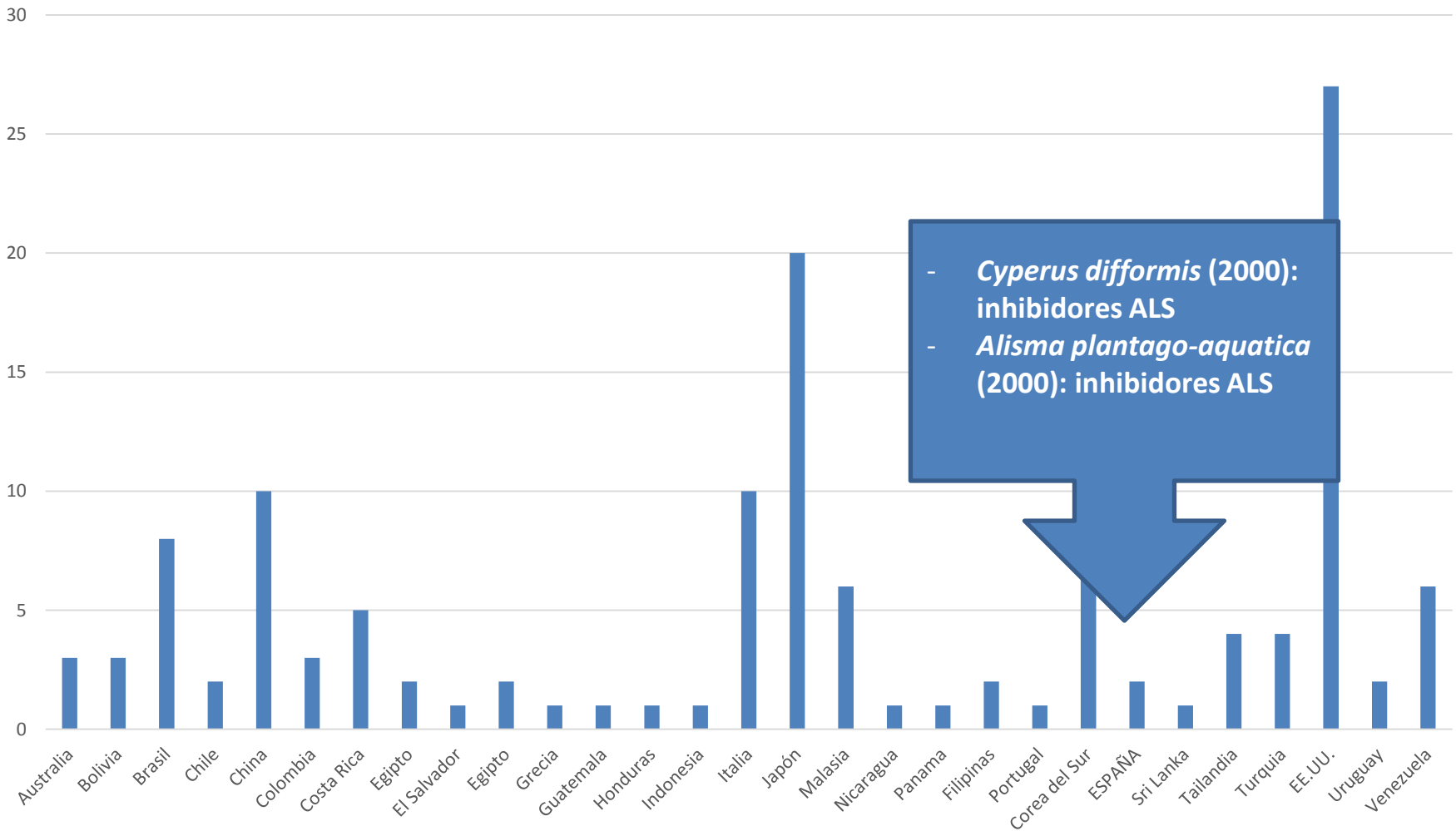
El **último caso** ha sido este año en *Cyperus odoratus* en Venezuela a inhibidores ALS



RESISTENCIAS EN ARROZ



RESISTENCIAS EN ARROZ



RESISTENCIAS EN ARROZ: RESISTENCIA MÚLTIPLE

Especie	País	Año	Sitio de acción
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Brasil	2009	ALS, Auxinas sintéticas
<i>Sagitaria montevidensis</i>	Brasil	2009	ALS, PSII
<i>Echinochloa colona</i>	Costa Rica	1993	ACCasa, ALS, PSII
		2013	ACCasa, ALS
<i>Echinochloa erecta</i>	Italia	2004	PSII, Inhib. celulosa
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Italia	2009	ACCasa, ALS
<i>Limnocharis flava</i>	Malasia	1998	ALS, Auxinas sintéticas
<i>Limnophila erecta</i>	Malasia	2002	ALS, Auxinas sintéticas
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Filipinas	2005	PSII, Inb. Ac. grasos cadena larga
<i>Echinochloa phyllopogon (oryzicola)</i>	Corea S	2006	ACCasa, ALS
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Corea S	2008	ACCasa, ALS
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Tailandia	1998	PSII, Inb. Ac. grasos cadena larga
<i>Echinochloa oryzoides</i>	Turquia	2009	ACCasa, ALS
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Turquia	2009	ACCasa, ALS
<i>Echinochloa crus-galli</i>	EE.UU.	1999	PSII, Auxinas sintéticas
<i>Echinochloa crus-galli</i>	EE.UU.	2000	ACCasa, Inhib. lípidos
<i>Echinochloa phyllopogon (oryzicola)</i>	EE.UU.	2000	ACCasa, Inhib. lípidos
<i>Echinochloa crus-galli</i> (*)	EE.UU.	2011	ACCasa, ALS, PSII, Inhib. celulosa
<i>Ischaemum rugosum</i>	Venezuela	2004	ACCasa, ALS, PSII
<i>Echinochloa colona</i>	Venezuela	2010	ACCasa, ALS, PSII

(*) fenoxaprop-P-ethyl, imazamox, imazethapyr, propanil y quinclorac

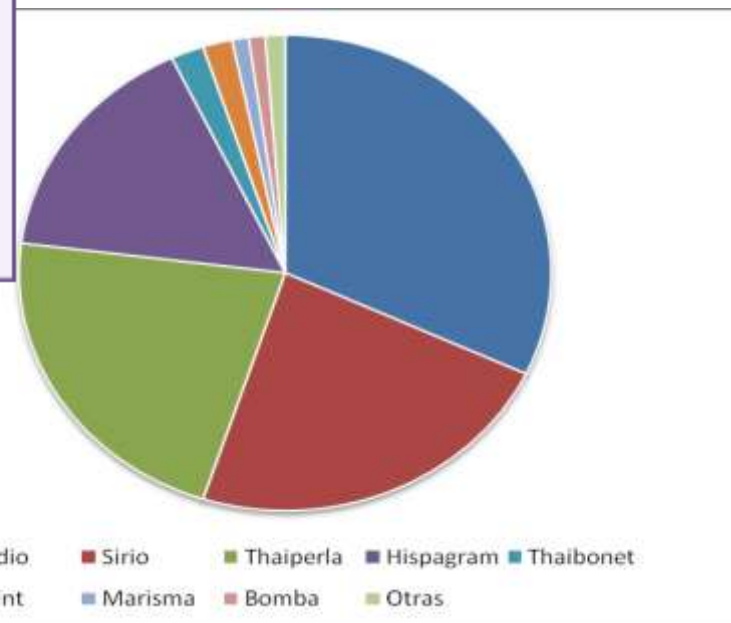
EL CULTIVO DEL ARROZ EN EXTREMADURA

Superficie de cultivo: 28.067 ha

Superficie en producción integrada: 26.000 ha



En Extremadura el cultivo del arroz se localiza principalmente en las **vegas del río Guadiana**, vegas Altas y vegas Bajas, y en las **vegas del Río Alagón** (al norte de la región).



MALAS HIERBAS EN EXTREMADURA



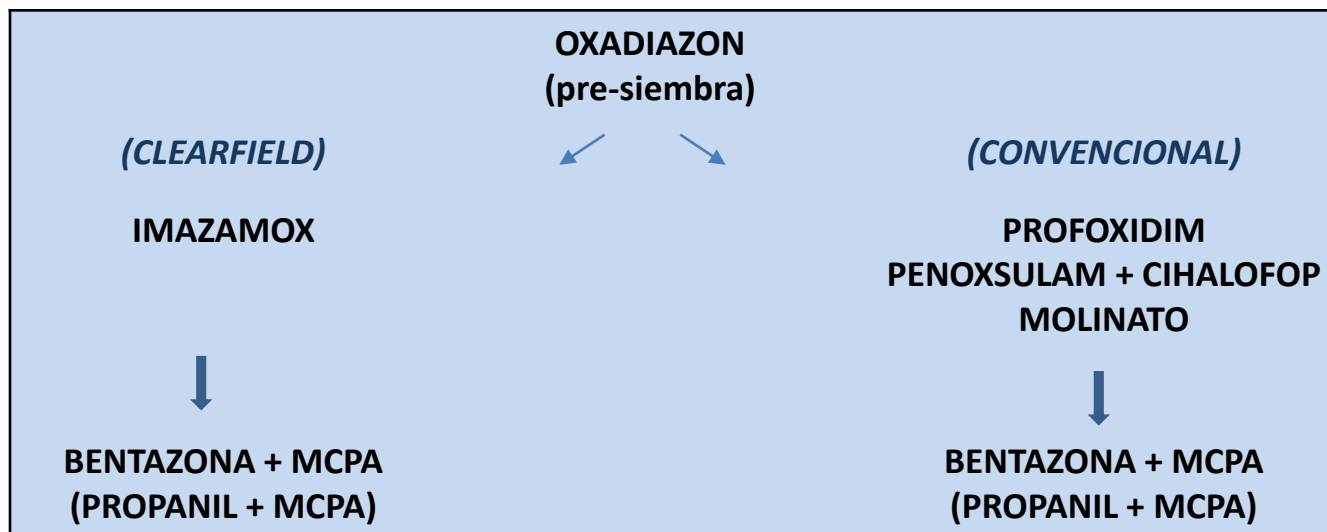
MALAS HIERBAS EN EXTREMADURA



MALAS HIERBAS EN EXTREMADURA



USO DE HERBICIDAS EN EXTREMADURA



Ausencia de control no significa siempre resistencia:

- La resistencia hay que detectarla condiciones controladas
- La respuesta al herbicida en ensayos in vitro tiene que estar correlacionada con ensayos en planta
- Hay que confirmar la resistencia en ensayos de invernadero y campo



Prospecciones



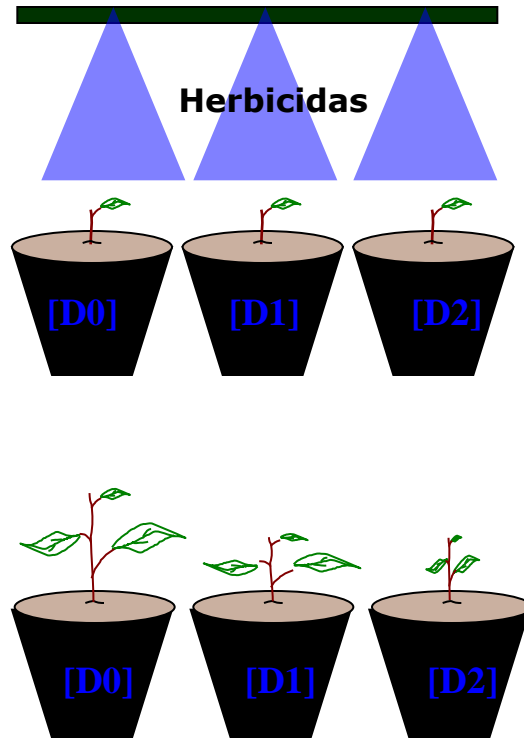
Ensayos invernadero



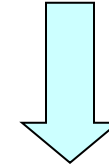
Ensayos laboratorio



Finca experimental

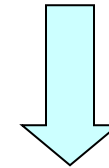


Aplicación de herbicidas



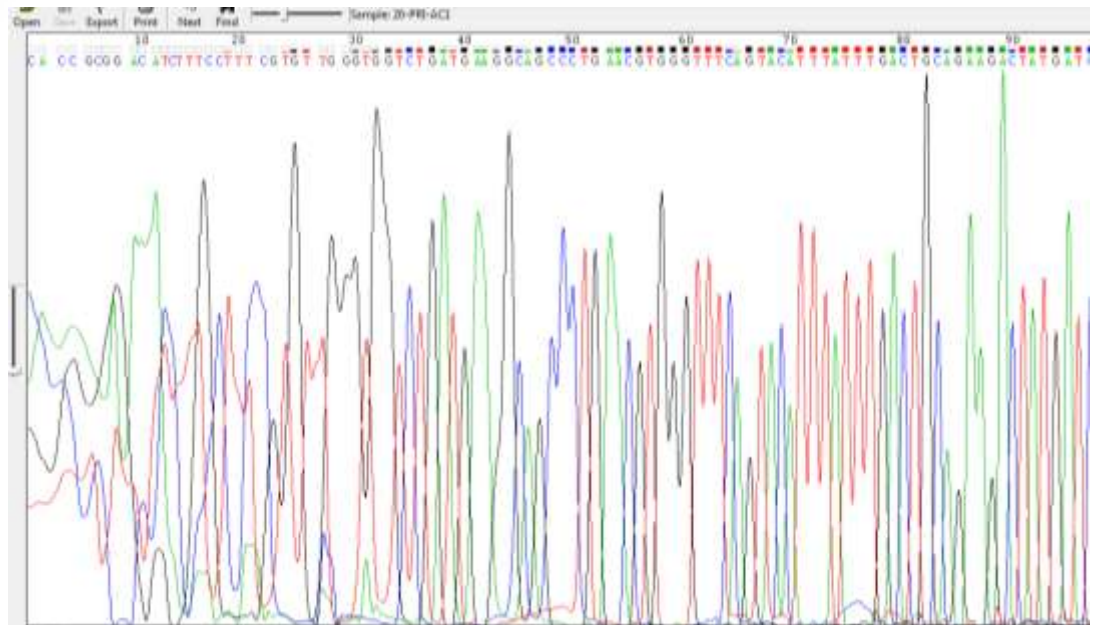
21 Días después tratamiento

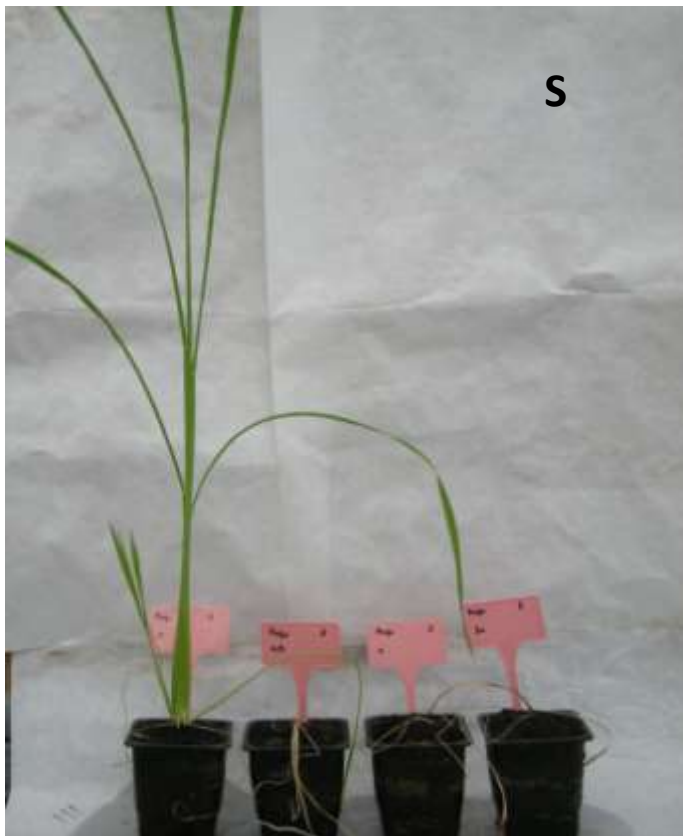
Cortar y pesar



**Factor de resistencia:
ED50(R)/ED50(S)**





ECHINOCHLOA/PROFOXIDIM

Factor de resistencia
 $GR_{50} (R) / GR_{50} (S) = 82,7$

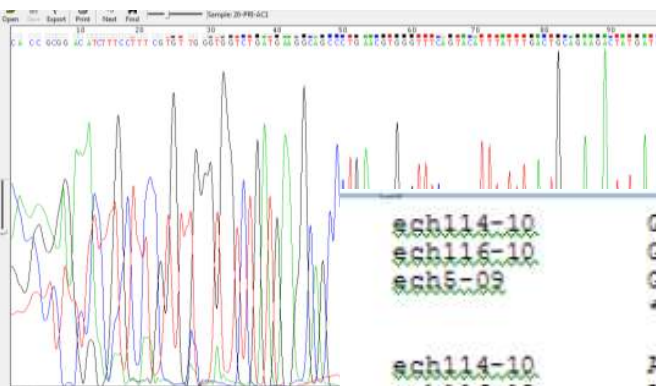
ECHINOCHLOA/CIHALOFOP



Factor de resistencia
 $GR_{50} (R) / GR_{50} (S) = 7,4$



MECANISMO DE RESISTENCIA, SECUENCIACION GEN ACCASA



```

ech114-10  GGTGGTCTGATGAAGGCAGCCCTGAACGTGGGTTTCAGTACATTATTTGACTGCAGAAG 88
ech116-10  GGTGGTCTGATGAAGGCAGCCCTGAACGTGGGTTTCAGTACATTATTTGACTGCAGAAG 90
ech5-09    GGTGGTCTGATG-AGGCAGCCCTGAACGTGGGTTTCAGTACATTATTTGACTGCAGAAG 90
*****

ech114-10  ACTATGATCGTATTAGCTCTTCTGTTATAGCACACAAGGTCAGCTGGATAGTGGTGAAG 148
ech116-10  ACTATGATCGTATTAGCTCTTCTGTTATAGCACACAAGGTCAGCTGGATAGTGGTGAAG 150
ech5-09    ACTATGATCGTATTAGCTCTTCTGTTATAGCACACAAGGTCAGCTGGATAGTGGTGAAG 150
*****

ech114-10  TTAGGTGGATTATTGACTCTGTGTGGGCAAGGAGGATGGTCTTGGTGTGAGAATCTAC 208
ech116-10  TTAGGTGGATTATTGACTCTGTGTGGGCAAGGAGGATGGTCTTGGTGTGAGAATCTAC 210
ech5-09    TTAGGTGGATTATTGACTCTGTGTGGGCAAGGAGGATGGTCTTGGTGTGAGAATATAC 210
*****

ech114-10  ATGGAAGTGCTGCTATTGCCAGTGCTTATCTAGGGCATATGAGGAGACATTTACACTTA 268
ech116-10  ATGGAAGTGCTGCTATTGCCAGTGCTTATCTAGGGCATATGAGGAGACATTTACACTTA 270
ech5-09    ATGGAAGTGCTGCTATTGCCAGTGCTTATCTAGGGCATATGAGGAGACATTTACACTTA 270
*****

ech114-10  CATTCTGACTGGAAGGACTGTAGGAATAGGAGCTTATCTTGCTCGGCTTGGTATACGGT 328
ech116-10  CATTCTGACTGGAAGGACTGTAGGAATAGGAGCTTATCTTGCTCGGCTTGGTATACGGT 330
ech5-09    CATTCTGACTGGAAGGACTGTAGGAATAGGAGCTTATCTTGCTCGGCTTGGTATACGGT 330
*****

ech114-10  GCATACAGGCTCTAGACCAGCCTATTAATTTAACTGGGTTTCTGOCCTGAACAAGCTTC 388
ech116-10  GCATACAGGCTCTAGACCAGCCTATTAATTTAACTGGGTTTCTGOCCTGAACAAGCTTC 390
ech5-09    GCATACAGGCTCTAGACCAGCCTATTAATTTAACTGGGTTTCTGOCCTGAACAAGCTTC 390
    
```

Región 1781

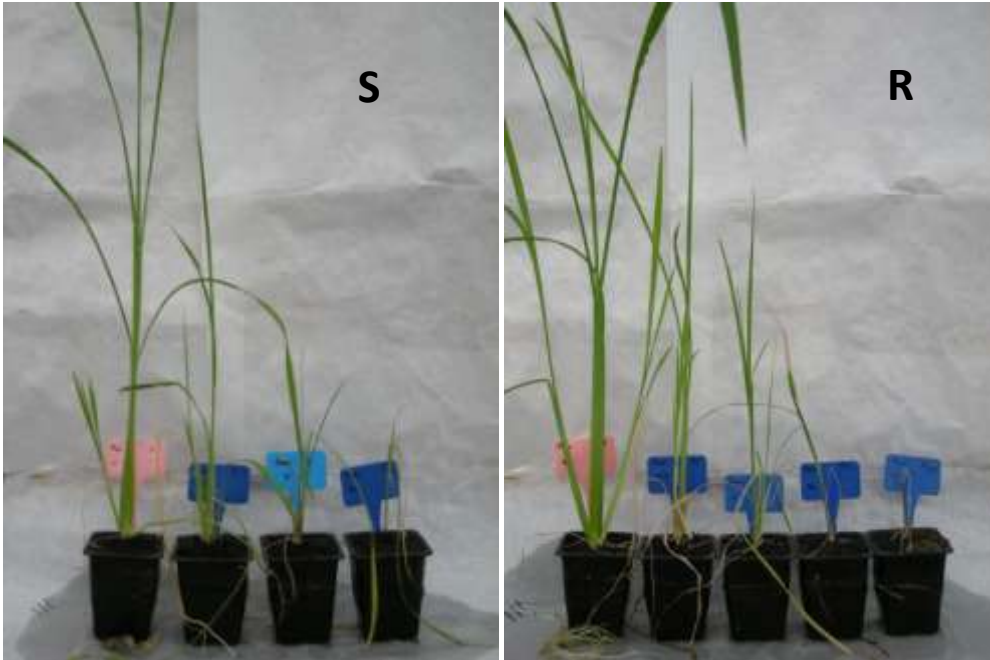
Ile1781Leu

MECANISMO DE RESISTENCIA, SECUENCIACION GEN ACCASA

Table 3 Resistance-endowing plastidic ACCase CT domain amino acid substitutions in field-evolved resistant grass weed species

Amino acid substitution ^a	Grass weed species	Resistance spectrum ^b			References ^c
		APP	CHD	PPZ	
Ile-1781-Leu	<i>Alopecurus myosuroides</i>	R	R	R	Also see 126
	<i>Avena fatua</i>	R	R	r	Also see 17
	<i>A. sterilis</i>	R	R	–	89
	<i>Lolium multiflorum</i>	–	R	–	182
	<i>L. rigidum</i>	R	R	R	Also see 190, 205
	<i>Setaria viridis</i>	R	R	–	
Trp-1999-Cys	<i>A. sterilis</i>	R ^d /S	S	–	89
Trp-2027-Cys	<i>A. myosuroides</i>	R	S	R	Also see 126
	<i>A. sterilis</i>	R/r	r	–	89
	<i>L. rigidum</i>	–	r	–	190
Ile-2041-Asn	<i>A. myosuroides</i>	R	S	r	Also see 126
	<i>A. sterilis</i>	R	r	–	89
	<i>Phalaris paradoxa</i>	–	–	–	69
	<i>L. rigidum</i>	R	r/S	–	Also see 190, 206
Ile-2041-Val	<i>L. rigidum</i>	S/R	S	–	
Asp-2078-Gly	<i>A. myosuroides</i>	R	R	R	Also see 126
	<i>A. sterilis</i>	R	R	–	89
	<i>L. multiflorum</i>	R	R	R	75
	<i>L. rigidum</i>	R	R	R	190
	<i>P. paradoxa</i>	R	R	R	69
Cys-2088-Arg	<i>L. rigidum</i>	R	R	R	190
Gly-2096-Ala	<i>A. myosuroides</i>	R	r/S	S	Also see 126

ECHINOCHLOA/PENOXsulAM



Factor de resistencia
 $GR_{50} (R) / GR_{50} (S) = 2,7$

CYPERUS/BENSULFURON



```

DB_13          ATAC--GTGGAGA-CCTACCTGTCA-GACCATGGTGTGAAACAACCAACA 53
9              ATAC--GTGGAGA-CCTACCTGTCA-GACCATGGTGTGAAACAACCAACA 55
12            ATAC--GTGGAGA-CCTACCTGTCA-GACCATGGTGTGAAACAACCAACA 52
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | ATAAAGGTGGAGAACCCTACCTGTCAAGACCATGGTGTGAAACAACCAACA 1400
***          *****

DB_13          CTTGGGAATGGTGGTACAAATTGGAGGACCGGTTTTACAAGGCCAACCGGG 103 leu
9              CTTGGGAATGGTGGTACAAATTGGAGGACCGGTTTTACAAGGCCAACCGGG 105
12            CTTGGGAATGGTGGTACAAATTGGAGGACCGGTTTTACAAGGCCAACCGGG 102
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | CTTGGGAATGGTGGTACAAATTGGAGGACCGGTTTTACAAGGCCAACCGGG 1450 bxp574
*****

DB_13          CACACACCTACTTAGGTAACCCGGCTAATGAGGAGCAGATATATCCTGAT 153
9              CACACACCTACTTAGGTAACCCGGCTAATGAGGAGCAGATATATCCTGAT 155
12            CACACACCTACTTAGGTAACCCGGCTAATGAGGAGCAGATATATCCTGAT 152
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | CACACACCTACTTAGGTAACCCGGCTAATGAGGAGCAGATATATCCTGAT 1500
*****

DB_13          TTTGTCAAGATAGCTGAAGGTTTCGGTGTACCTGCAGCACGTGTTACAA 203
9              TTTGTCAAGATAGCTGAAGGTTTCGGTGTACCTGCAGCACGTGTTACAA 205
12            TTTGTCAAGATAGCTGAAGGTTTCGGTGTACCTGCAGCACGTGTTACAA 202
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | TTTGTCAAGATAGCTGAAGGTTTCGGTGTACCTGCAGCACGTGTTACAA 1550
*****

DB_13          GAGGAGTGAGGTCGAGAGGCCAGTGAGGAAAATGTTGGATACACCAGGCC 253
9              GAGGAGTGAGGTCGAGAGGCCAGTGAGGAAAATGTTGGATACACCAGGCC 255
12            GAGGAGTGAGGTCGAGAGGCCAGTGAGGAAAATGTTGGATACACCAGGCC 252
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | GAGGAGTGAGGTCGAGAGGCCAGTGAGGATAATGTTGGATACACCAGGCC 1600
*****

DB_13          CATACTGCTGGATGTGATCGTACCGCATCAGGAGCATGTCTTGCCAATG 303
9              CATACTGCTGGATGTGATCGTACCGCATCAGGAGCATGTCTTGCCAATG 305
12            CATACTGCTGGATGTGATCGTACCGCATCAGGAGCATGTCTTGCCAATG 302
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | CATACTGCTGGATGTGATCGTACCGCATCAGGAGCATGTCTTGCCAATG 1650
*****

DB_13          ATTCCAAGTGGAGGGGCATTCAAGGATATGATCCTCGATGGAGATGGCCG 353
9              ATTCCAAGTGGAGGGGCATTCAAGGATATGATCCTCGATGGAGATGGCCG 355
12            ATTCCAAGTGGAGGGGCATTCAAGGATATGATCCTCGATGGAGATGGCCG 352
gi | 192786657 | gb | EF061294.2 | ATTCCAAGTGGAGGGGCATTCAAGGATATGATAACGG
*****
  
```

Trp574Leu

ser 653

Factor de resistencia
 $GR_{50} (R) / GR_{50} (S) = 3,7$

MECANISMO DE RESISTENCIA, SECUENCIACION GEN ALS

Table 2 Resistance-endowing acetohydroxyacid synthase amino acid substitutions in field-evolved resistant weed species

Amino acid and position ^a	Resistance substitution	Resistance spectrum ^b		Number of species in which mutation detected	References ^c	
		SU	IMI			
Ala-122	Thr	S	R	5	S. Friesen & S. Powles, unpublished data	
	Tyr	r	R	1		
Pro-197	His	R	S/r	4		
	Thr	R	S/r	6		
	Arg	R	S	3		
	Leu	R	R/r/S	8		
	Gln	R	S	4		
	Ser	R	S	14		
	Ala	R	S	6		
	Ile	R	r	1		
	Met	R	–	1		180
	Lys	R	–	1		180
Trp	R	–	1	180		
Ala-205	Val	r/S	R/r	4		
Asp-376	Glu	R/r	R	4	Also see 71	
Trp-574	Leu	R	R	16	180	
	Arg ^d	R	R	1		
Ser-653	Thr	S/r	R	3	80	
	Asn	S/r	R	2		
	Ile	r	R	1		
Gly-654	Glu	–	R	1	154	
	Asp	S	R	1	80	

PROFOXIDIM/LEPTOCHLOA



```

8-AC1
gi|20975573|emb|AJ310767.1|
9-AC1
13-AC1
10-AC1
14-AC1
15-AC1
11-AC1
12-AC1
ATTATTGACTCTGTTGTGGGCAAGGAGG-ATGGTCTT--GGTGTGAGAA 212
GTTATTGACTCTGTTGTGGGCAAGGAGG-ATGGACTA--GGTGTGGAGAA 5495
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGG-ATGGACTT--GGTGTGAGAA 209
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGG-ATGGACTT--GGTGTGAGAA 208
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGGAAATGGACTTTGGGTGTGAGAA 215
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGG-ATGGACTT--GGTGTGAGAA 207
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGG-ATGGACTT--GGTGTGAGAA 203
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGG-ATGGACTT--GGTGTGAGAA 204
ATTATTGACTCTGTTGTGGGTAAGGAGG-ATGGACTT--GGTGTGAGAA 210
.***** ***** ** *_** ** ** ** **: ***** *_**

```

```

8-AC1
gi|20975573|emb|AJ310767.1|
9-AC1
13-AC1
10-AC1
14-AC1
15-AC1
11-AC1
12-AC1
TATACAT-GGAAGTGCTG-CTATTGCCAG-TGCTTATT--CTAGGG-CAT 256
CATACAT-GGAAGTGCTG-CTATTGCCAG-TGCCATT--CTAGGG-CGT 5539
TTTACAT-GGAAGTGCTG-CTATCGCCAG-TGCTTATT--CTAGGG-CAT 253
TTTACAT-GGAAGTGCTG-CTATCGCCAG-TGCTTATT--CTAGGG-CAT 252
TATACCTTGGAGTCTGCTGCTATCGCCAGGTGCTTATT--CTAGGG-CAT 262
TATACAT-GGAAGTGCTG-CTATCGCCAG-TGCTTATT--CTAGGG-CAT 251
TTTACAT-GGAAGTGCTG-CTATCGCCAG-TGCTTATT--CTAGGG-CAT 247
TTTACAT-GGAAGTGCTG-CTATCGCCAG-TGCTTATT--CTAGGG-CAT 248
TATACAT-GGAAGTGCTG-CTATCGCCAG-TGCTTATTCTAGGGGCAT 257
:***_* ***** ** **** ***** ** *: * ***** *_*

```

```

8-AC1
gi|20975573|emb|AJ310767.1|
9-AC1
13-AC1
10-AC1
14-AC1
15-AC1
11-AC1
12-AC1
ATG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 303
ACG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 5586
ACG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 300
ACG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 299
TCGGAGGAGACCTTTTACCCTT-ACITTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 311
ACG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 298
ACG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 294
ACG-AGGAGACATTT-ACACTT-ACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 295
ACGAGGGAGACATTT-ACACTTTACATTCGTGACTGGACGGACTGTAGGA 306
: * .*****_** **_* **_* **_* **_* **_* **_* **_* **_* **_*

```

Ile1781Leu



- Existen **casos de resistencia confirmados** a herbicidas en arroz en EXTREMADURA. Es básico el estudio de mecanismos de resistencias para el desarrollo de estrategias de control.
- Existe un **número limitado de materias activas** en el mercado y depender solo de ellas puede acelerar la aparición de resistencias.
- Entre las **medidas** que pueden frenar la aparición de resistencias podemos citar:

MEDIDAS CULTURALES

- Uso de **semillas certificadas**
- **Control manual**: en parcelas donde se produzcan infestaciones bajas de malas hierbas o bien donde existan fallos puntuales de las aplicaciones de herbicidas.
- **Manejo del agua**: mantener unos niveles adecuados tras las aplicaciones de herbicidas es un buen método de control.
- **Limpieza de maquinaria**: evita la propagación de semillas de parcelas infectadas a parcelas limpias.
- **Fangueo**: puede contribuir a la destrucción de malas hierbas que se han podido desarrollar de forma tardía durante el cultivo, evitando su aparición al año siguiente.
- **Rotación de cultivos**: en los lugares donde sea posible es un buen método de control.

USO DE HERBICIDAS

- **Evitar usar herbicidas con el mismo modo de acción** durante varias campañas. Donde existan escapes de malas hierbas, intentad controlarlas usando herbicida con un modo de acción distinto.
- Usar **mezclas de herbicidas que sean igualmente efectivos** en la misma maña hierba, y a poder ser con la **misma actividad residual**
- **Evitar usar repetidamente la misma mezcla**
- Usar, en caso de ser posible, la **falsa siembra**.
- **No usar inhibidores de ALS o inhibidores de ACCasa** como **único método** de control.
- Mantener **registros de los herbicidas** usados anualmente

Adaptado de "Herbicide Resistance Stewardship in Rice" (Fischer et al., 2007)

*Jornada CICYTEX “I + D para el campo extremeño”
AGROEXPO, Don Benito 30 de Enero de 2015*

RESISTENCIA A HERBICIDAS EN MALAS HIERBAS DE ARROZ EN EXTREMADURA.



Maria Dolores Osuna Ruiz

*Centro Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura
(CICYTEX)*

Email: mariadolores.osuna@gobex.es



GRACIAS POR SU ATENCION!!!