

Seminario
**Actualización sobre
Manejo de Malezas**

Resistencia de malezas a herbicidas: Evolución, importancia y principios de manejo

Bernal E. Valverde

Investigador / Consultor Principal



Investigación y Desarrollo en Agricultura Tropical, S.A.
Alajuela, Costa Rica, www.ideatropical.com

Franklin Herrera

Catedrático



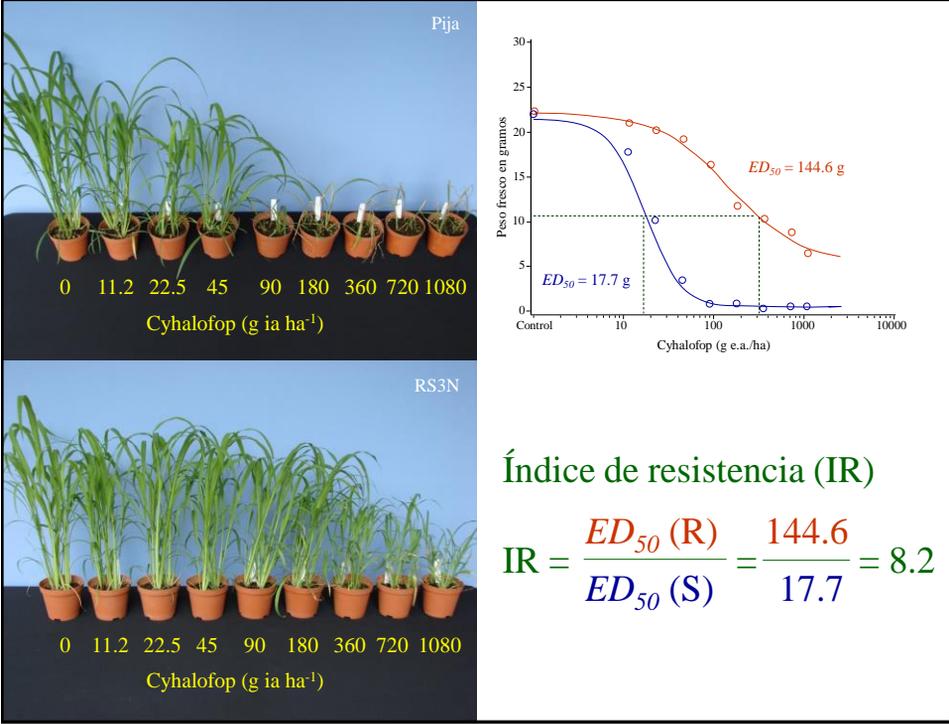
Universidad de Costa Rica



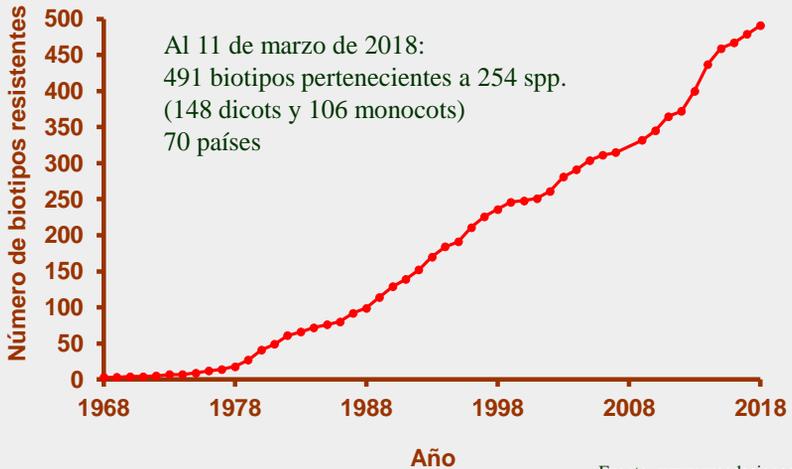
Resistencia

Capacidad evolucionada de una población de una maleza anteriormente susceptible a un herbicida de soportarlo y completar su ciclo de vida cuando el herbicida se emplea a su dosis normal en una situación agrícola (Heap & LeBaron 2001)





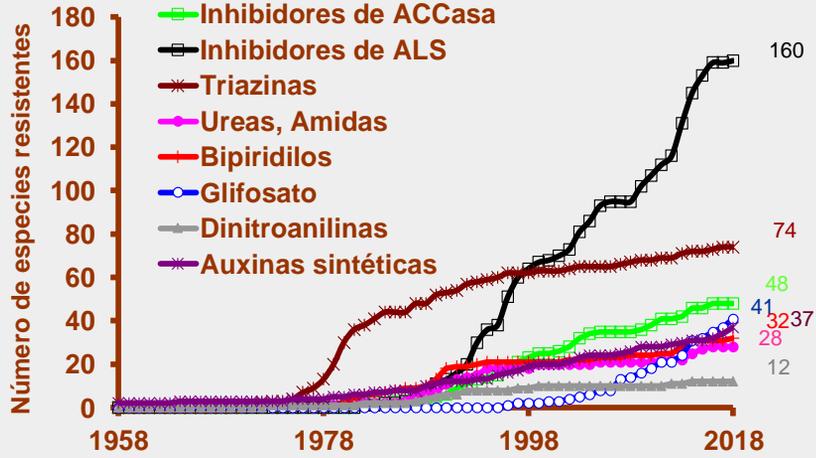
Aumento cronológico de casos singulares de malezas resistentes a herbicidas en el mundo



Fuente: www.weedscience.org



Casos de resistencia según modo de acción



Source: www.weedscience.org



Especies resistentes más importantes

Especies	Total	Modo de acción									
		ACCasa	ALS	FSII	Ureas Amidas	FSI	EPSPS	Inh. MTs	Auxínicos	HPPD	Otros
<i>Lolium rigidum</i>	11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Echinochloa crus-galli var. crus-galli</i>	9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Poa annua</i>	9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Avena fatua</i>	8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Alopecurus myosuroides</i>	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Echinochloa colona</i>	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eleusine indica</i>	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Lolium perenne ssp. multiflorum</i>	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Amaranthus palmeri</i>	6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Amaranthus tuberculatus (=A. rudis)</i>	6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Amaranthus hybridus (syn: quitensis)</i>	5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: www.weedscience.org



Países que contribuyen más casos de malezas resistentes a herbicidas

	Estados Unidos	161
	Australia	90
	Canadá	67
	Francia	50
	Brasil	46
	China	43
	España	38
	Japón	36
	Israel	36



Casos confirmados en Costa Rica

<i>Echinochloa colona</i>	Propanil, ACCasa Múltiple
<i>Ixophorus unisetus</i>	ALS
<i>Oryza sativa</i> (arroz maleza)	ALS
<i>Eleusine indica</i>	ALS, Glifosato
<i>Poa annua</i>	ACCasa
<i>Paspalum paniculatum</i>	Glifosato
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	ACCasa
<i>Ischaemum rugosum</i>	ALS y ACCasa



Cultivos que contribuyen más casos de malezas resistentes a herbicidas

Cultivo	Casos	Especies
Trigo	320	75
Maíz	309	61
Arroz	158	51
Soya	304	48
No agrícola*	66	34
Trigo invierno	70	32
Cebada primaveral	75	30
Huertos	77	27

*Borde de carretera



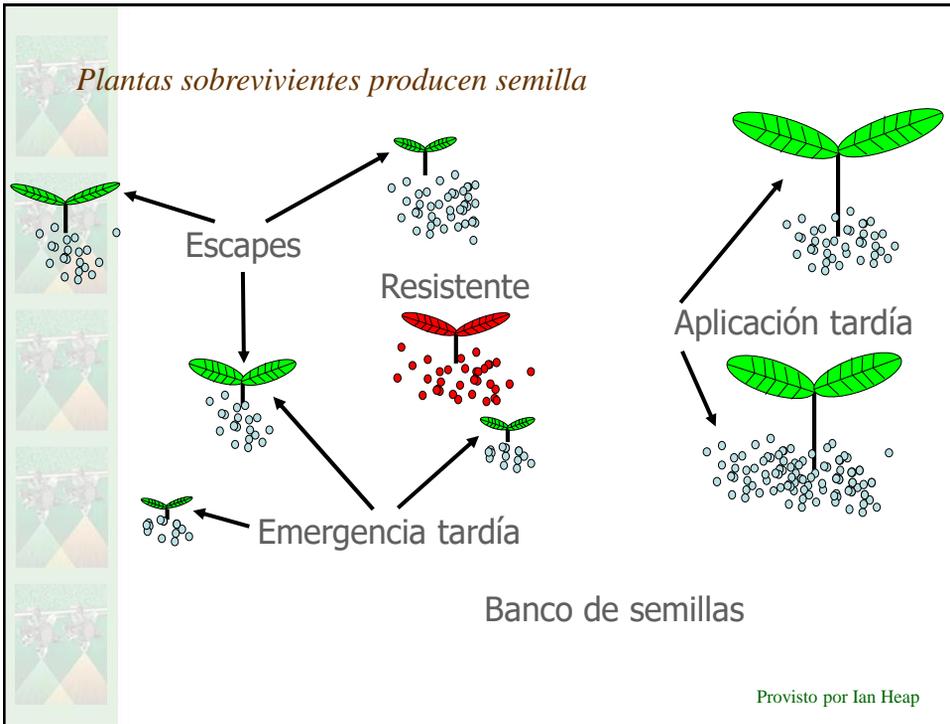
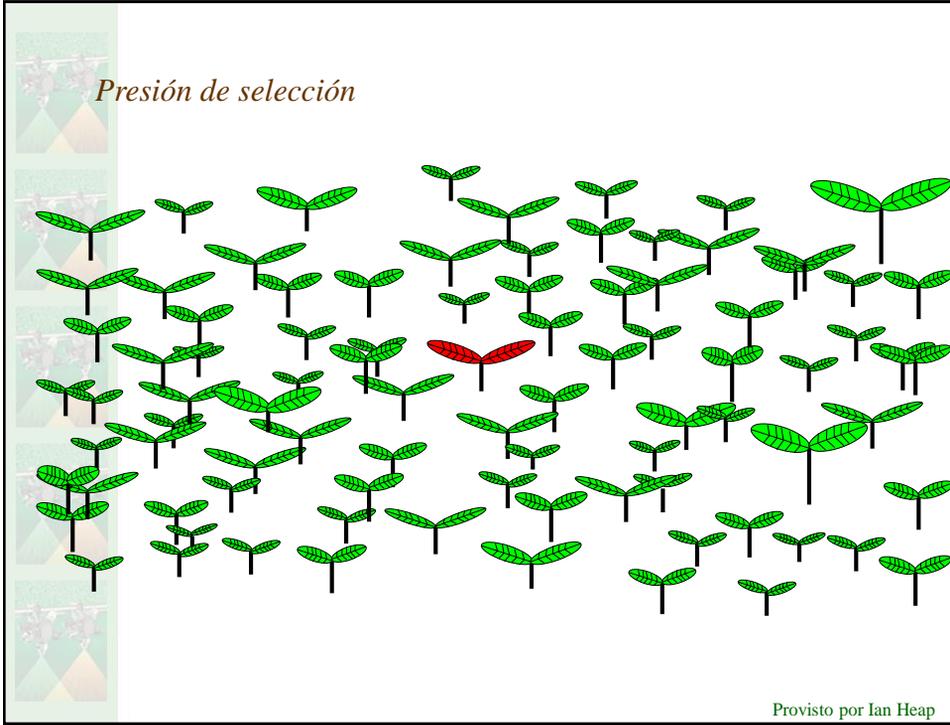
Actualizado 11 de marzo de 2018

Por qué evoluciona la resistencia?

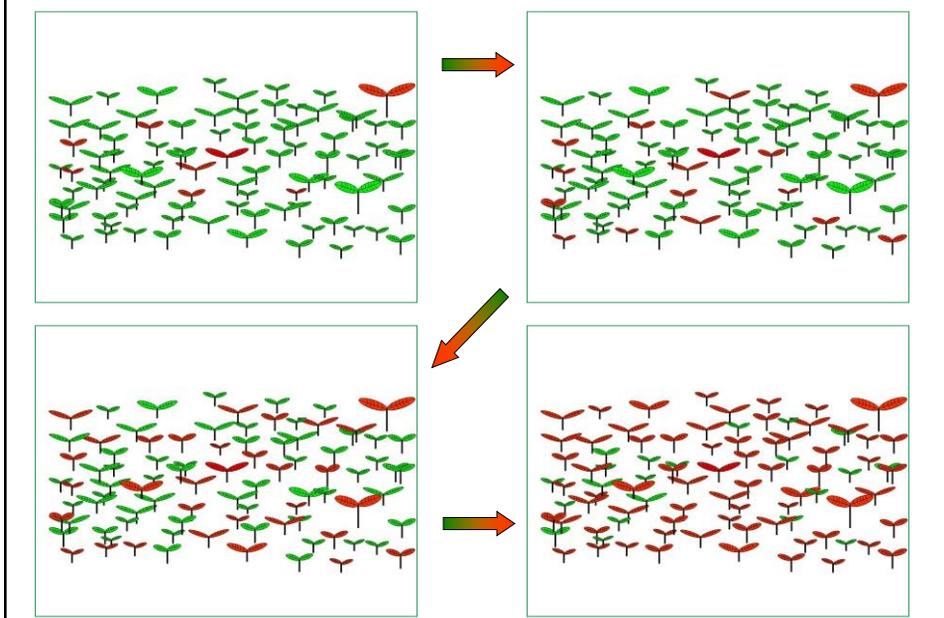
➤ Presión de selección impuesta por herbicida

- ❖ Dosis y naturaleza química del herbicida
- ❖ Eficacia del herbicida
- ❖ Frecuencia de uso





Ineficacia del herbicida debida a resistencia



Por qué evoluciona la resistencia?

- **Presión de selección impuesta por herbicida**
- **Variabilidad y adaptabilidad de la maleza**
 - ❖ Frecuencia inicial y herencia del gene (o los genes) de resistencia
 - ❖ Características de reproducción, diseminación y adaptabilidad de la especie de maleza

Por qué evoluciona la resistencia?

- **Presión de selección impuesta por herbicida**
- **Variabilidad y adaptabilidad de la maleza**
- **Flujo de genes e introgresión**
 - ❖ Flujo de genes de malezas resistentes a malezas susceptibles compatibles
 - ❖ Flujo de genes de cultivos resistentes a herbicidas hacia malezas emparentadas compatibles



Posibles mecanismos de resistencia

Sitio activo

- Mutación específica en el sitio activo
- Mutación en un promotor
- Amplificación de genes (increased copy number)

Fuera del sitio activo

- Absorción y transporte reducidos
- Secuestro a la vacuola o tejidos inertes
- Metabolismo diferencial
- Necrosis rápida de hojas tratadas

Varios mecanismos pueden evolucionar conjuntamente

Resistencia por mutación del sitio activo

➔ *Alta propensión a mutación*

Inhibidores de ALS

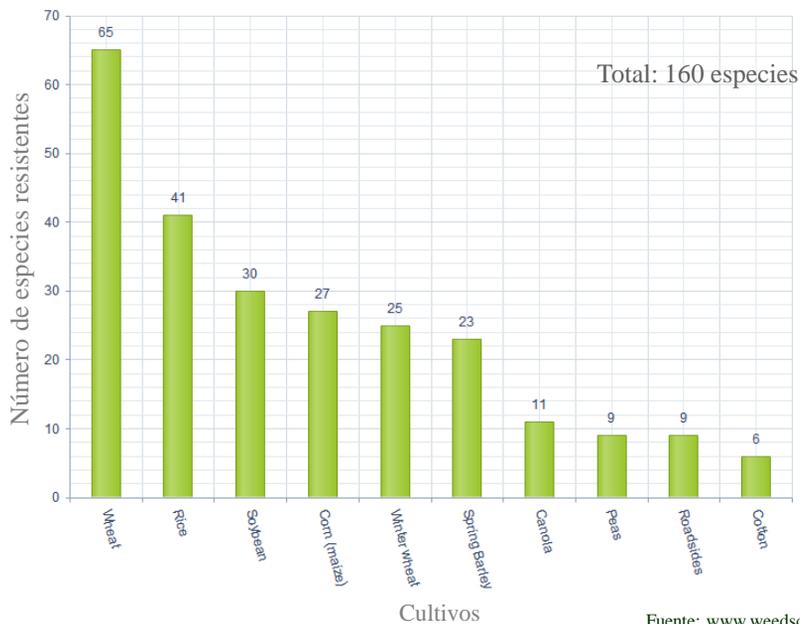
- Sulfonilúreas
- Imidazolinonas
- Triazolopirimidinas
- Pirimidinil (oxi/tio) benzoatos
- Sulfonylaminocarbonil-triazolinona

Inhibidores de ACCasa

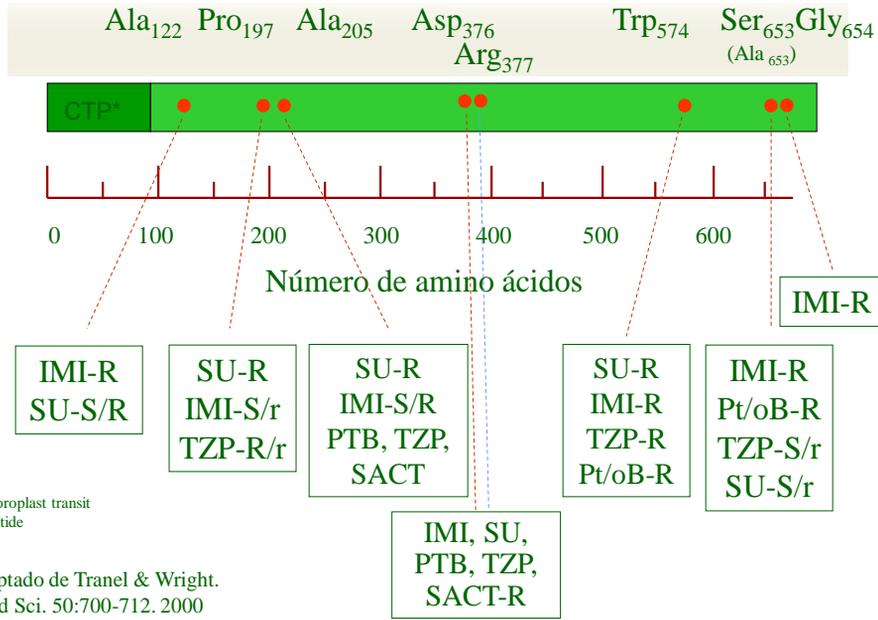
- Ariloxifenoxi propanoatos (fops)
- Ciclohexanodionas (dims)
- Aril-1,3-dionas (den) - Pinoxaden



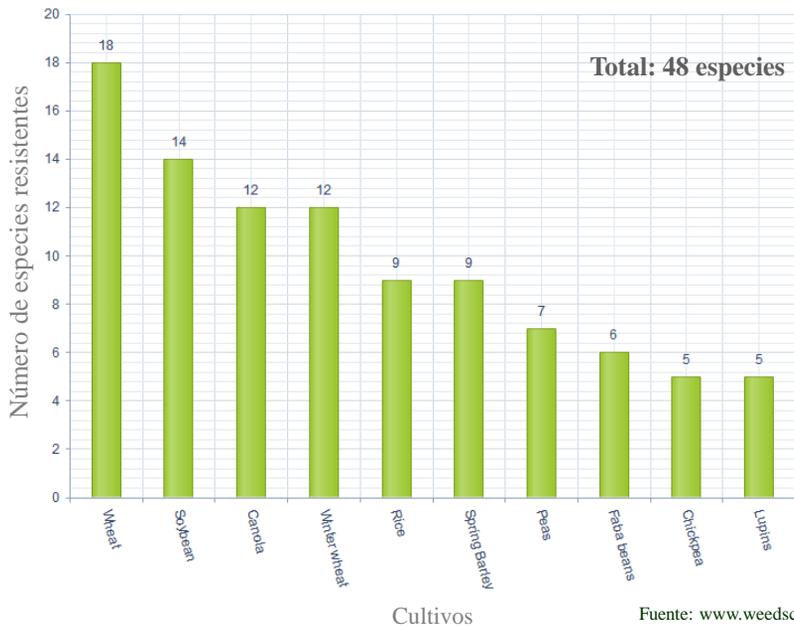
Resistencia a inhibidores de ALS



Inhibidores de ALS



Resistencia a inhibidores de ACCasa



Sustitución de amino ácido	Especie de maleza gramínea	Espectro de resistencia		
		FOPs	DIMs	DEN
Ile-1781-Leu I1781L/V/A/T	<i>Alopecurus myosuroides</i>	R	R	R
	<i>Avena fatua</i>	R	R	r
	<i>A. sterilis</i>	R	R	—
	<i>Lolium multiflorum</i>	—	R	—
	<i>L. rigidum</i>	R	R	R
	<i>Setaria viridis</i>	R	R	—
Trp-1999-Cys W1999C/L/S	<i>A. sterilis</i>	R ^d /S	S	—
Trp-2027-Cys	<i>A. myosuroides</i>	R	S	R
	<i>A. sterilis</i>	R/r	r	—
	<i>L. rigidum</i>	—	r	—
Ile-2041-Asn	<i>A. myosuroides</i>	R	S	r
	<i>A. sterilis</i>	R	r	—
	<i>Pbalaris paradoxa</i>	—	—	—
	<i>L. rigidum</i>	R	r/S	—
Ile-2041-Val	<i>L. rigidum</i>	S/R	S	—
Asp-2078-Gly	<i>A. myosuroides</i>	R	R	R
	<i>A. sterilis</i>	R	R	—
	<i>L. multiflorum</i>	R	R	R
	<i>L. rigidum</i>	R	R	R
	<i>P. paradoxa</i>	R	R	R
Cys-2088-Arg	<i>L. rigidum</i>	R	R	R
Gly-2096-Ala G2096A/S	<i>A. myosuroides</i>	R	r/S	S

Powles & Yu 2010

Resistencia por mutación del sitio activo

➔ *Alta propensión a mutación*

Inhibidores de transporte de electrones

C1

- Triazinas
- Triazinonas
- Uracilos

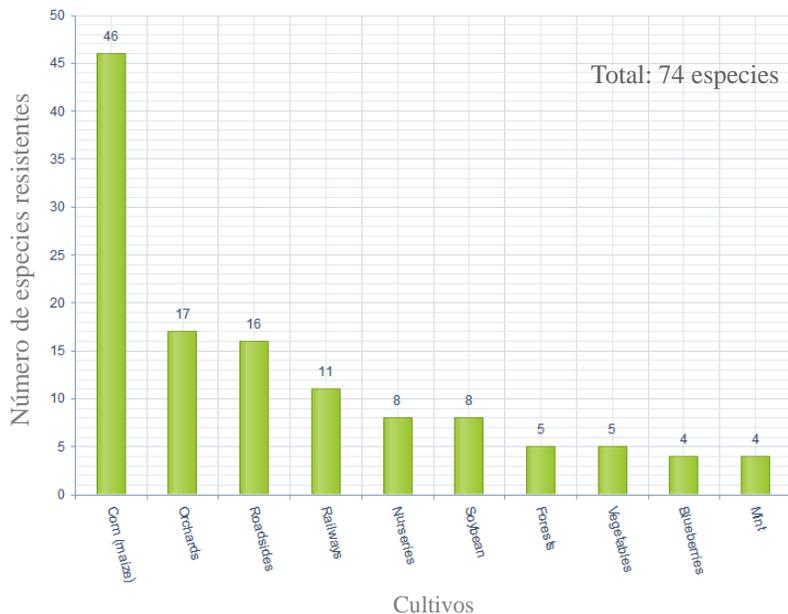
C2

- Ureas
- Amidas

C3

- Nitrilos
- Benzotiadiazinona

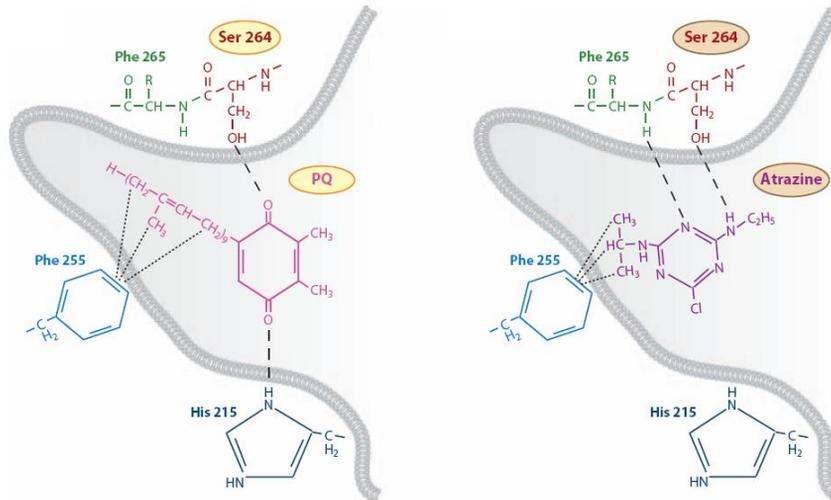
Resistencia a inhibidores de fotosíntesis



Inhibidores de fotosíntesis (FSII)

- Inhibidores del FSII compiten con la plastoquinona (PQ) por su sitio de acople en la proteína D1
- La inhibición del transporte de electrones en el FSII detiene la producción de NADPH y ATP y el ciclo de reducción del carbono, lo que conduce a inanición por carbohidratos y a estrés oxidativo
- La resistencia de sitio activo a las triazinas la confiere una mutación (Ser-264-Gly) en el gene cloroplástico *psbA* (de herencia materna) que codifica a D1
- La mutación Ser-264-Gly evita el acople de la triazina pero mantiene el de la PQ

Interacción de la plastoquinona (PQ) y atrazina con amino ácidos dentro del sitio de acople de PQ en D1



Annu. Rev. Plant Biol. 2010. 61:317–47



Abutilon theophrasti



Amaranthus palmeri

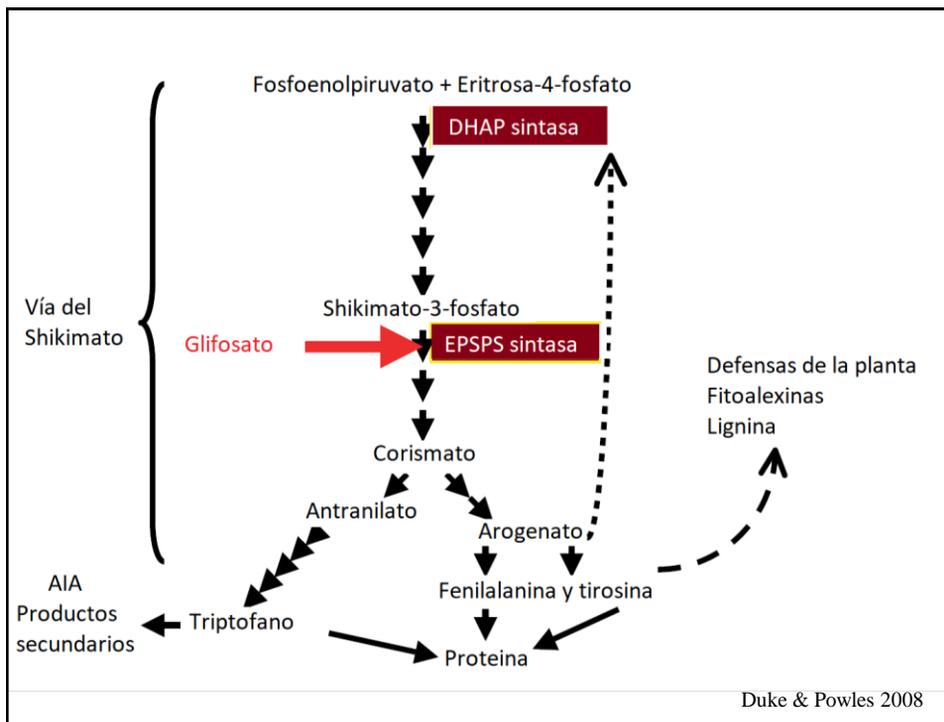
Elevada actividad de las GST confiere resistencia a atrazina en estas dos especies

Resistencia por mutación del sitio activo

➔ *Baja propensión a mutación*

Glifosato: Inhibidor de la EPSPS en la vía de síntesis de amino ácidos aromáticos

- El glifosato es el herbicida más usado en el mundo
- Resistencia documentada en 1996 en *L. rigidum* en Australia (población tratada por 15 años) y poco después en *E. indica* en Malasia



Resistencia a glifosato

- 41 especies (19 monocotiledóneas y 22 dicotiledóneas) incluidas en el Recuento
- Se ha presentado en cultivos de plantación, en sistemas de producción de labranza mínima y en cultivos transgénicos Roundup Ready®
- Niveles de resistencia de bajos a intermedios frecuentemente conferidos por mecanismos múltiples



Mutaciones en EPSPS

Especie	Mutación	IR	País
ELEIN	Pro106Ser	5/2.8	MY/FIL
	Pro106Thr		MY
	Thr102Ile + P106T	>30	Au, CN
LOLRI	Pro106Thr	3.4	Au
	Pro106Thr (+ trans)		S. África
LOLMU	Pro106Thr		Chile
	Pro106Ala	15	EE.UU.-CA
	Pro106Leu		S. África
ECHCO	P106T o/+ P106L	4-9/2	EE.UU./Au



Resistencia fuera del sitio activo

Metabolismo diferencial

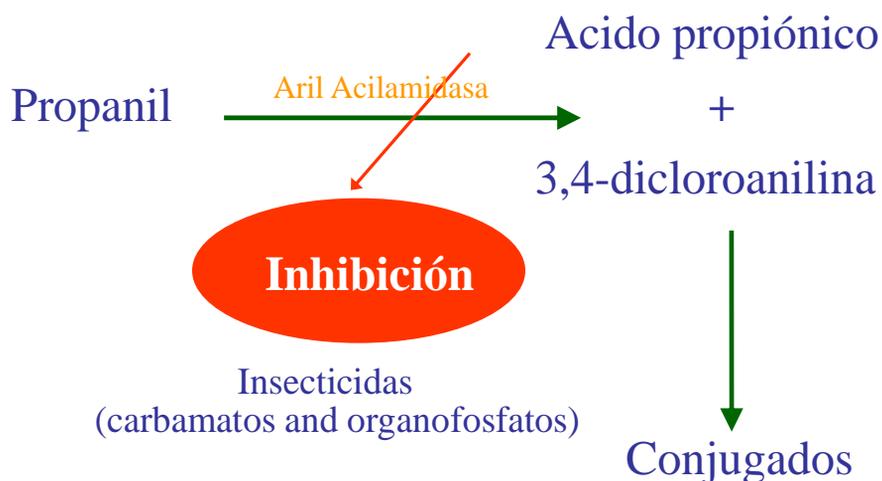
Propanil: Inhibidor de fotosíntesis (FSII)

- *E. colona* en Costa Rica y resto de CA, Colombia, México, Venezuela, Italia (*E. erecta*) y EE.UU.
- *E. crus-galli* en EE.UU., Grecia, Sri Lanka, Italia, Filipinas
- *Leptochloa chinensis* en Malasia
- *Ischaemum rugosum** y *L. scabra* (Venezuela)
- *Cyperus difformis* y *Schoenoplectus mucronatus* (EE.UU.)



*R-múltiple

Hidrólisis de propanil

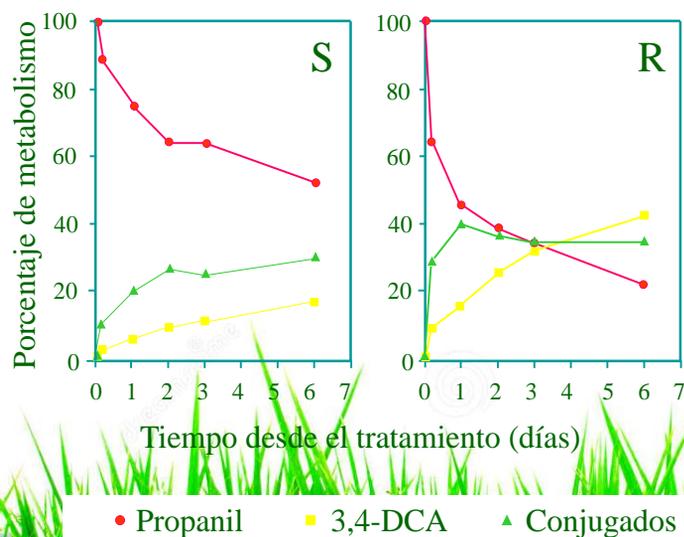


Resistencia a propanil

- Mecanismo de resistencia primario es el metabolismo acelerado por actividad acrecentada de arilacil amidasas (en *Echinochloa* spp y *L. chinensis*)
- Mimetismo bioquímico del mecanismo de selectividad del propanil en arroz



Metabolismo de propanil en *E.colona* de Costa Rica



Leah et al. 1995





Cyperus difformis evolves resistance to propanil

Bernal E. Valverde^{a,b}, Louis G. Boddy^c, Rafael M. Pedroso^d, James W. Eckert^d,
Albert J. Fischer^{d,*}

^aInvestigación y Desarrollo en Agricultura Tropical (Idea Tropical), PO Box 2191, Alajuela 4050, Costa Rica

^bFaculty of Life Sciences, The University of Copenhagen, Højebakkegaard Allé, 13, Taastrup DK-2630, Denmark

^cMarrone Bio Innovations, 2121 Second Street, Ste. B-107, Davis, CA 95618, USA

^dDepartment of Plant Sciences, University of California, Davis, CA, USA

Poblaciones también son resistentes a inhibidores de ALS: bensulfurón-metilo, imazosulfurón, halosulfurón-metilo y penoxsulam

Mutación Val 219 Ile en gene *psbA* confiere resistencia a propanil y resistencia cruzada a metribuzina, bromoxinil y diuron, pero no a atrazina

Esta mutación también confiere resistencia en *Schoenoplectus mucronatus* (Pedroso et al. 2016)

Resistencia fuera del sitio activo

Metabolismo diferencial

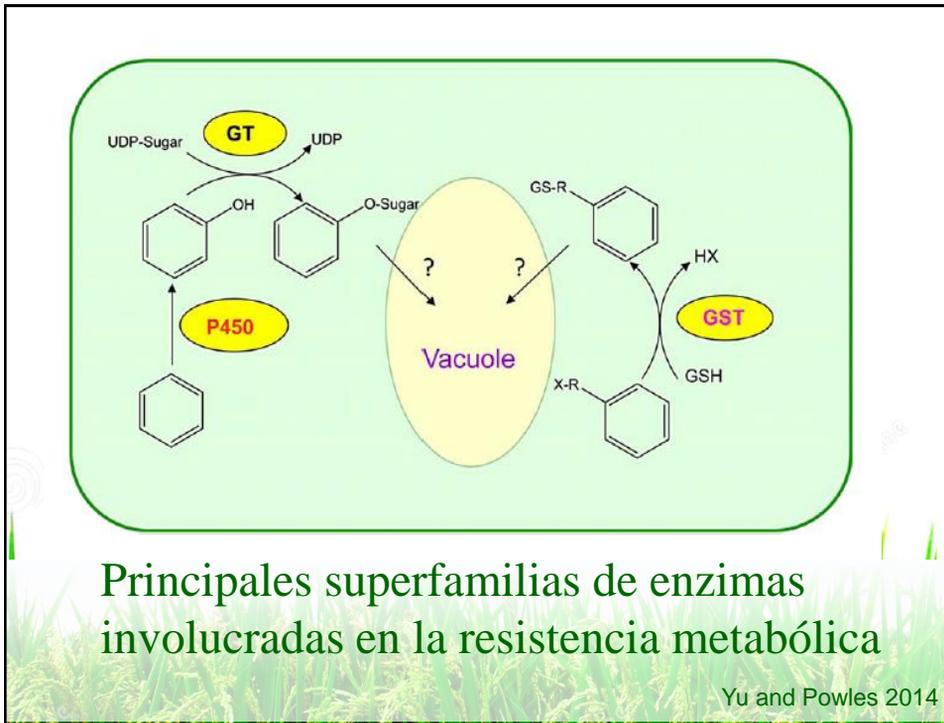
Inhibidores de ALS

- Casos en aumento
- Puede conferir niveles de resistencia elevados
- Involucra citocromos P₄₅₀
- Citocromos pueden ser inducidos por el herbicida

Inhibidores de ACCasa

- Mecanismo predominante
- Puede conferir niveles de resistencia elevados
- Metabolismo y neutralización de radicales libres mediante actividad peroxidasa de enzimas ϕ - y λ -GST y la producción de flavonoides protectores





Resistencia metabólica a inhibidores de ALS

- *CYP71AK2* y *CYP72A254* son inducidos por bispyribac (BPB) y se expresan más en un biotipo de *Echinochloa phyllopogon* resistente a BPB que en el susceptible (Iwakami et al. 2013)
- *CYP81A12* y *CYP81A21* confieren resistencia a bensulfuron in *E. phyllopogon* (Iwakami et al. 2014)
- *CYP81A12* y *CYP81A21* también confieren resistencia a diclofop, tralkoxidim y pinoxaden pero no a fenoxaprop (Iwakami et al. 2017, GHRC-Denver)

Resistencia fuera de sitio activo a herbicidas ALS en *Lolium* spp.



Duhoux et al. 2017. Plant Science 257:22–36

Se identificaron y validaron 19 genes marcadores asociados con RFSa a inhibidores de ALS en *Lolium* spp.

Estos marcadores codifican proteínas de familias involucradas en distintas fases del metabolismo de herbicidas

Resistencia fuera de sitio activo a herbicidas ALS en *Lolium* spp.

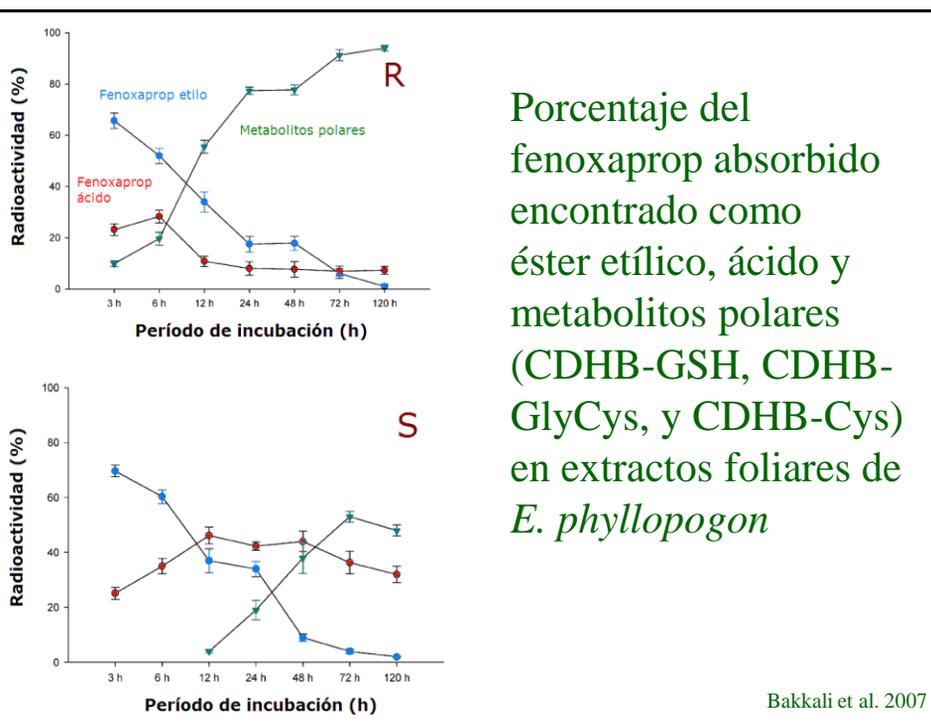
- Fase I, Enzimas de escisión y oxidativas: citocromos P450, hidrolasas o esterasas
*CYP72A, CYP72A2, CYP81B1**, *CYP81B2, HYDROL-A, HYDROL-B, ESTERA*
- Fase II, Enzimas conjugativas: transferasas, glicosil-transferasas, glutatión-S-transferasas
GST-phi-A, GST-tau-I, GST-tau-J, GST-tau-K, GT-A, GT-C, GT-D, TRANF
- Fase III, Transportadores de metabolitos conjugados: Transportadores ABC
ABC-A, ABC-B
- Fase IV, Enzimas catalizadoras de la degradación de metabolitos conjugados: peptidasas
PEPTIDA

CYP81B1 probablemente sea un homólogo de los genes *CYP81A12* y *CYP81A21* de *E. phylloponon*

Duhoux et al. 2017. Plant Science 257:22–36

E. phyllopogon resistente a fenoxaprop

- ED₅₀ (R): 110 g ia ha⁻¹, ED₅₀ (S): 11 g ia ha⁻¹
- También resistente a bispiribac, molinate y tiobencarbo
- ACCasa no alterada ni sobre-expresada
- Transporte diferencial no contribuye a la resistencia
- Metabolismo más eficiente en el biotipo resistente



Mecanismos múltiples para resistencia aumentada a un herbicida

Posibles mecanismos de resistencia a glifosato

Sitio activo

- Mutación en el gene *EPSPS*
- Mutación de un promotor
- Amplificación del gene *EPSPS* (mayor número de copias)

Fuera del sitio activo

- Reducción de absorción y transporte
- Secuestro en la vacuola
- Degradación diferencial en la planta
- Necrosis rápida de hojas tratadas

Combinación de mecanismos aumenta el nivel de resistencia



[Planta](#)

February 2016, Volume 243, Issue 2, pp 321–335

Multiple mechanism confers natural tolerance of three lilyturf species to glyphosate

Chanjuan Mao, Hongjie Xie, Shiguo Chen, Bernal E. Valverde, Sheng Qiang 

Ophiopogon japonicus (OJ), *Liriope spicata* (LS), y *L. platyphylla* (LP)

- Poseen tres amino ácidos únicos (Asp71Met, Ala112Ile, y Val201Met) en su *EPSPS*, que disminuyen el acople del glifosato, y perdieron el Glu91
- El glifosato aumenta la expresión del gene *EPSPS*
- OJ y LS tienen dos copias del gene *EPSPS*, LP tiene tres copias

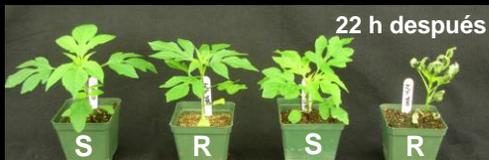
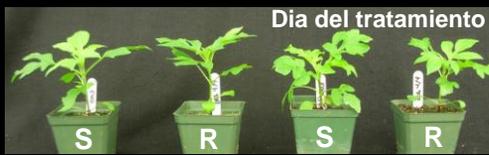




Necrosis rápida de hojas tratadas en *Ambrosia trifida*

Foto: Peter Sekkema

Respuesta de *Ambrosia trifida* a glifosato



Testigo

900 g ae ha⁻¹



Hojas tratadas todavía verdes

Nuevo crecimiento clorótico



Hojas tratadas neuróticas

Nuevo crecimiento en desarrollo

P. Sekkema

44 h; 900 g ae ha⁻¹; S vs R

Resistencia múltiple a herbicidas

- Afecta a una variedad de herbicidas con diferentes modos de acción
- Problema en crecimiento mundialmente
- De importancia económica en trigo y arroz; hace el control químico sumamente difícil
- Debida a mecanismos de sitio activo o de fuera del sitio activo, o ambos, en un mismo individuo o población
- Puede conferir resistencia a herbicidas nunca usados anteriormente



Echinochloa phyllopogon en California

Inh. síntesis lípidos:	molinate, tiobencarbo
ACCasa:	fenoxaprop, cyhalofop
ALS:	bispyribac, penoxsulam, halosulfuron, orthosulfamuron
Carotenoides:	clomazone
Auxínico:	quinclorac
FSI:	paraquat



Echinochloa crus-galli var. *crus-galli* de Anhui, CN

Síntesis AGCML: Butachlor

ACCasa: Cyhalofop

ALS: Penoxsulam

Pared celular: Oxaziclomefone

Tubulina: Pendimetalina

南京农业大学学报 2015,38(5):804-809
Journal of Nanjing Agricultural University

水稻田稗属 (*Echinochloa* spp.) 杂草
对稻田常用除草剂的敏感性



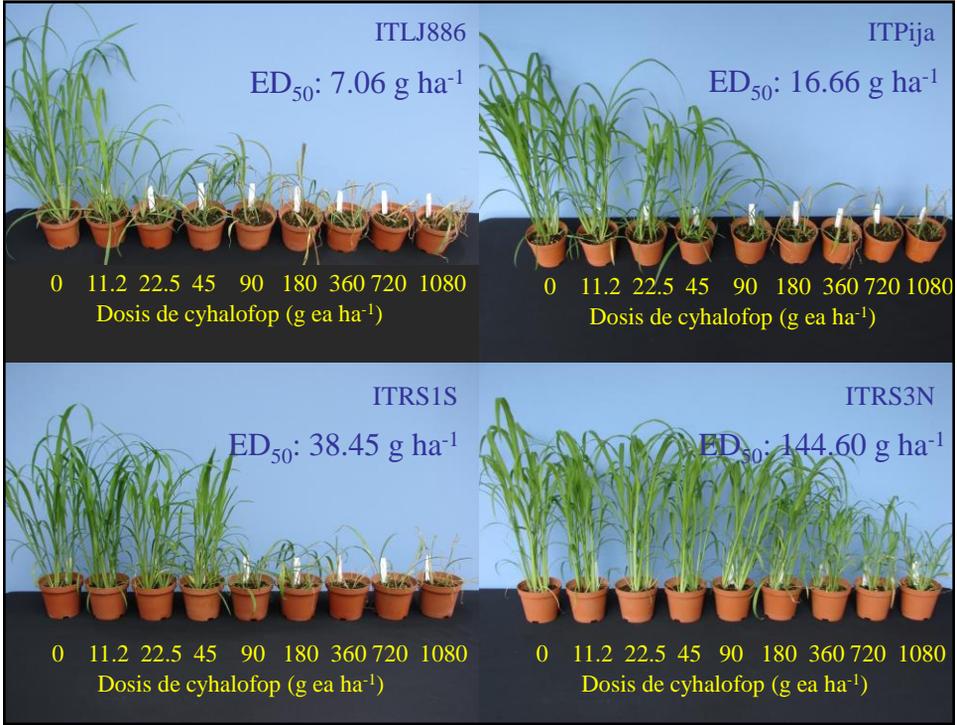
Casos confirmados en Costa Rica

<i>Echinochloa colona</i>	Propanil, ACCasa Múltiple
<i>Ixophorus unisetus</i>	ALS
<i>Oryza sativa</i> (arroz maleza)	ALS
<i>Eleusine indica</i>	ALS, Glifosato
<i>Poa annua</i>	ACCasa
<i>Paspalum paniculatum</i>	Glifosato
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	ACCasa
<i>Ischaemum rugosum</i>	ALS y ACCasa



Echinochloa colona en Costa Rica

FSII:	propanil
ACCasa:	fenoxaprop, cyhalofop
ALS:	bispyribac, penoxsulam, imazapir + imazapic
DOXP:	clomazone
Auxínico:	quinclorac
EPSPS:	glifosato (en studio)



Ixophorus unisetus y *Eleusine indica* resistentes a imazapir

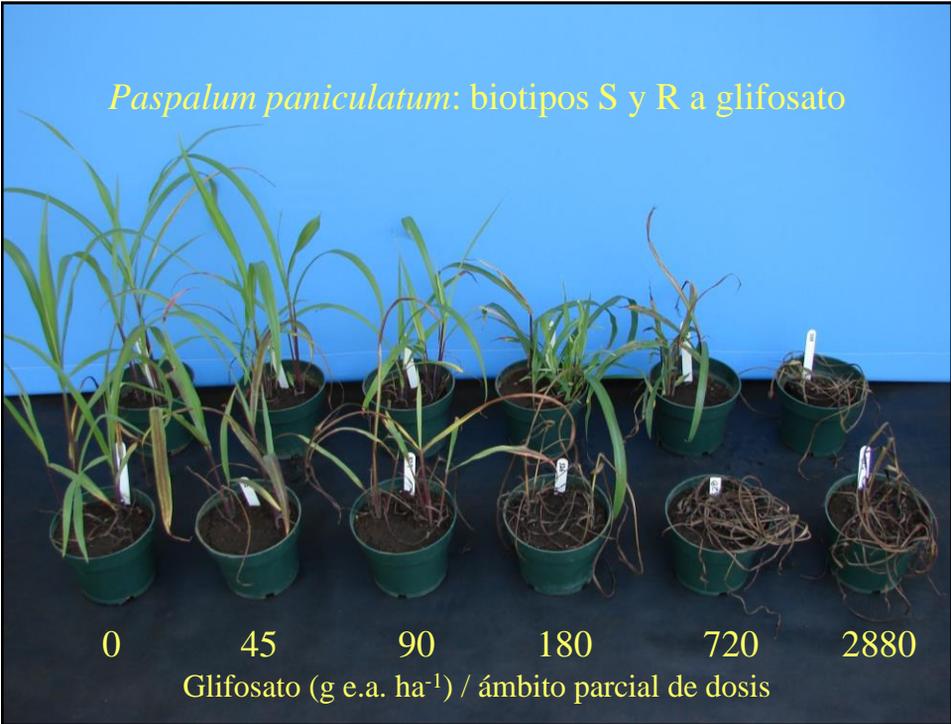
- Descubiertas en Costa Rica en 1989:
SETUN en canales de riego y drenaje en caña y arroz;
ELEIN en operación avícola
- También resistentes a imazaquin
e imazetapir
- Sin resistencia cruzada a
sulfometuron-metilo o clorsulfuron
- Sin importancia económica



Valverde et al. 1993



Flujo e introgresión de genes
de resistencia del arroz Clearfield
al arroz maleza
ha puesto en entredicho esta tecnología



Otros casos recientes estudiados por el grupo del Dr. Franklin Herrera

Ischaemum rugosum



Rottboellia cochinchinensis

La resistencia a herbicidas
es un problema complejo
que requiere de soluciones integrales



Prevención de la resistencia

Riesgo de resistencia es mayor en monocultivos altamente dependientes de los herbicidas

Prevención depende de buenas prácticas agronómicas

Estrategia “proactiva” que procura evitar la introducción de malezas resistentes o su selección en el campo

Tácticas preventivas también son útiles en el manejo de las poblaciones resistentes



Prácticas preventivas

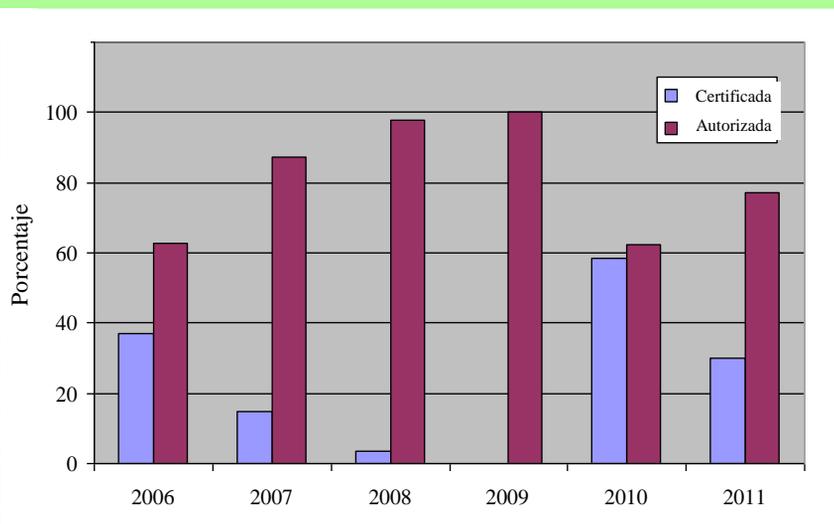


La prevención empieza con la siembra de semilla certificada, libre de contaminación con semillas de malezas resistentes





Proporción de semilla certificada y “autorizada” de arroz Clearfield sembrada en Costa Rica



Adaptado de informes anuales de la Oficina Nacional de Semillas

Prácticas preventivas

Preparación y cosecha de los campos con equipos limpios

Evitar el ingreso de semillas de malezas con el agua de riego

Monitoreo de los campos para detectar posibles individuos resistentes

Empleo adecuado de los herbicidas (producto, dosis, momento de aplicación, mezclas, etc.)

Evitar o limitar el flujo de genes de resistencia

Capacitación y divulgación de información y recomendaciones de manejo



Distribución en lote afectado (Tucumán)









Monitoreo de los predios para verificar eficacia y detección temprana de posibles casos de resistencia



Prácticas preventivas para reducir la presión de selección

Uso moderado de herbicidas proclives a seleccionar biotipos resistentes

Uso de herbicidas no persistentes

Dosis de aplicación del herbicida

↑ Resistencia de sitio activo monogénica

↓ Resistencia multifactorial o poligénica



Algunos herbicidas son poco propensos a la evolución de resistencia

Auxínicos (2,4-D, dicamba)

Inhibidores de la desaturasa del fitoeno (norflurazon, diflufenican)

Inhibidores de la PPO o Protox (flumioxazin)

Inhibidores de la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga (metolaclor)

Inhibidores de la sintetasa de la glutamina (glufosinato)



Prácticas preventivas para reducir la presión de selección

Empleo juicioso de los herbicidas haciendo mezclas y rotaciones adecuadas

Selección cuidadosa de herbicidas a usar en aplicaciones secuenciales

Rotación de cultivos



Cuadro de herbicidas con su grupo químico y mecanismo de acción

Características deseables de componentes de mezclas para el manejo de resistencia

- * Control de las mismas especies de malezas
- * Con persistencia similar
- * Con sitio de acción diferente
- * Degradados por mecanismos diferentes

EDIT View Go Bookmarks Tools Help

http://www.sinavimo.gov.ar/fto/asp_public/new_index.htm

SINAVIMO

SENASA Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

Redeam

Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas

NOTICIAS

ENTONCES:

1. ¿Es una sola maleza la que no es adecuadamente controlada?
2. ¿Fue esa maleza bien controlada por el herbicida con anterioridad?
3. ¿Utilizó el mismo herbicida en el lote durante varias campañas?

Si las respuestas a las tres últimas preguntas (o a la 1º y 2º) son afirmativas, puede estar en presencia de una posible resistencia de la maleza, al último herbicida utilizado

[COMPLETE LA FICHA DE COMUNICACIÓN](#) (haciendo click sobre el texto)

Luego envíela a: aleporesistente@sinavimo.gov.ar

DOCUMENTOS DE INTERÉS

- [Sorghum halepense L. Pers. \(Sorgo de Alepo\): base de conocimientos para su manejo en sistemas de producción. 2006. E. S. Leguizamón](#)

LINKS DE INTERÉS

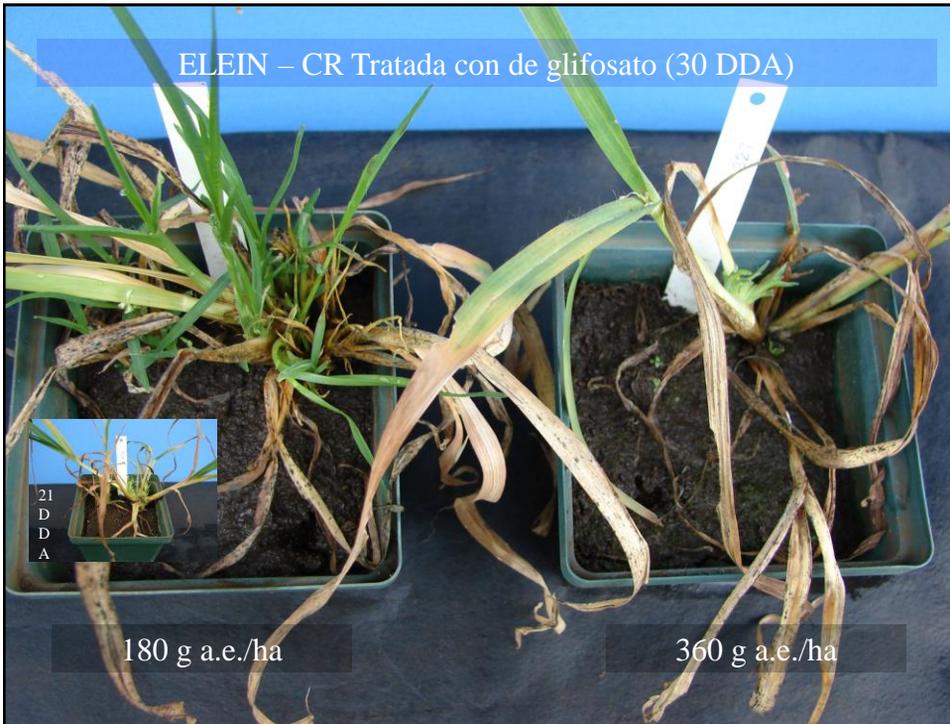
Manejo de la resistencia



Cortesía del Dr. Bao-Rong Lu

Detección oportuna y confirmación de la resistencia





El manejo de la resistencia es una estrategia de mediano a largo plazo

- Se requiere implementar tácticas que impacten el banco de semillas en el suelo



Tácticas para disminuir el banco de semillas

Prácticas de labranza y riego que promuevan la germinación antes de la siembra

Labranza cero o mínimo laboreo – depredación

Uso de herbicidas selectivos o prácticas culturales alternativas

Tratamientos o técnicas para evitar producción de semillas

Recolección o destrucción de semillas para evitar su ingreso en el banco







Foto: Andrew Storrie

Aplicación “selectiva” de un herbicida total a plantas que sobresalen del cultivo



Carretas para remover la paja del cultivo junto con la semilla de *Lolium* y *Raphanus raphanistrum*



Foto: Andrew Thompson

Destructor de semillas de Harrington





Piperofos y anilofos

- Herbicidas organofosforados
- Absorbidos por las raíces, coleoptilos y hojas de plántulas
- Proveen control selectivo de gramíneas anuales y ciperáceas, especialmente en arroz de riego
- Piperofos comercializado en mezcla con propanil y otros herbicidas. Anilofos usado principalmente como preemergente

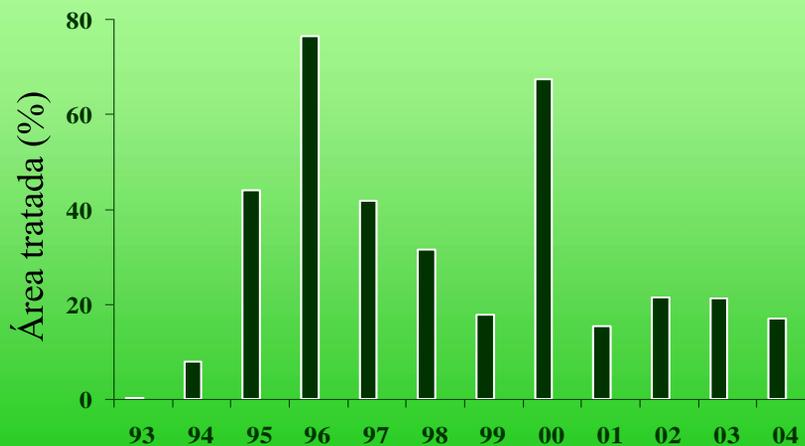
Efecto del piperofos en la eficacia y selectividad del propanil

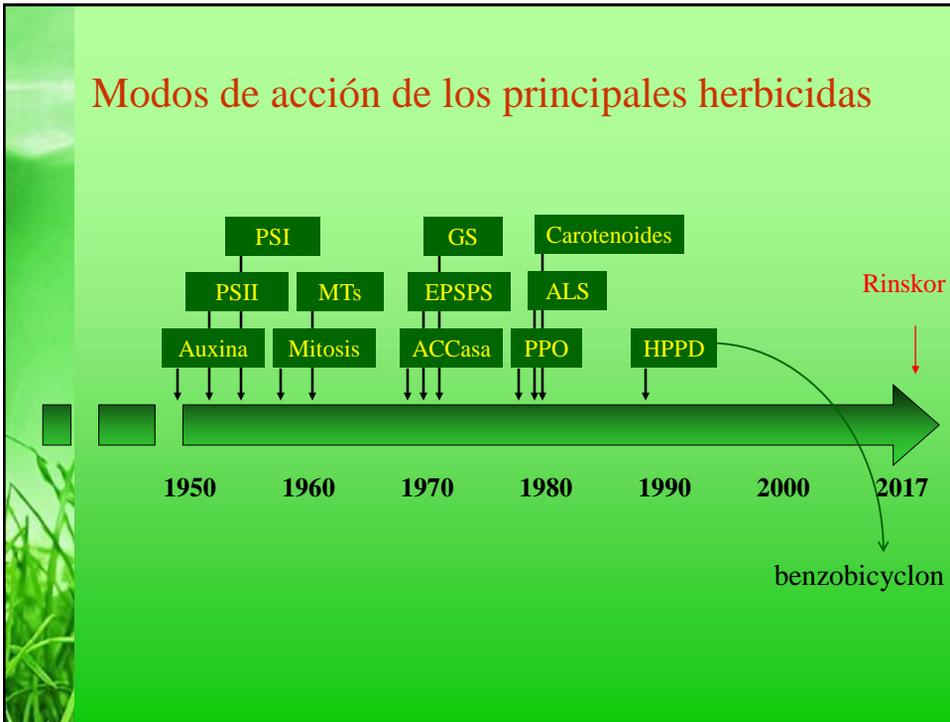
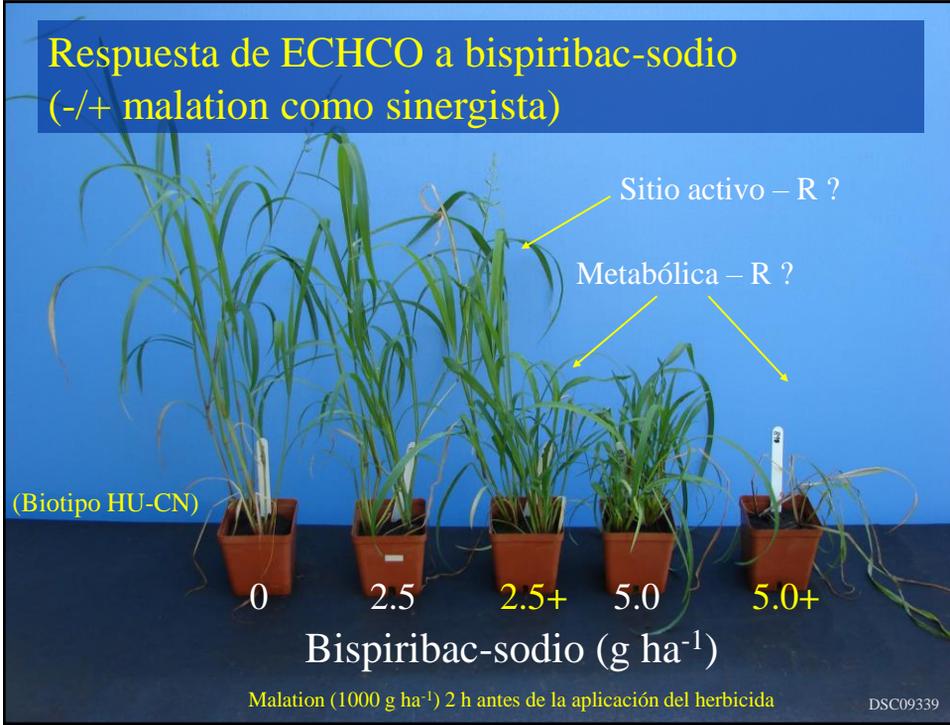
Población	Propanil solo	Propanil + Piperofos ¹
	GR ₅₀ (kg propanil ha ⁻¹)	
<i>E.c.</i> CR-19	5.2	0.6
<i>E.c.</i> CR-24	4.7	1.1
Arroz CR-5272	10.5	9.5
Arroz CR-1821	6.6	7.7

¹ Basado en formulación que contiene 440 g propanil + 40 g piperofos/litro

Factibilidad del uso de Sinergistas

Uso de propanil más piperofos
como porcentaje del área de arroz en Costa Rica

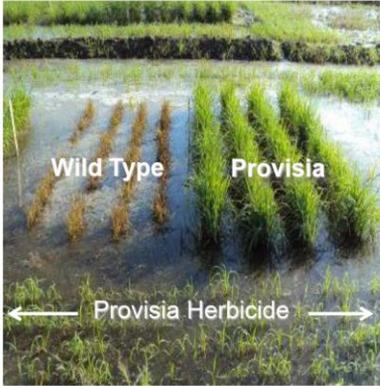






Provisia™ Rice Production System

Introduction



Provisia™ rice:

- » A new non-GM rice trait under development for red rice and broad spectrum grass control with select ACCase inhibitor herbicides
- » To be used in rotation with Clearfield rice and other crops

Provisia™ herbicide:

- » Active ingredient: quizalofop-p-ethyl
- » Registration pending for use in Provisia rice

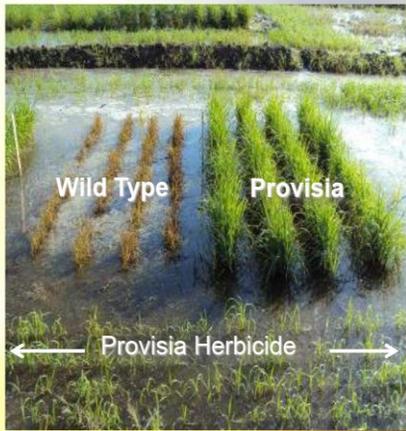
Basado en la mutación Gly2096Ser, la cual se ha identificado en *A. fatua* en Canadá y en *Phalaris paradoxa* en México resistentes a graminicidas (Beckie 2012, Cruz-Hipolito et al.2012)



Provisia™ Rice Production System

Summary

- The Clearfield® production system is important for red rice control and US rice production.
- The Provisia™ production system will provide an alternative trait and herbicide MOA to complement the Clearfield system.
- A stewardship program including Clearfield and Provisia trait / herbicide rotation, other crop rotations and additional agronomic practices will help ensure system longevity



→ The Provisia™ Rice system will be available in the last half of this decade

Algunas consideraciones sobre el programa Provisia

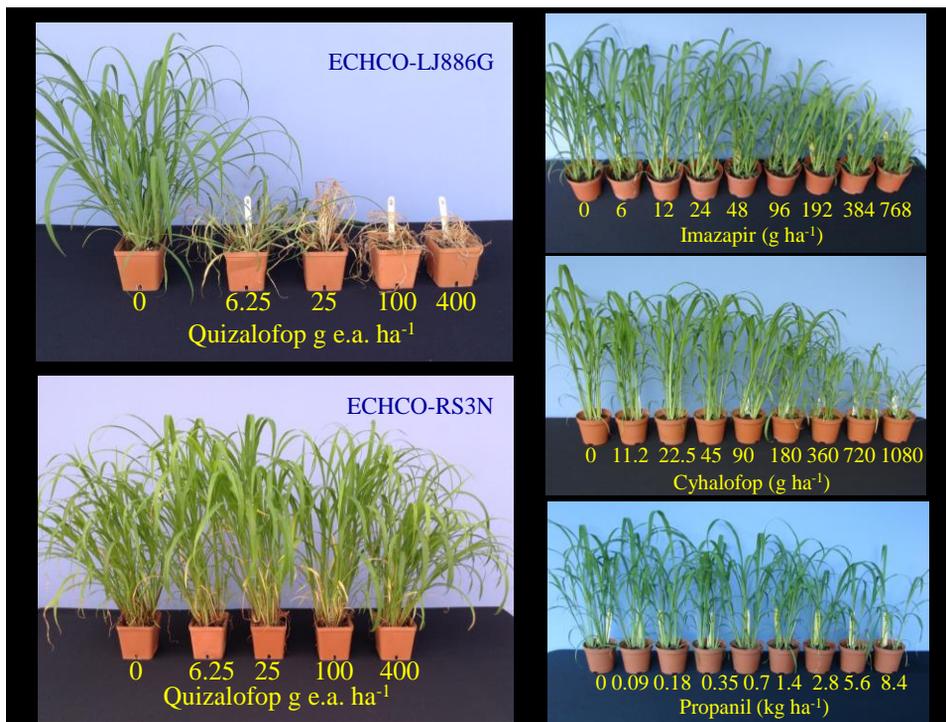
Variedades no son tolerantes a otros graminicidas (fluazifop, cletodim), pero se puede usar cyhalofop y fenoxaprop

Se requieren dos aplicaciones de quizalofop

Posibles problemas de deriva

Posibles antagonismos en mezclas de herbicidas

Resistencia metabólica cruzada





52% del área sembrada sometida a control manual
a un costo de US\$ 72/ha (máximo US\$ 370/ha)





Dr. Ian Heap

Agradecimiento

Director
International Survey
of Herbicide Resistant Weeds
Corvallis, Oregon, USA
IanHeap@WeedScience.org



Gracias por su atención



www.ideatropical.com