

Malezas Resistentes a Herbicidas

Proyecto Arroz INTA Corrientes

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Introducción

- Debido al crecimiento de la población, la investigación se centró en tecnologías rentables y sustentables, tendientes a aumentar la producción de alimentos.
- Los defensivos agrícolas, jugaron un rol importante en el aumento de la producción, controlando plagas, enfermedades y malezas.
- Inconvenientes inadvertidos para el productor y los investigadores, organismos resistentes:

1º Insectos (1908)

2º Hongos (1940)

3º Malezas (1968)



Introducción

Resistencia a herbicida: es la habilidad de una planta para sobrevivir y reproducirse, después de aplicado un herbicida en una dosis que normalmente sería letal para la mayoría de los individuos de la especie.

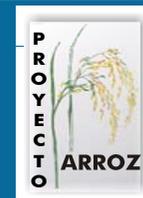
Conocer el mecanismo de resistencia a herbicidas nos permite:

- Entender los procesos bioquímicos de las plantas y los mecanismos de defensa de las plantas al herbicida.
- Desarrollar otra estrategia de manejo y control de la maleza.
- Identificados los genes pueden ser transferidos a cultivos.

¿Como se Genera la Resistencia?

MALA SUERTE

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



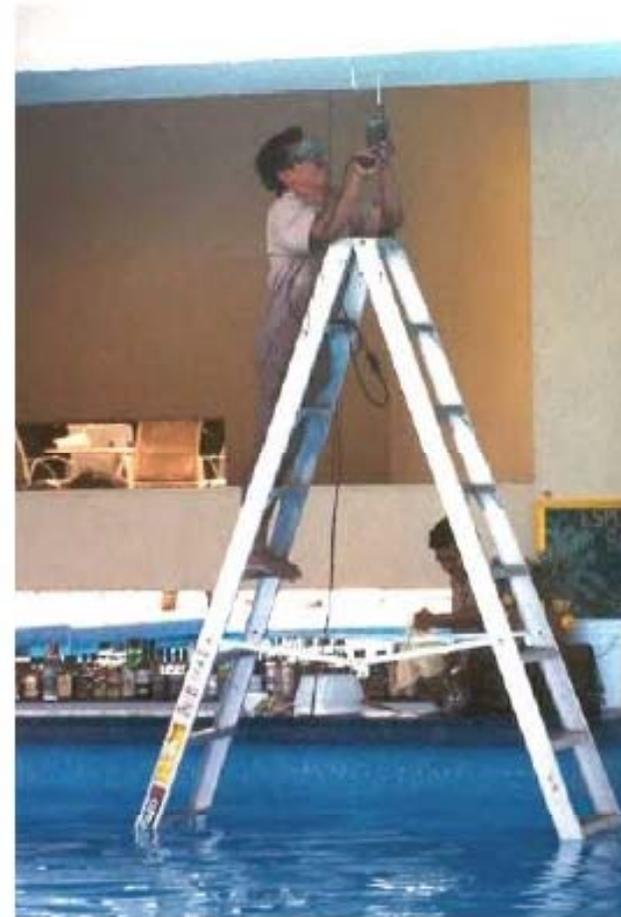
Mala Suerte



Cual es la Probabilidad de Tener esa "Mala Suerte"

Resistencia a herbicidas	Probabilidad
In. FS2 (p. ex. Atrazine)	1: 1 000 000 000 000
In. EPSPs (Glifosato)	1: 1 000 000 000
In. ALS (p. ex. Imazethapyr)	1: 1 000 000

Darle una Mano a la "Mala Suerte"



¿Cómo se Genera la Resistencia?

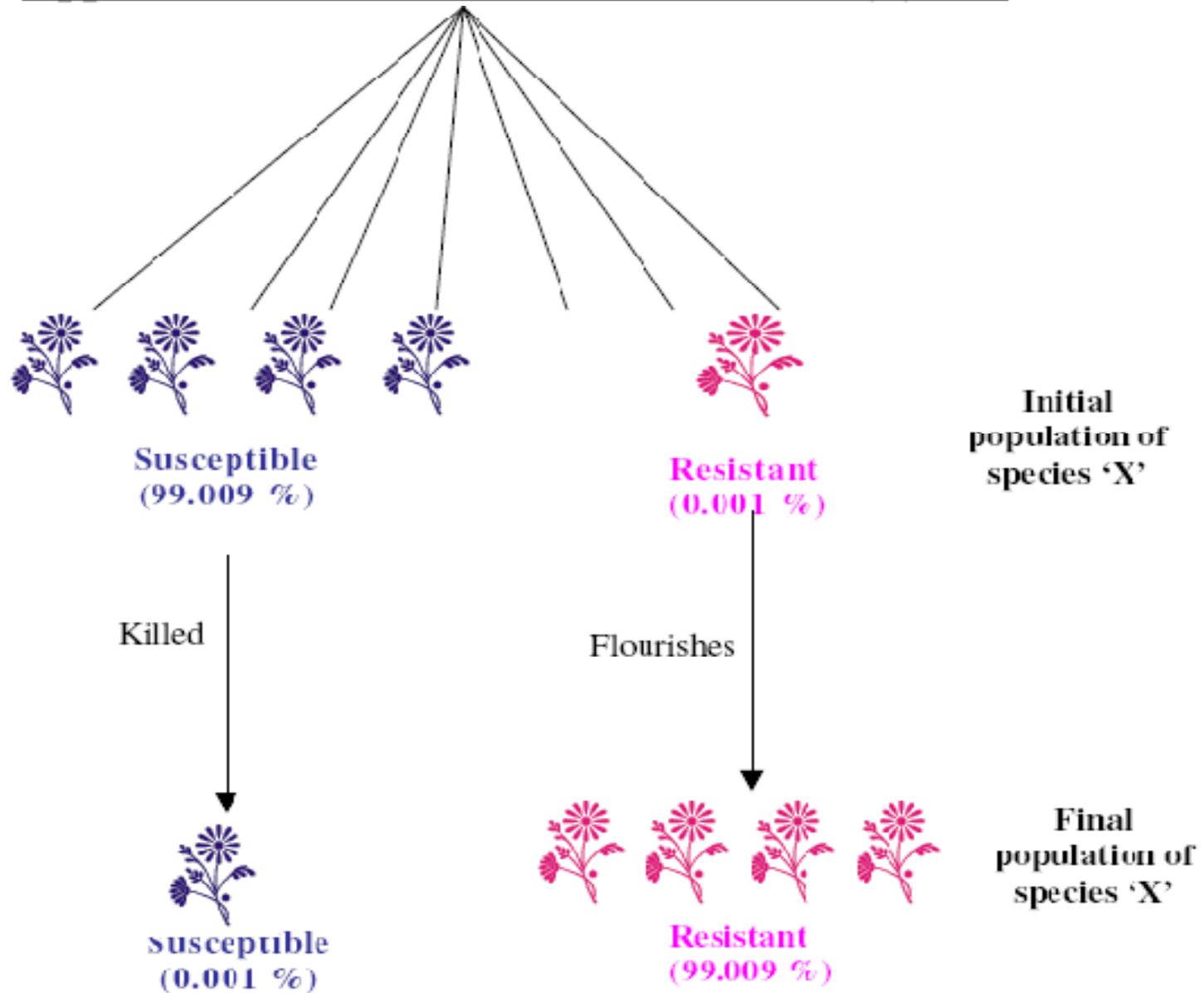
El herbicida no causa mutación sobre las plantas. La resistencia se genera por selección de mutaciones naturales o de pequeñas poblaciones preexistentes de plantas resistentes.

La maleza no cambia, cambia la población.

Población de malezas gran diversidad (pequeñas variaciones genéticas 1: un millón a 1: un billón).

Uso continuo de herbicida decrece drásticamente el biotipo sensible y crece dramáticamente el biotipo resistente.

Application of the same herbicide for many years



Como y Cuando es más Probable la Resistencia a Herbicidas

Depende de la maleza y del herbicida:

Maleza

- Frecuencia inicial de individuos resistentes: si la población inicial es alta (más rápida).
- Banco de semillas: grande (más lenta).
- Hipersensibilidad de la maleza al herbicida: más sensible (más rápida).

Como y Cuando es más Probable la Resistencia a Herbicidas

Herbicidas

- Falta de rotación de herbicidas: aplicación continua del mismo herbicida o de herbicidas diferentes pero con mismo modo de acción (más rápida).
- Herbicidas con efecto residual prolongado: el control más prolongado del biotipo susceptible (más rápida).
- Herbicidas con un solo modo de acción: (más rápida).

Mecanismo de Resistencia a Herbicidas

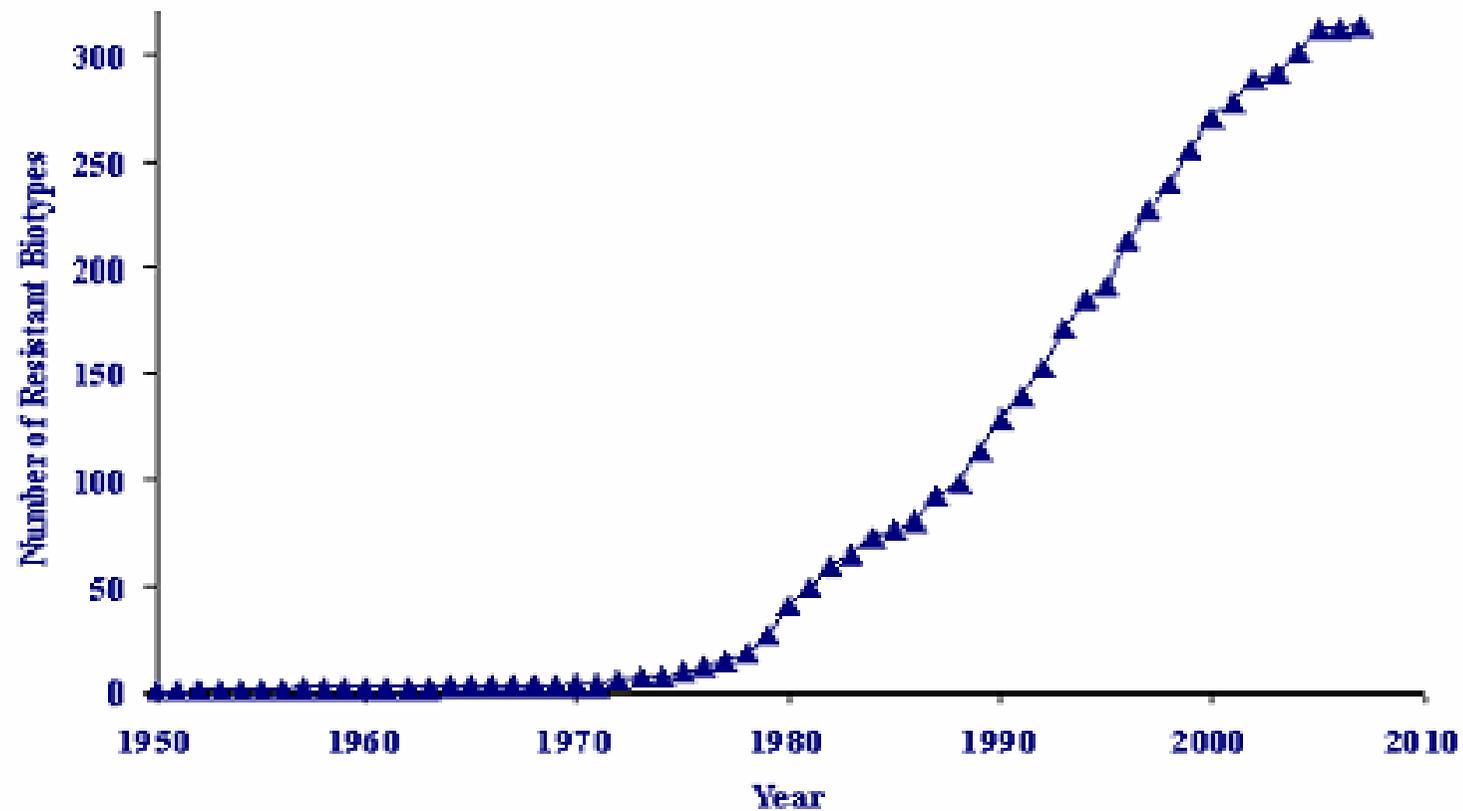
Se lo puede separar en dos grupos:

Resistencia por exclusión del herbicida: son aquellos mecanismos que utiliza la planta para impedir que el herbicida llegue al sitio de acción. (Más de un modo de acción, se puede contrarrestar con aumento de dosis).

Resistencia por cambios en el sitio de acción del herbicida: mecanismos por el cual el herbicida no puede actuar sobre el sitio de acción. (un modo de acción, no varía con aumento de dosis).

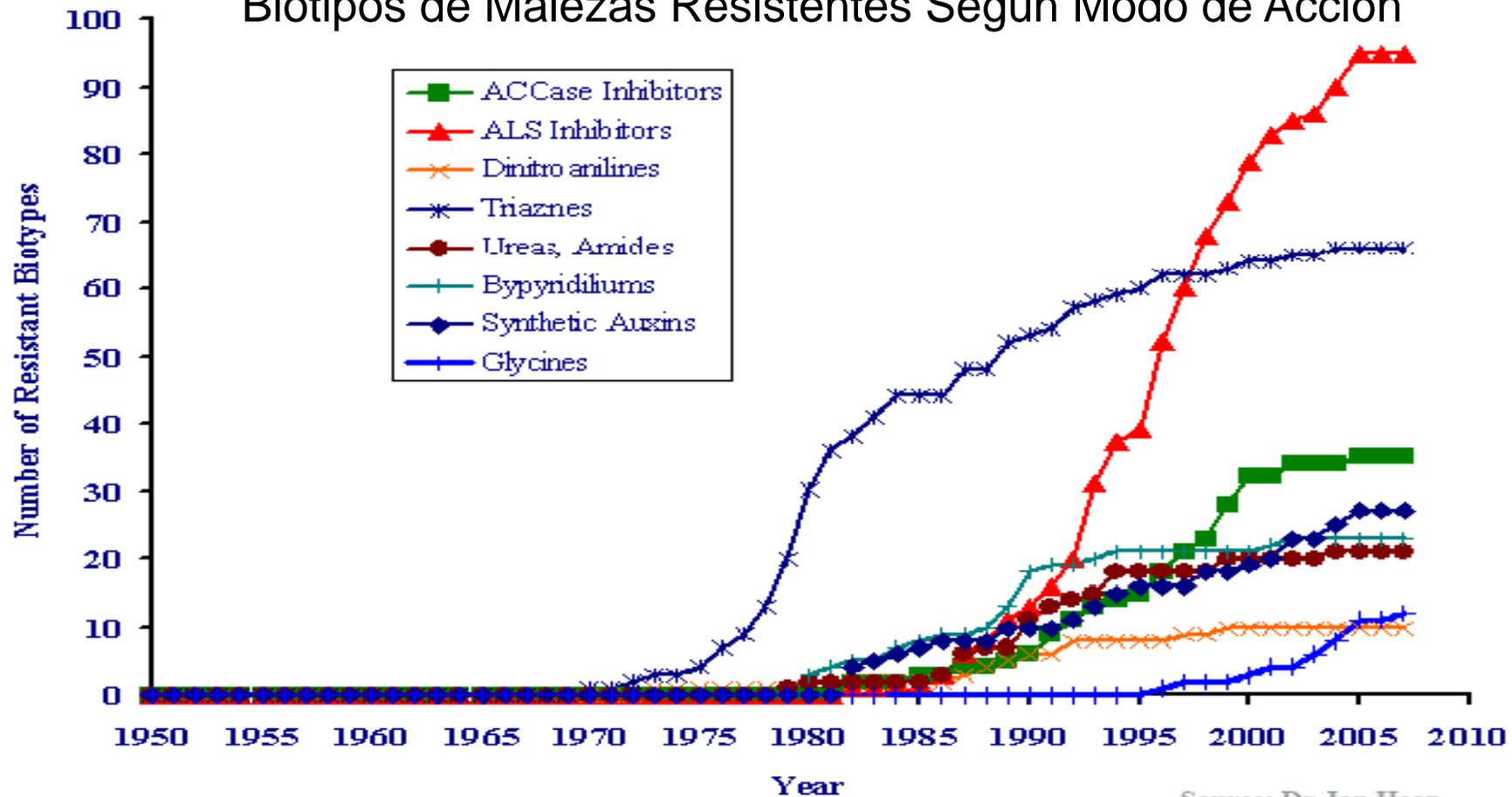
Evolución de Malezas Resistentes

Biotipos de Malezas Resistentes



Evolución de Malezas Resistentes

Biotipos de Malezas Resistentes Según Modo de Acción



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

Malezas Resistentes en Arroz Asia

<i>16 Sp</i>	<i>I. ALS</i>
<i>Cchinochloas, Eleusine, Leptochloa</i>	<i>I. ACCase</i>
<i>Limnocharis , Sphenoclea, Fimbristilis.</i>	<i>I. Auxinas</i>
<i>Eleusine indica.</i>	<i>I. EPSPs</i>
<i>Ischaemum rugosum.</i>	<i>I.FSI</i>
<i>Echinochloa crus-galli.</i>	<i>Varios</i>

Malezas Resistentes en Arroz Europa

<i>Alisma plantago-lanceolata</i>	<i>i. ALS</i>
<i>Cyperus difformis</i>	<i>i. ALS</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Propanil</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>i. ALS</i>
<i>Echinochloa erecta</i>	<i>Propanil + Quinclorac</i>
<i>Echinochloa hispida</i>	<i>Quinclorac</i>
<i>Echinochloa oryzicola</i>	<i>Quinclorac</i>
<i>Echinochloa oryzoides</i>	<i>Quinclorac</i>
<i>Scirpus maritimus</i>	<i>i. ALS</i>
<i>Scirpus mucronatus</i>	<i>i. ALS</i>



Herbicide Susceptibility Chart

Herbicide: Grouped by Mode of Action	Barnyardgrass	Early Watergrass	Late Watergrass	Sprangliar	Smallflower	Ricefield bulrush	CA arrowhead	Ducksalad	Redstem	Monochoria
ALS Inhibitor										
Londax	R	R	R		R	R	R		R	
Granite	r	r	R		○	R	R		R	●
Regiment	R	R	R			R	R	○	○	○
ACCase										
Whip	R	R	R	●						
Clincher	R	R	R	●						
Lipid Inhibitor										
Ordram	R	R	R							
Bolero/Abolish	R	R	R	●	●					
PSII Inhibitor										
Stam/Wham	●	●	●		●	●	○	○	○	○
Pigment Inhibitor										
Cerano	r	r	R	●						
Auxin Mimic										
Grandstand						●			●	
Protox Inhibitor										
Shark					●	●	●	○	○	○

Legend

Type resistance: R - TS; \mathbb{R} - EMD

- control
- suppression
- R, \mathbb{R} - resistant, poor control
- r - moderately resistant, may escape

Malezas Resistentes en Arroz EEUU California



Rendimiento de Arroz California (EEUU)



Malezas Resistentes en Arroz Brasil

Espécie	Nome comum	Mec. de ação
<i>Cyperus difformis</i>	Junquillo	ALS
<i>Echinochloa crus-galli</i> <i>Echinochloa crus-pavonis</i>	Capim-arroz	Quinclorac
<i>Sagittaria montevidensis</i>	Sagittaria	ALS
<i>Fimbristylis miliacea</i>	Fimbristyllis	ALS
<i>Oryza sativa</i>	Arroz colorado	ALS
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Capim-arroz	ALS

Capim arroz escape da aplicação de Imazethapir + Imazapic, Bispiribac e Quinclorac Brasil RS (2008/09)



Malezas Resistentes en Arroz Argentina

- I. ALS (Nominee, Ricer, Kifix): Echinochloa sp.
- I. ALS (Nominee, Ricer, Kifix, Sirius): Ciperus iria.

Soluciones Para la Mala Suerte



Estrategias para Manejar y Prevenir Malezas Resistentes a Herbicidas

1) Rotar herbicidas con diferentes modos de acción.

Herbicidas Usados en Arroz Según Modo de Acción en Argentina

Inhibidores de Auxina (Hormonales)			
Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción	Controla
2,4 -D	Aminol 806	Auxina	Hoja Ancha
Dicamba	Banvel	Auxina	Hoja Ancha
Dicamba + Metsulfuron	Misil II	Auxina + I. ALS	Hoja Ancha
Picloran	Tordón	Auxina	Hoja Ancha
Quinclorac	Facet	Etileno/Auxina	Gram. y H. Ancha

Estrategias para Manejar y Prevenir Malezas Resistentes a Herbicidas

Herbicidas Usados en Arroz Según Modo de Acción en Argentina

Inhibidores de Aceto Lactato Sintetase			
Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción	Controla
Bispyribac-sodium	Nominee 400 SC	I. ALS	Gran. Cyp. y H. An.
Metsulfuron-methyl	Metsulfuron	I. ALS	Hoja Ancha
Penoxsulam	Ricer	I. ALS	Gran. Cyp. y H. An.
Pyrazosulfuron-ethyl	Sirius 250 SC	I. ALS	Cyperáceas
Imazapyr + Imazapic	Kifix	I. ALS + I. ALS	Gran. Cyp. y H. An.

Inhibidores del Fotosistema I			
Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción	Controla
Propanil	Stam 360 y 480	I. Fotoss I	Gramíneas
Paraquat	Paraquat	I. Fotoss I	Total

Estrategias para Manejar y Prevenir Malezas Resistentes a Herbicidas

Herbicidas Usados en Arroz Según Modo de Acción en Argentina

Inhibidores de Acetil Coa Carboxilase			
Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción	Controla
Clefoxydim	Aura	I. ACCase	Gramíneas
Cyhalofop-butyl	Clincher	I. ACCase	Gramíneas

Inhibidores del Crecimiento, de la Síntesis de Caroteno, de la Fosfo Enol Piruvato Sintetasa, del Fotosistema II y de la síntesis de tubulina.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción	Controla
Molinate	Ordram 720 CE	I. Cresc PA	Gramíneas
Molinate	Ordram 200 GR	I. Cresc PA	Gramíneas
Clomazone	Comand	I. Caroteno	Gramíneas
Glyphosato	Varios	I. EPSPs	Total
Bentazon	Basagrán 600	I. Fotos II	Cyp y H. Ancha
Pendimethalin	Herbadox	I. Tubulina	Gramíneas

Estrategias para Manejar y Prevenir Malezas Resistentes a Herbicidas

2) Usar Mezclas de Herbicidas: es común usar mezclas para aumentar el espectro de malezas a controlar. Para el manejo de resistencia, se recomienda usar mezclas para controlar el mismo tipo de malezas.

Características de una buena mezcla: Controlar las mismas malezas. Tener modo de acción diferentes. Tener % de control semejantes. Tener residualidad semejante. Metabolizarse de manera diferente.

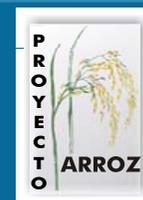
3) Usar herbicidas solo cuando es necesario.

4) Evitar escapes: Se deben prevenir los escapes usando dosis óptimas, momento adecuado y manejar el riego. Prevenir diseminación de semillas de biotipos resistentes.

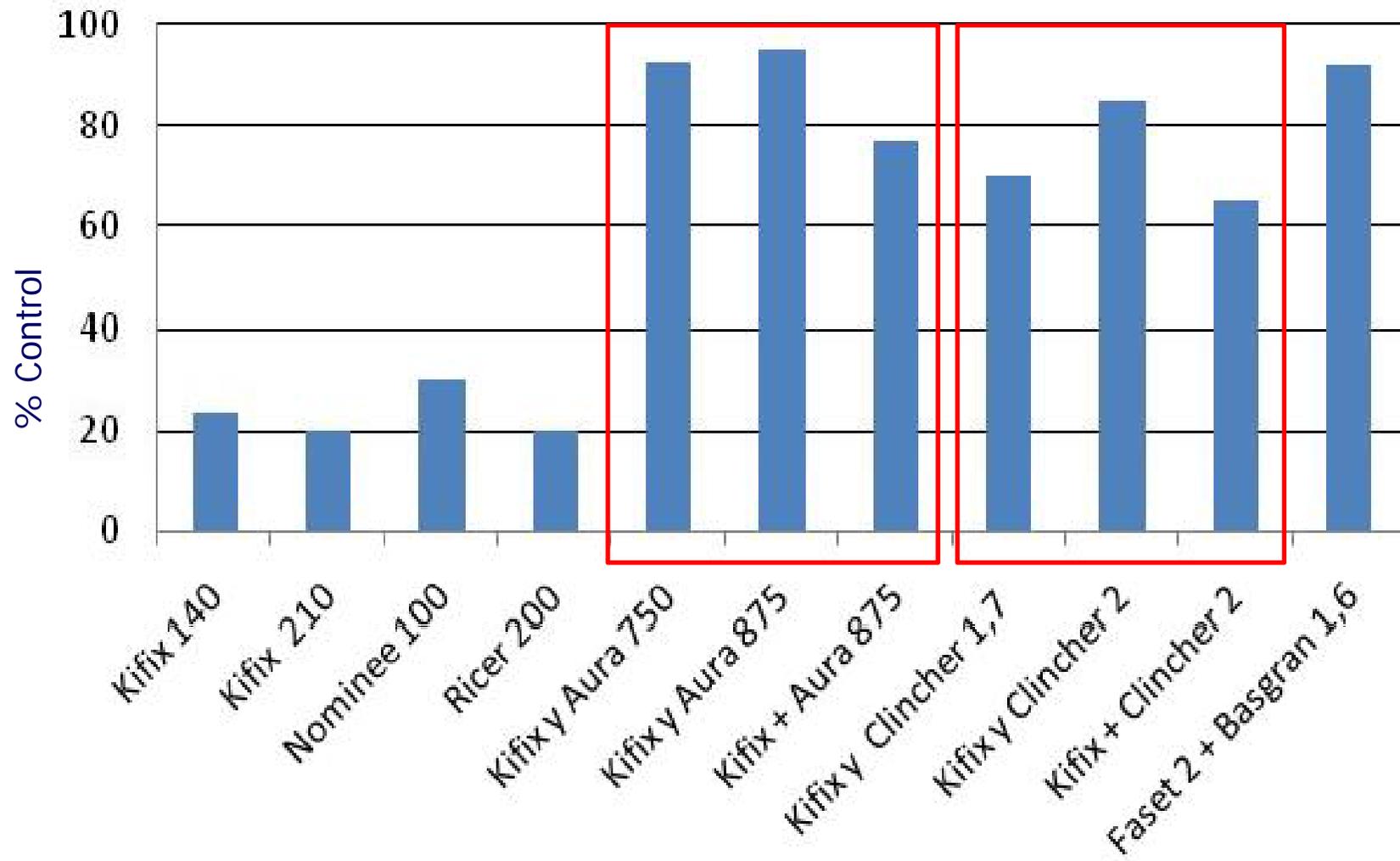
Estrategias para Manejar y Prevenir Malezas Resistentes a Herbicidas

- 5) Usar herbicidas pre y pos emergentes: de esta manera se asegura un mejor control, con herbicidas de modo de acción diferentes.
- 6) Usar cultivos resistentes a herbicidas: Tecnología CL.
- 7) Recorrer el lote antes y después de aplicar herbicidas: si existen escapes después de aplicado el herbicida, erradicar los focos.
- 8) Adoptar control integrado: control cultural o mecánico, herbicidas totales e intercalar sistemas de preparación y siembras diferentes.
- 9) Rotación de cultivos.
- 10) Sembrar semillas libres de malezas.

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

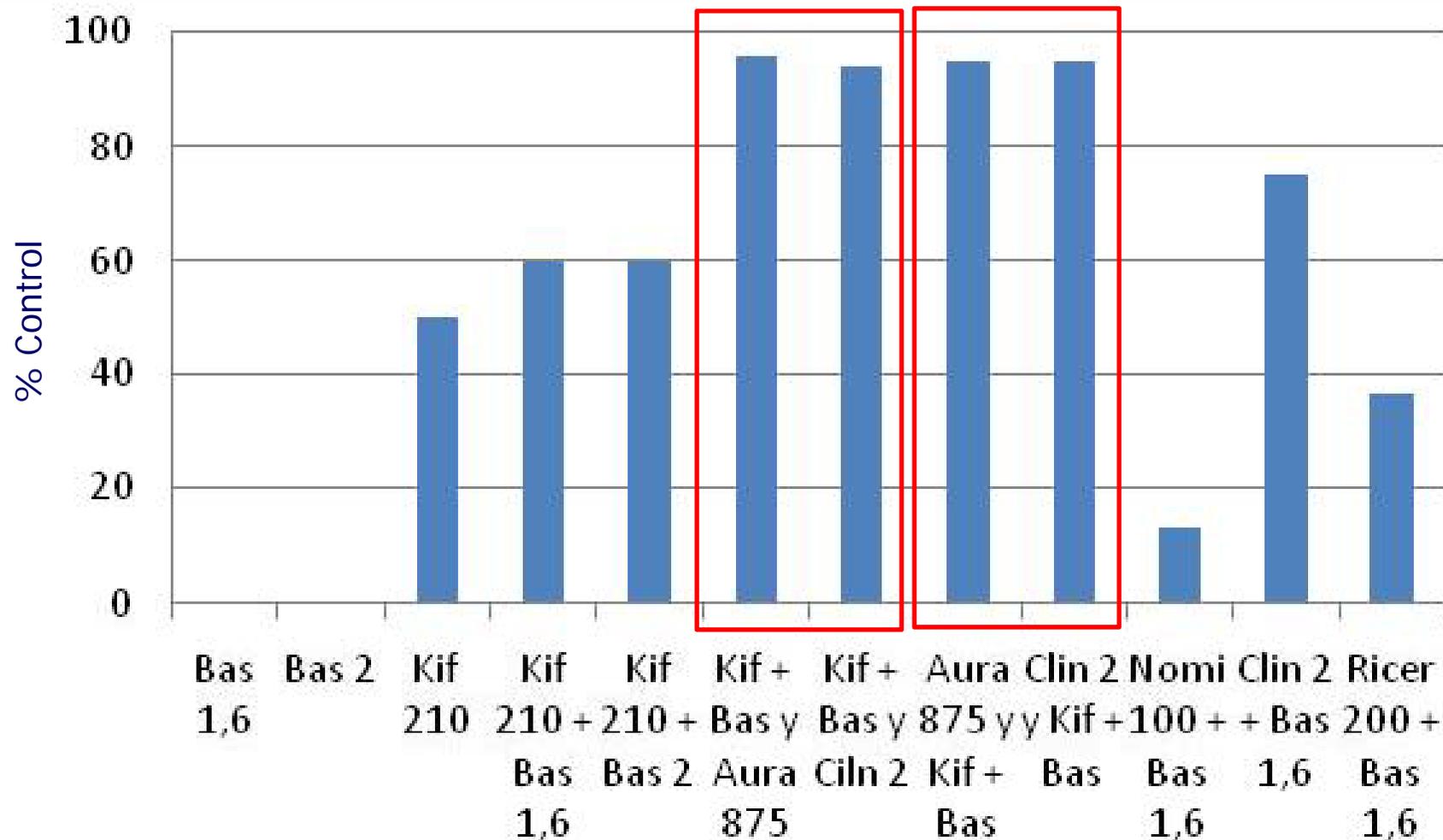


Control de Capín Resistente a Inhibidores de ALS



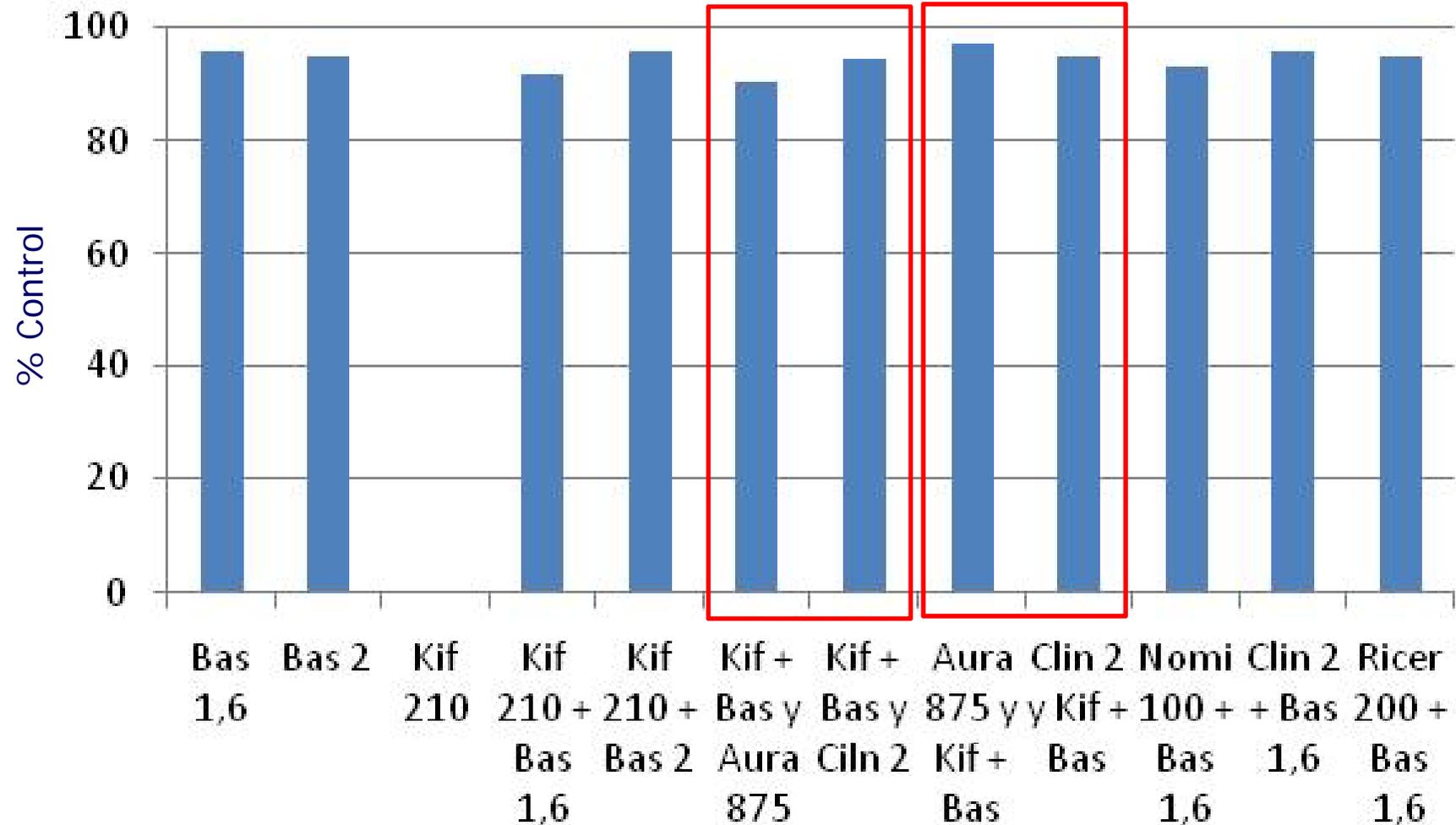
Control de Capín y Cyperus iria Resistentes a Inhibidores de ALS

Capín



Control de Capín y Cyperus iria Resistentes a Inhibidores de ALS

C. iria



Gracias por la Atención

Alejandro Fausto Kraemer EEA INTA Corrientes

akraemer@corrientes.inta.gov.ar

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ingrediente activo	Nombre comercial	Modo de acción	Controla
2,4 -D	Aminol 806	Auxina	Hoja Ancha
Dicamba	Banvel	Auxina	Hoja Ancha
Dicamba + Metsulfuron	Misil II	Auxina + I. ALS	Hoja Ancha
Picloran	Tordon	Auxina	Hoja Ancha
Quinclorac	Facet	Etileno/Auxina	Gram. y H. Ancha
Propanil	Stam 360 y 480	I. Fotos I	Gramíneas
Paraquat	Paraquat	I. Fotos I	Total
Clefoxydim	Aura	I. ACCase	Gramíneas
Cyhalofop-butyl	Clincher	I. ACCase	Gramíneas
Bispyribac-sodium	Nominee 400 SC	I. ALS	Gran. Cyp. y H. An.
Metsulfuron-methyl	Metsulfuron	I. ALS	Hoja Ancha
Penoxsulam	Ricer	I. ALS	Gran. Cyp. y H. An.
Pyrazosulfuron-ethyl	Sirius 250 SC, Ciperex	I. ALS	Cyperaceas
Imazapyr + Imazapic	Kifix	I. ALS + I. ALS	Gran. Cyp. y H. An.
Clomazone	Comand	I. Caroteno	Gramíneas
Molinate	Ordram 720 CE	I. Cresc PA	Gramíneas
Molinate	Ordram 200 GR	I. Cresc PA	Gramíneas
Glyphosato	Varios	I. EPSPs	Total
Bentazon	Basagran 600	I. Fotos II	Cyp y H. Ancha
Pendimethalin	Herbadox	I. Tubulina	Gramíneas

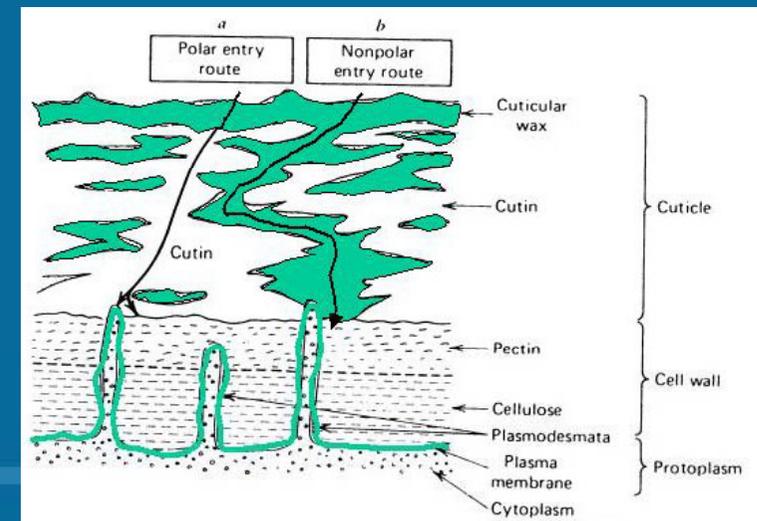
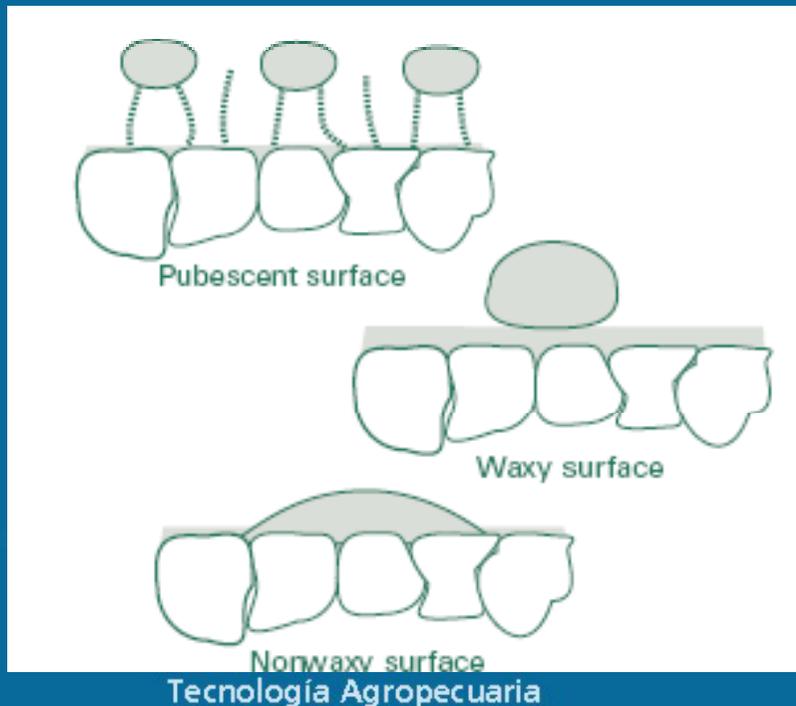
Resistencia de Echinochloa en el Mundo

- Resistencia a todos los herbicidas selectivos para arroz.
- Resistencia Cruzada (resistencia a herbicidas de diferentes mecanismos de acción).
- Mecanismos de resistencia: metabolización (niveles crecientes de resistencia, interacción con otros herbicidas + condiciones ambientales).



Resistencia por Exclusión del Herbicida

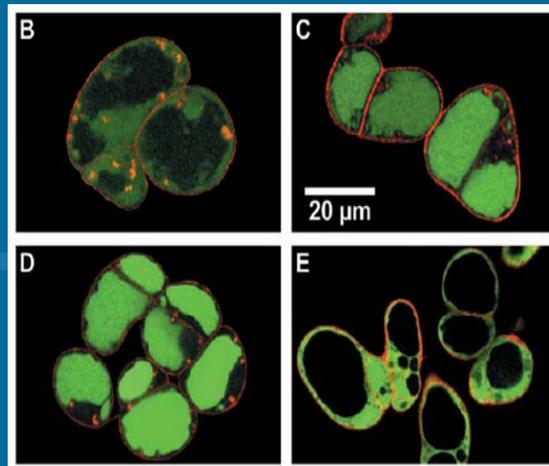
1) Mecanismos que impiden la entrada del herbicida a la planta: en los biotipos resistentes se ve disminuida la penetración del herbicida por sobre producción de cera, pubescencia, reducción del área foliar, etc.



Resistencia por Exclusión del Herbicida

2) Inhiben la traslocación del herbicida: en los biotipos resistentes el transporte del herbicida, una vez dentro de la planta, se ve disminuido, ya sea por floema o xilema (simplasto o apoplasto).

3) Compartimentalización: el herbicida es confinado en diferentes compartimentos dentro de la célula antes de que alcance el sitio de acción (vacuolas, complejo de golgi, etc.).



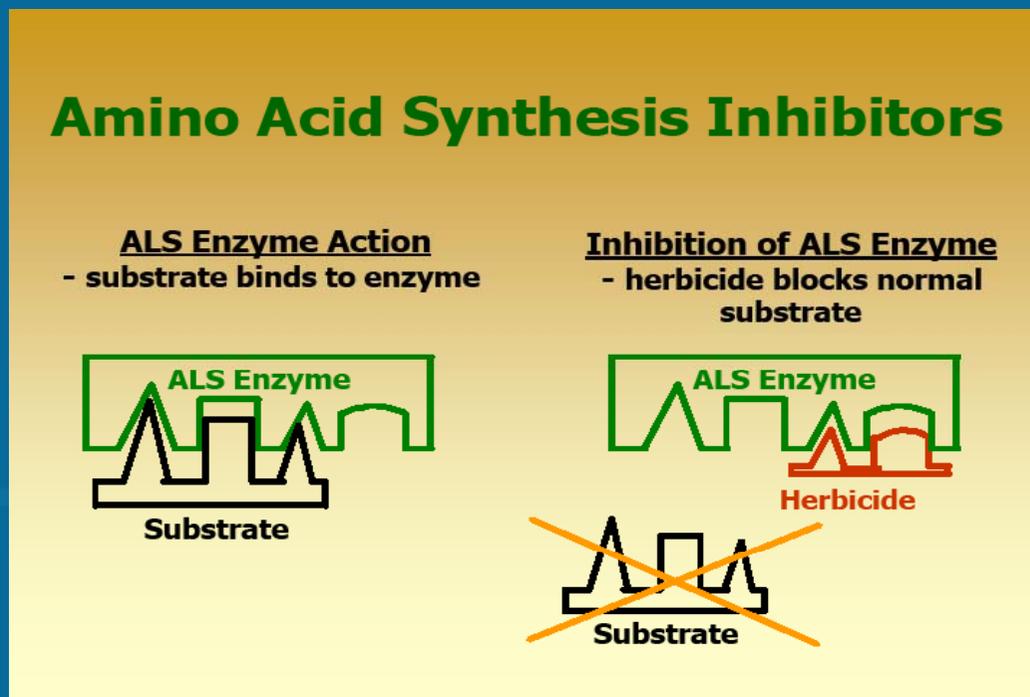
Resistencia por Exclusión del Herbicida

4) Detoxificación metabólica: la planta por medio de su metabolismo, consigue transformar al herbicida antes de que este llegue al sitio de acción. Estas transformaciones pueden ser por: oxidación, reducción, hidrólisis, conjugación.

X ej. resistencia a: Atrazina por detoxificación por conjugación. Propanil en capin oxidación. Aumento en la actividad del Cyt P450 (oxidación) genera resistencia a inhibidores de ACCase, ALS, PSII en varias gramíneas.

Resistencia por Cambios en el Sitio de Acción del Herbicida

1) Transformaciones en el sitio de acción: estos cambios hacen que el herbicida no pueda inhibir la actividad de la enzima. Por lo general estas transformaciones no alteran el normal funcionamiento de la misma.



Resistencia por Cambios en el Sitio de Acción del Herbicida

2) Sobreproducción del sitio de acción: se genera una sobreproducción del sitio de acción, lo que ocasiona una dilución del efecto inhibitor del herbicida.

También puede existir;

Resistencia cruzada: cuando una planta tiene resistencia a más de un herbicida.

Resistencia cruzada negativa: Cuando la resistencia a un herbicida le ocasiona una mayor sensibilidad a otro.