

## Pedro Jacob Christoffoleti

### Formação acadêmica:

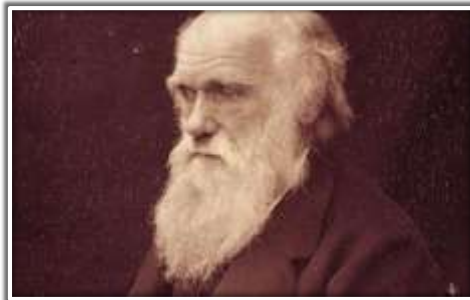
- ✓ Eng. Agrônomo – ESALQ-USP – 1981
- ✓ Mestrado em Agronomia – ESALQ-USP – 1988
- ✓ Ph.D. Weed Science – Colorado State University – USA – 1992
- ✓ Livre docente – ESALQ-USP - 2000

### Atividade atual:

- ✓ Professor Associado – ESALQ – Biologia e Manejo de Plantas Daninhas
- ✓ Pesquisador nas áreas de manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar e resistência de plantas daninhas a herbicidas
- ✓ Publicou mais de 80 trabalhos científicos e orientou 28 alunos de pós-graduação em Fitotecnia



“Nem sempre são as espécies mais fortes que sobrevivem, nem as mais inteligentes, mas sim aquelas que respondem rapidamente às mudanças”



Charles Darwin  
(1809 - 1873)



## COMO ESTUDAR ?

<http://plantandsoil.unl.edu>

## University of Nebraska

- UNL's DEAL lab (Distributive Environments for Active Learning)
- ADEC, NIFA, USDA, NSF, plus several smaller grants
- Dr. Ashu Guru, programmer
- Dr. Deana Namath-Covert, instructional coordinator
- 28+ content authors
- Technical support

## Strengths

- **Portable Learning Objects (animations, lessons)**
- **Combines academic education and extension outreach curricula**
- **Multi-institutional**
- **Multi-country**
- **Multi-disciplinary**
- **2 languages (so far English, Spanish)**
- **Assessment and research on how people learn with these tools**
- **Ties in with traditional "research" grants**

## Nov 2010 Stats

- **Launched:** October 1999
- **Awards:** 5
- **Collaborating US/international universities:** 10
- **Industry partners:** 3
- **Content authors:** 28
- **Number of lessons:** 121 (11 in Spanish)
- **Number of animations:** 117 (24 in Spanish)
- **Grants:** \$1,222,978 received
- **Peer reviewed publications:** 31
- **Invited/selected presentations:** 36
- **Total animation downloads:** 62,936 files
- **Hits/Visits past 12 months:** 13.51 million hits from 596,075 visits representing 137 different countries

## Touring the Site

- <http://plantandsoil.unl.edu>

## Opportunities in Distance Education

- eLessons are integral part of graduate level herbicide mode of action class
- Quiz function is very useful in formal classes
  - ▣ Montana State University online classes, 30% elessons, 30% journal manuscript homework, 30% online chats
- How to use the website (translate to Portuguese)
  - ▣ Readily available platform that is free
  - ▣ Flash animations do cost money
  - ▣ Hosted and maintained by UNL
  - ▣ Linked to any other website

## Mas antes, algumas definições, importância do assunto para a agricultura e estatística de casos ...



10/01/2016

pjchrist@usp.br

9

## Como estudar a aula aspectos básicos da resistência?

<http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=998688941>

Plant & Soil Sciences eLibrary

Search

Home

Equine | Dewiki | Plant Breeding | Crop Technology | Weed Science | More

Articles/Video | Lessons | Library List | Question Files

Facebook | Twitter | Email

Lesson Outline

- Overview and Objectives of Herbicide Resistance: Mechanisms, Inheritance and Molecular Genetics
- Introduction
- Mechanisms of Herbicide Resistance
- Target-site Based Resistance
- Metabolism based Resistance
- Cross-resistance and Multiple-resistance
- Summary

Herbicide Resistance: Mechanisms, Inheritance, and Molecular Genetics

Rate Me

Explanation of the biochemical mechanisms and genetics of herbicide-resistance in weeds and the management and control of herbicide-resistant weeds in relationship to the biochemical mechanisms and inheritance of resistance.

Overview and Objectives of Herbicide Resistance: Mechanisms, Inheritance and Molecular Genetics

Carol Mallory-Smith  
Department of Crop and Soil Science at Oregon State University, USA

Deana Namuth  
Department of Agronomy and Horticulture at University of Nebraska, USA

Take Pencil Quiz

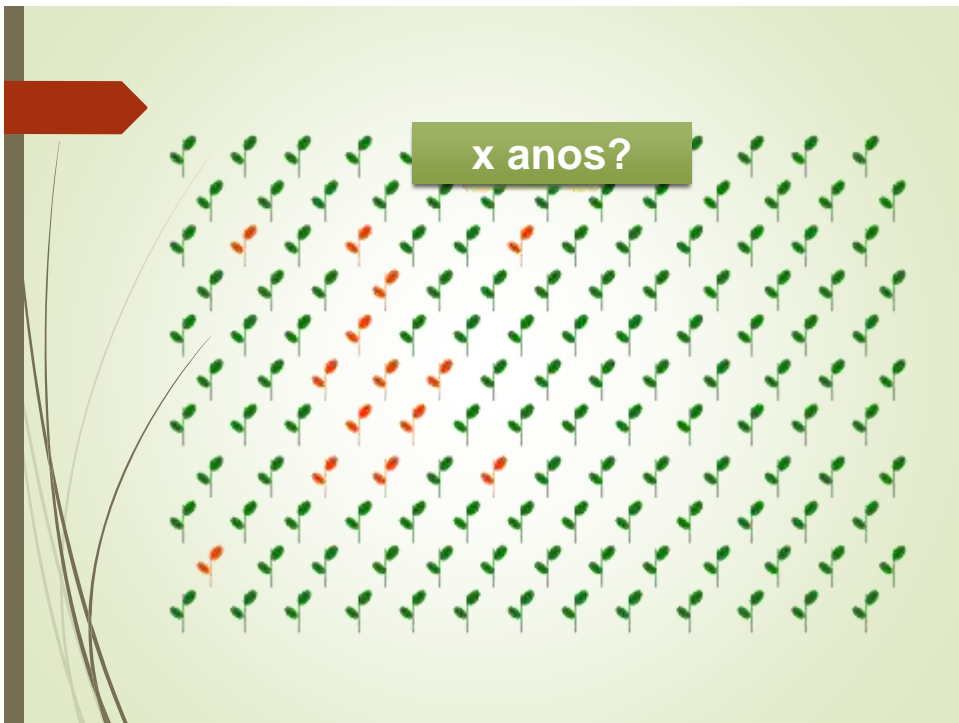
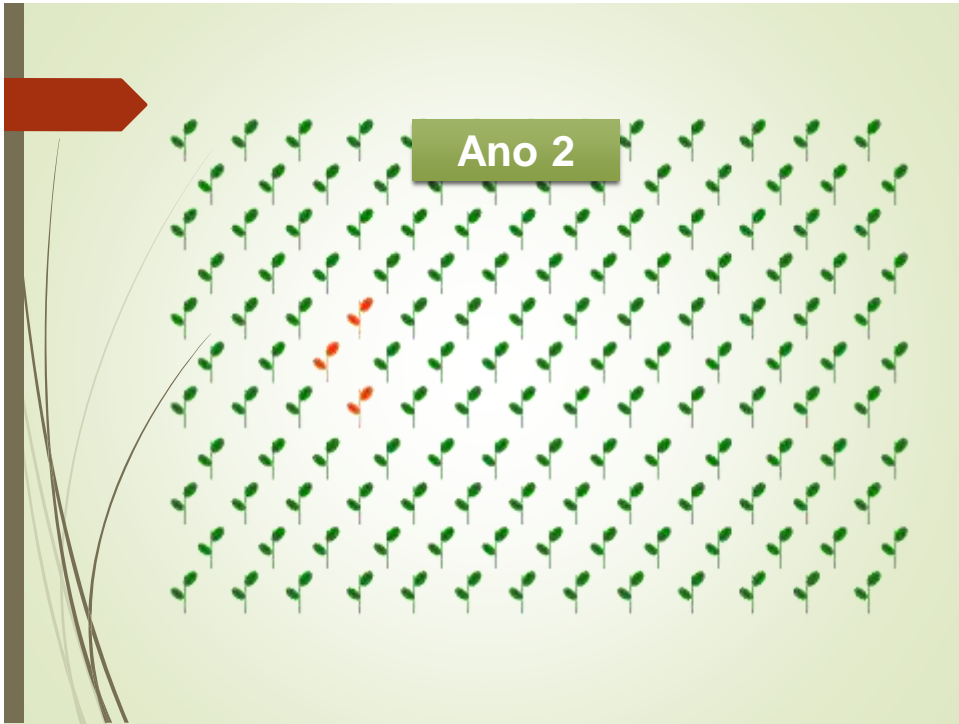
Print Page

## Entendendo o conceito de resistência

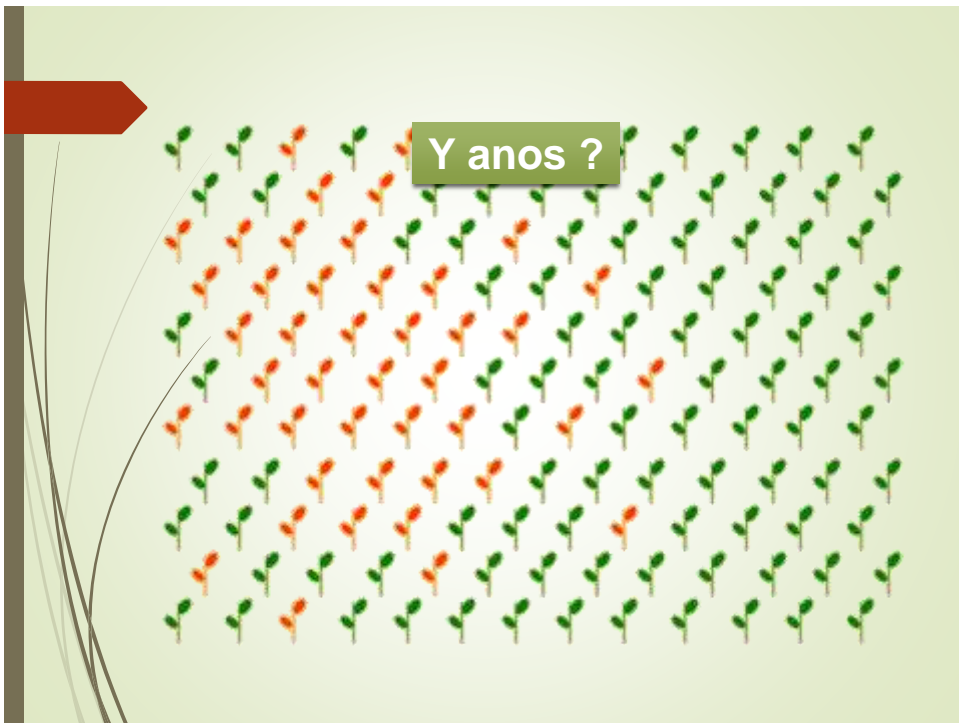
- ▶ A resistência é definida como uma mudança na suscetibilidade de uma praga a um defensivo agrícola resultando em uma falha da correta aplicação do defensivo para controle da mesma
- ▶ Desenvolve-se quando um mesmo defensivo ou similares a ele, com o mesmo mecanismo de ação são usados de forma repetitiva e consecutiva
- ▶ Geralmente é devido a mudança ou mutação da praga que se torna resistente. No entanto, ela não é a nível de indivíduo que há mudanças, mas de população
- ▶ Sempre é ocasionado pela pressão seleção

Ano 1

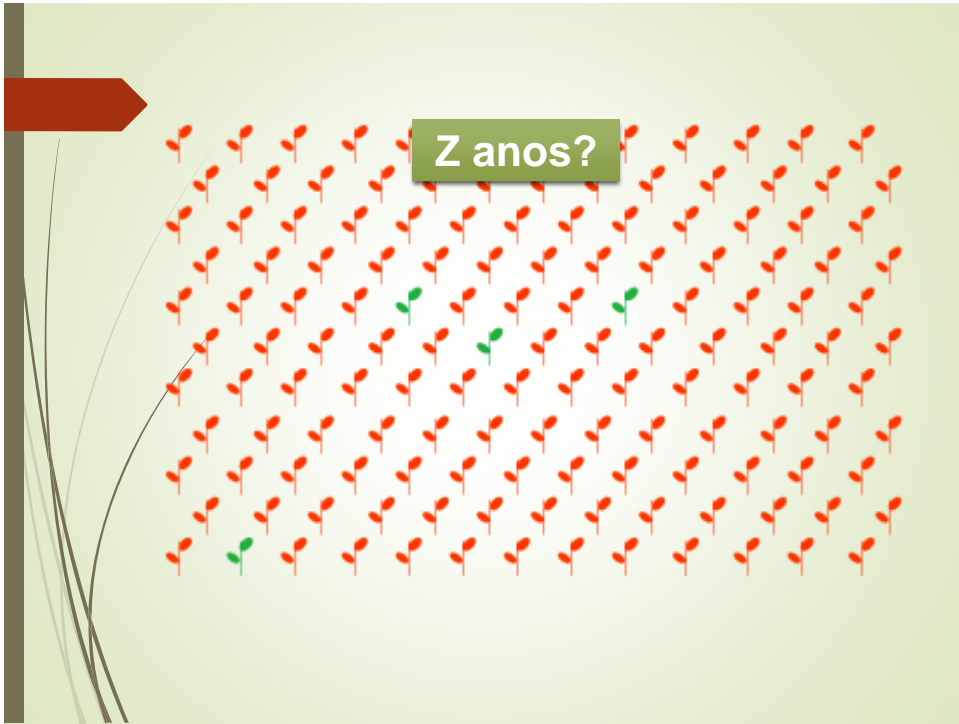
A diagrama mostra uma plantação organizada em uma grade regular de plantas verdes. No centro da grade, há um inseto vermelho, representando uma praga. Um retângulo cinza com o texto "Ano 1" está sobreposto no topo da grade.

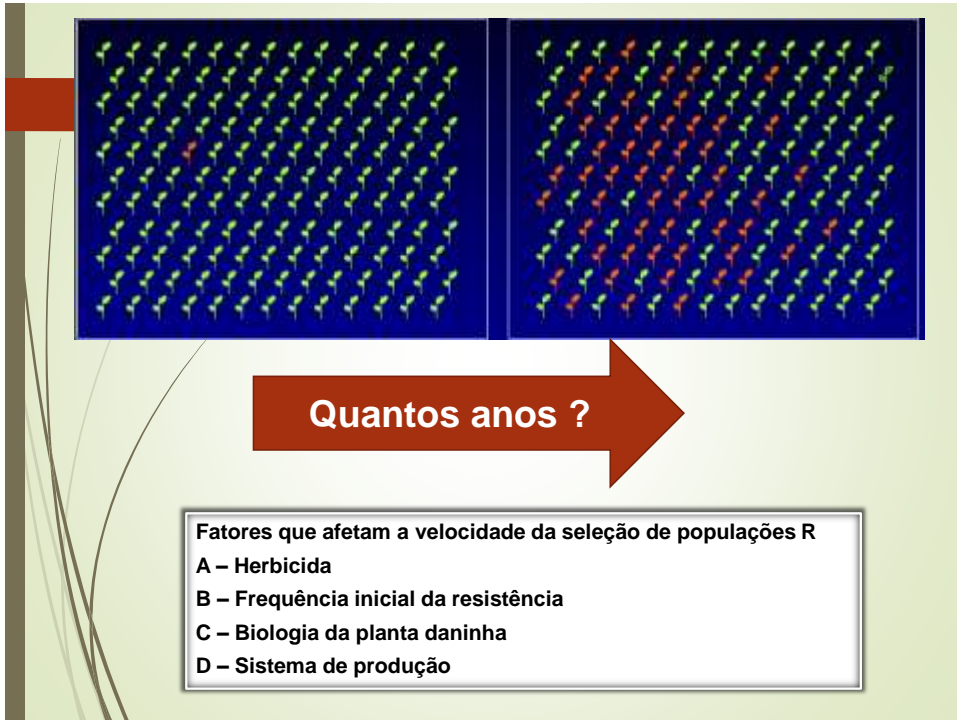












**Quantos anos ?**

Fatores que afetam a velocidade da seleção de populações R

- A – Herbicida
- B – Frequência inicial da resistência
- C – Biologia da planta daninha
- D – Sistema de produção

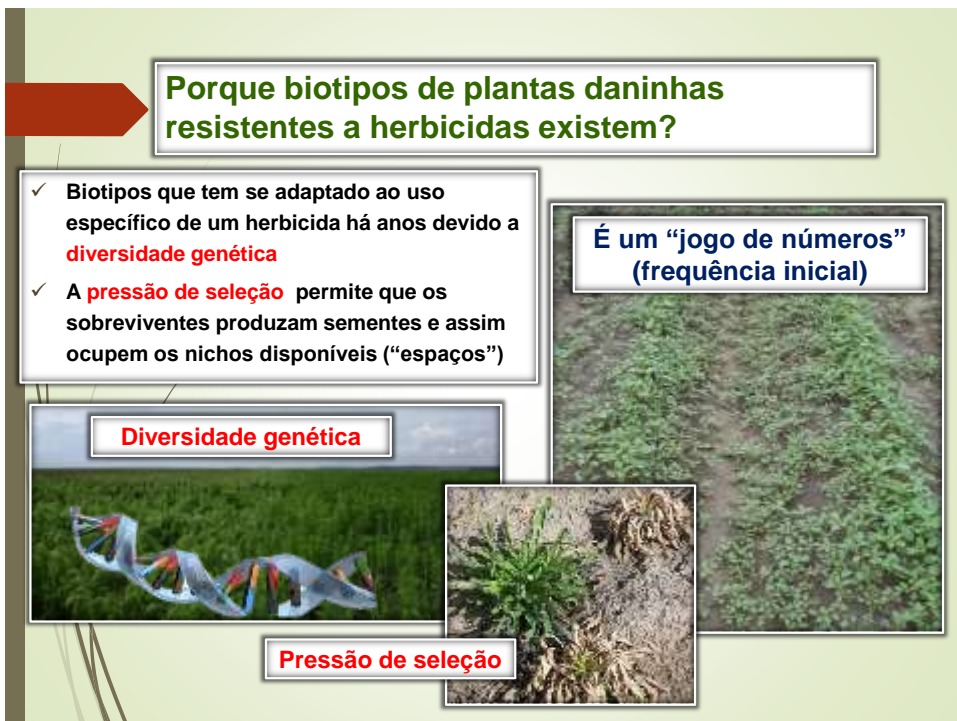
**Porque biotipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas existem?**

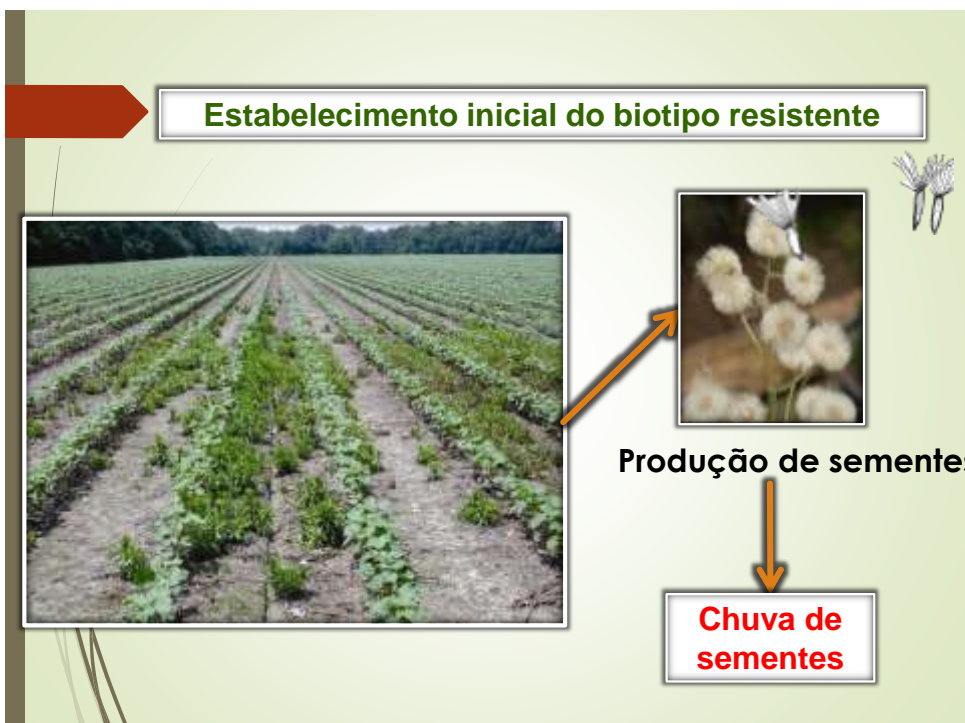
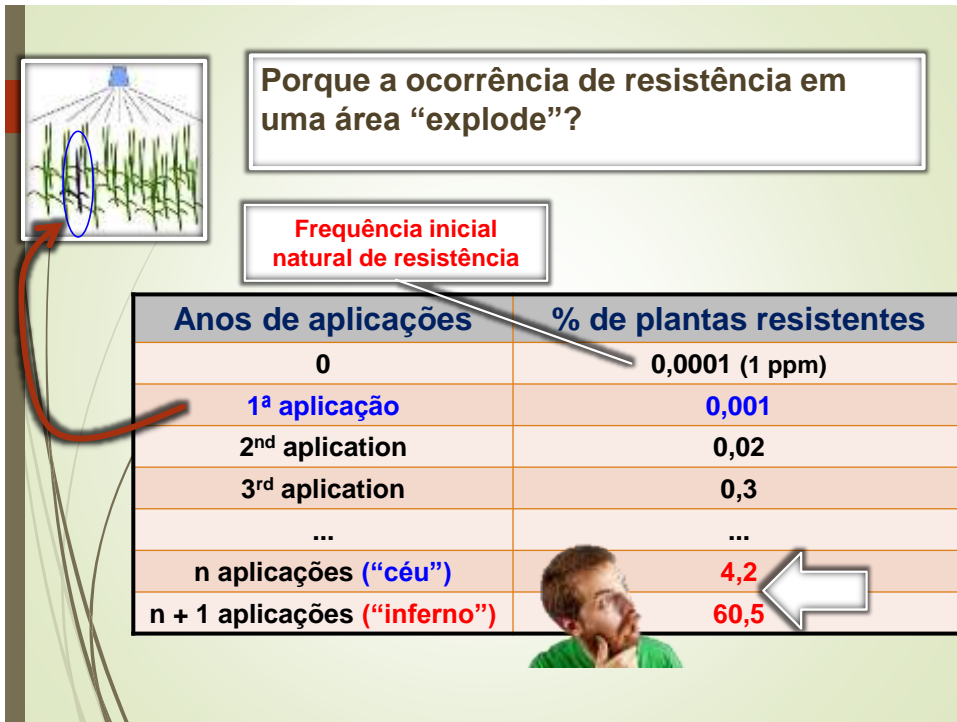
- ✓ Biotipos que tem se adaptado ao uso específico de um herbicida há anos devido a **diversidade genética**
- ✓ A **pressão de seleção** permite que os sobreviventes produzam sementes e assim ocupem os nichos disponíveis (“espaços”)

**Diversidade genética**

**É um “jogo de números” (frequência inicial)**

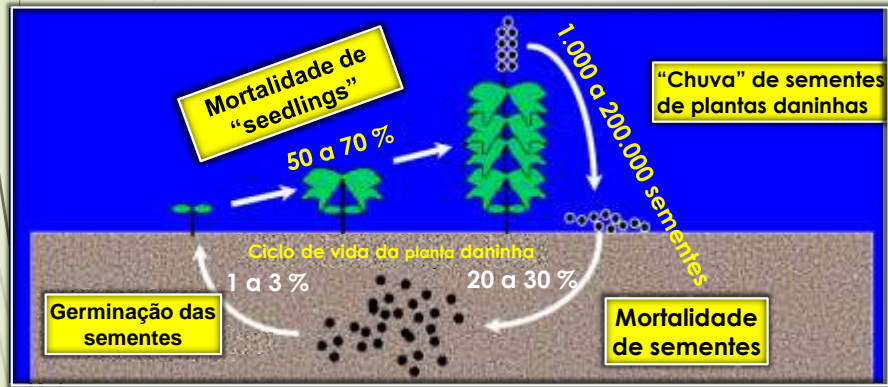
**Pressão de seleção**







**A base ecológica para a pressão de seleção de plantas daninhas resistentes é o banco de sementes de plantas daninhas no solo**



**10 a 30 mil sementes/m<sup>2</sup>**

**População de *Conyza* spp resistente ao glyphosate  
Depois de anos de pressão de seleção**



**Glyphosate – 11.520 g e.a./ha**





## Definição de alguns termos importantes ...

### ► **Suscetibilidade e Tolerância:**

#### **Suscetibilidade**

É o grau de injúria sofrida pela planta a um herbicida que pode levar a planta a morte

#### **Tolerância**

É a capacidade herdável de uma espécie em sobreviver e reproduzir após um tratamento herbicida. São plantas que não são controladas pelo herbicida mas que não sofreram um processo de seleção, mas sim são plantas que possuem uma tolerância natural.



## ➤ Mudança da flora daninha e Resistência:

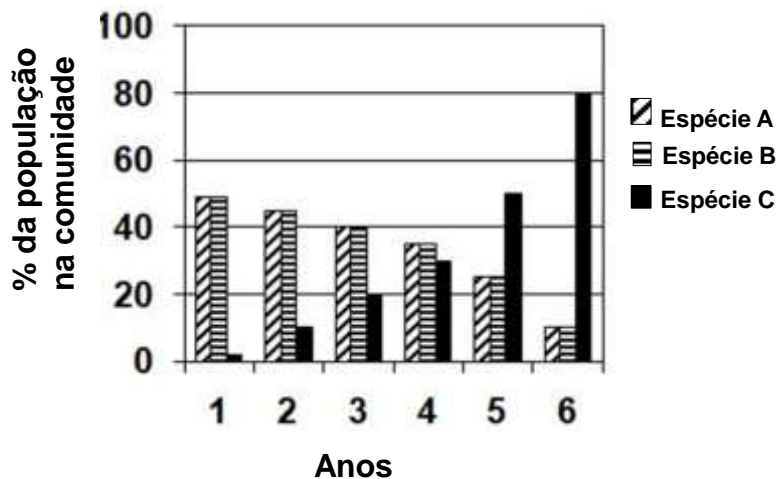
### Mudança da flora

É uma mudança ao longo do tempo na abundância relativa das populações de plantas daninhas que compõe a comunidade de plantas daninhas de uma área.

Em muitos casos a mudança da flora pode também ocorrer em função do uso de doses “baixas” aplicadas de forma repetitiva, e assim espécies de controle mais difícil podem tornar-se dominantes. Estas espécies não são resistentes a herbicidas

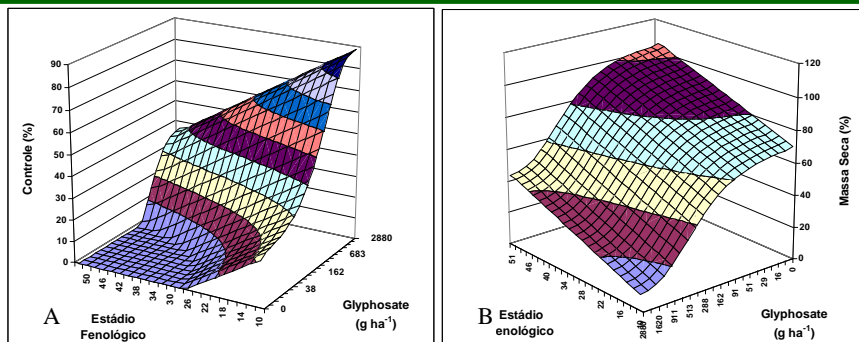


### Ilustração da mudança da flora em uma área





**“RESPOSTA BIOLÓGICA DE *Commelina benghalensis* L. A APLICAÇÕES DE GLYPHOSATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS”**



$$Z = -1061,087 - 1,262 \cdot y + 1162,255 \cdot \left( \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{x+1206,002}{432,364}\right)} \right)$$

$$Z = 0,552 + 0,861 \cdot y + 12462,654 \cdot \left( \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{x+2879,895}{-540,811}\right)} \right)$$

**Figura 1.** Ajuste do controle percentual e massa seca residual (eixo z) de *C. benghalensis* de acordo com a dose de glyphosate aplicada (x) e com o estágio fenológico (Hess *et al.*, 1997) das plantas (y), 28 dias após aplicação. Piracicaba - SP, 2008

Ana Carolina Ribeiro Dias; Saul Jorge Pinto de Carvalho; Pedro Jacob Christoffoleti

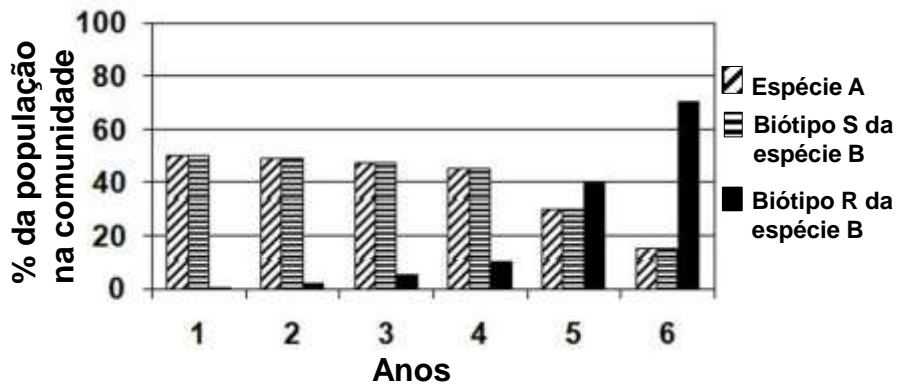
## Resistência

Causa mudanças na composição da população (espécie) por causa do biótipo resistente

Originalmente em frequência muito baixa na população, os biótipos resistentes aumentam quando o herbicida para o qual estes indivíduos são resistentes é usado repetidamente e consecutivamente



## Ilustração da evolução da resistência em uma área





Resistência de azevém ao to glyphosate no RS



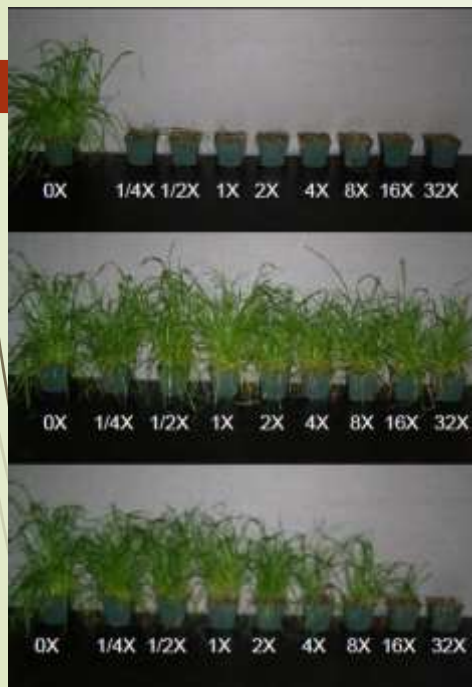
## ► Tipos de resistência:

### Cruzada

O biótipo é resistente a dois ou mais herbicidas com o mesmo mecanismo de ação.

Pode ser de grupos químicos diferentes, porém mesmo mecanismo de ação.

A resistência cruzada nem sempre é a todos os herbicidas de mesmo mecanismo de ação



### Resistência cruzada a inibidores da ACCase

População suscetível a sethoxydim e fluazifop

População resistente a sethoxydim

População resistente a fluazifop

## ► Tipos de resistência:

### Múltipla

A planta daninha é resistente a dois ou mais herbicidas de diferentes mecanismos de ação. Pode ocorrer em função do uso repetitivo de um mecanismo de ação, que seleciona a população resistente e depois o uso repetitivo de outro mecanismo que seleciona o segundo mecanismo de ação

Pode também ocorrer em função da transferência de pólen (polinização cruzada) entre indivíduos sexualmente compatíveis que carregam diferentes genes de resistência

Pode ser quando selecionada resistência metabólica comum a vários mecanismos de ação



### Resistência múltipla a inibidores da ACCase e ALS

População suscetível a sethoxydim e chlorsulfuron

População resistente a sethoxydim (inibidor da ACCase)

População resistente a Chlorsulfuron (inibidor da ALS)



## É resistência sempre a causa das falhas ? ...

### ► A maioria das causas de falhas de controle por um herbicida não é resistência

#### Problemas na tecnologia de aplicação do herbicida

- a. Dose errada
- b. Cobertura foliar e/ou incorporação inadequada
- c. Momento inadequado de aplicação dos herbicidas pós-emergentes (estádio fenológico avançado)
- d. Falha do uso de adjuvante (quando necessário)
- e. Poeira na superfície das folhas na hora da aplicação
- f. Antagonismo entre dois ou mais herbicidas
- g. Etc ...

O sucesso no manejo de plantas daninhas em geral depende:

- ✓ Pessoas capacitadas
- ✓ Orientadas em como fazer
- ✓ Produto deve chegar ao alvo
- ✓ Equipamento devidamente regulado



### Solo e/ou condições climáticas ...

- a. Solo muito úmido ou seco
- b. Condições de preparo do solo na aplicação
- c. Adsorção do herbicidas aos coloides do solo
- d. Condições de stress na aplicação
- e. Ausência de chuva para ativação do herbicida
- f. “Lavagem” do herbicida da folha pela chuva

### Histórico da evolução da resistência nos USA

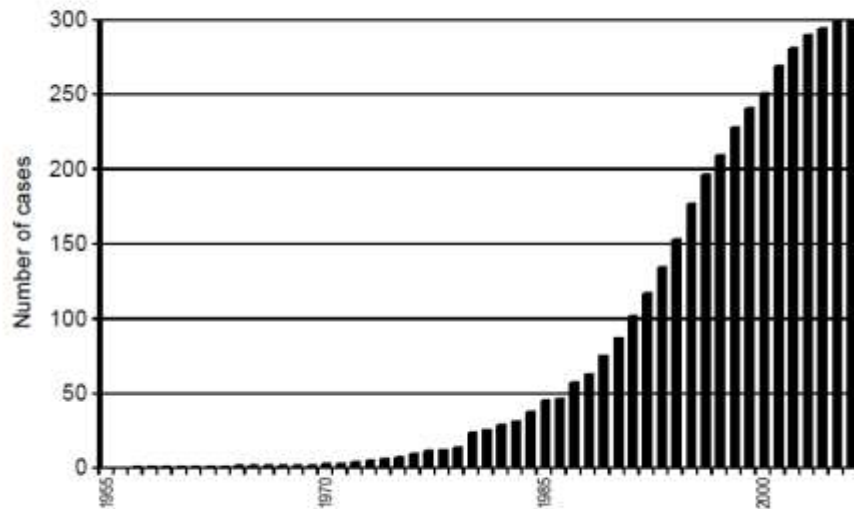
1. Primeiro caso relatado foi no Havaí em 1957 com “dayflower” resistente ao 2,4-D
2. Segundo foi no Kansas em 1964, com “field bindweed” também resistente ao 2,4-D
3. Terceiro caso foi em Washington em 1970, com *Senecio vulgaris* resistente a triazinas
4. Situação atual:

<http://www.weedscience.org/>

403 casos inéditos, 218 espécies, 21 dos 25 sítios de ação dos herbicidas conhecidos, 148 diferentes herbicidas, em 66 culturas, 61 países.

Brasil – 31 casos registrados – 5 espécies R ao glyphosate

Reported cases of herbicide-resistant weeds in US



## PERSPECTIVA GLOBAL DA RESISTÊNCIA A HERBICIDAS

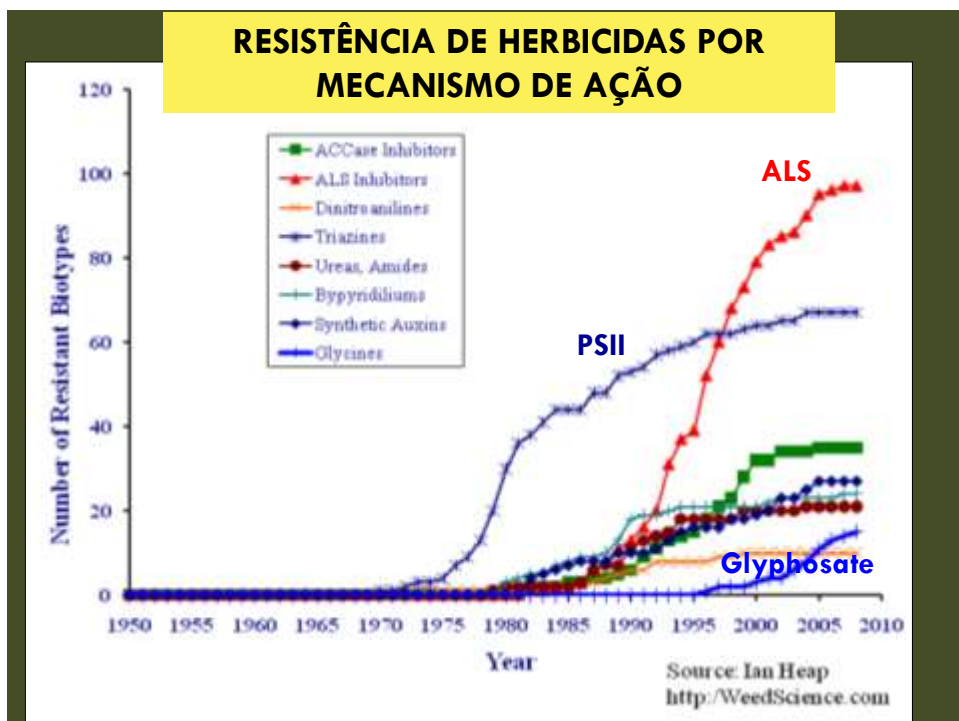
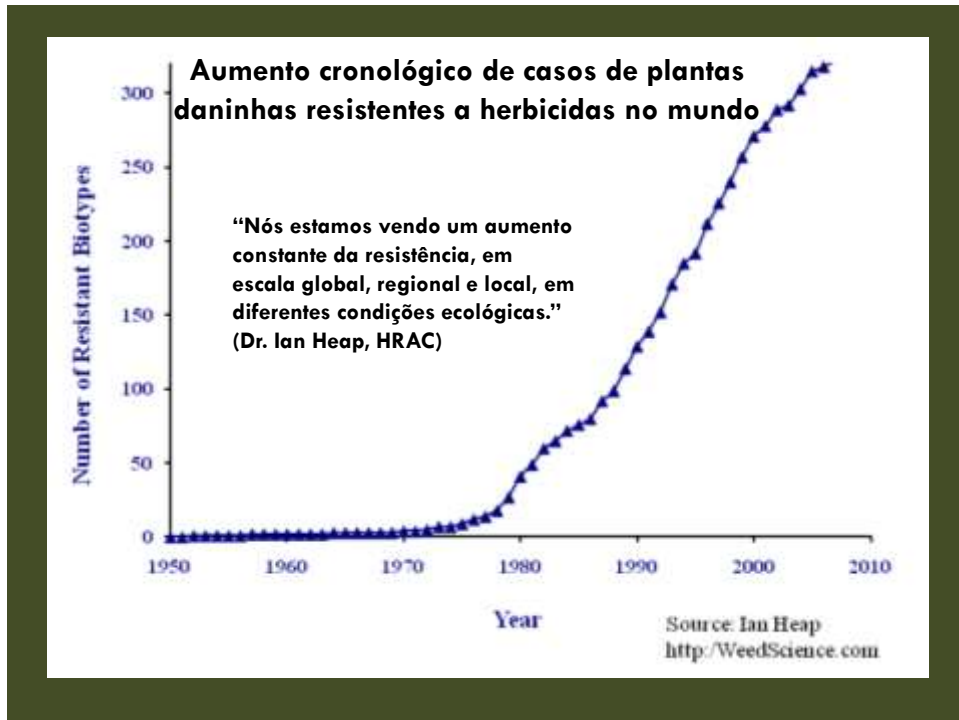
INTERNATIONAL CONFERENCE

**GLOBAL**

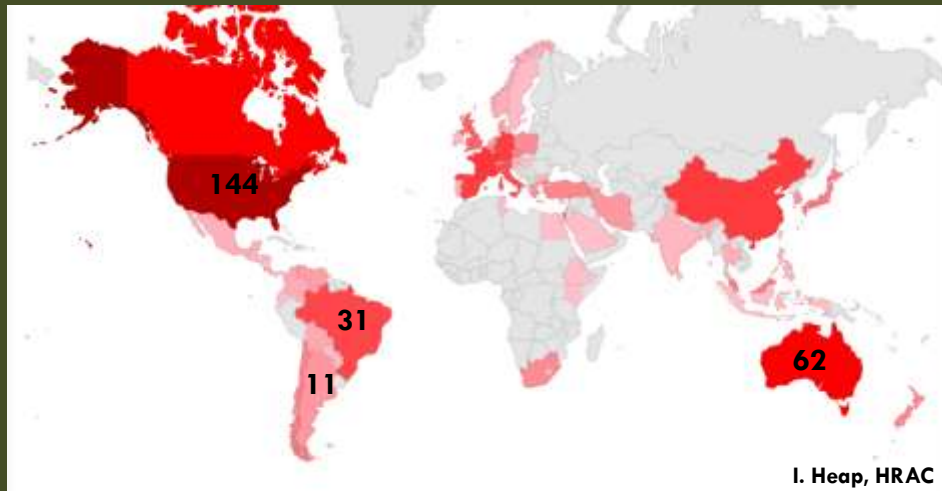
HERBICIDE  
RESISTANCE  
CHALLENGE

18-22 FEB. 2013  
PERTH AUSTRALIA

[www.herbicideresistanceconference.com.au](http://www.herbicideresistanceconference.com.au)



## Ocorrência Mundial de Biótipos Resistentes a Herbicidas (todos mecanismos)



## Ocorrência de Biótipos Resistentes ao Glyphosate



<http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx?CountryID=48>

### Herbicide Resistant Weeds in Argentina

#	Species	Common Name	First Year	Site of Action
1	<a href="#">Amaranthus quitensis</a>	Mucronate Pigweed	1996	ALS inhibitors (B/2)
2	<a href="#">Sorghum halepense</a>	Johnsongrass	2005	EPSP synthase inhibitors (G/9)
3	<a href="#">Lolium perenne ssp. multiflorum</a>	Italian Ryegrass	2007	EPSP synthase inhibitors (G/9)
4	<a href="#">Lolium perenne</a>	Perennial Ryegrass	2008	EPSP synthase inhibitors (G/9)
5	<a href="#">Cynodon hirsutus</a>	Gramma mansa	2008	EPSP synthase inhibitors (G/9)
6	<a href="#">Raphanus sativus</a>	Radish	2008	ALS inhibitors (B/2)
7	<a href="#">Echinochloa colona</a>	Junglerice	2009	EPSP synthase inhibitors (G/9)
8	<a href="#">Lolium perenne ssp. multiflorum</a>	Italian Ryegrass	2009	ACCase inhibitors (A/1)
9	<a href="#">Avena fatua</a>	Wild Oat	2010	ACCase inhibitors (A/1)
10	<a href="#">Lolium perenne ssp. multiflorum</a>	Italian Ryegrass	2010	<b>Multiple Resistance: 2 Sites of Action</b> ALS inhibitors (B/2) EPSP synthase inhibitors (G/9)
11	<a href="#">Eleusine indica</a>	Goosegrass	2012	EPSP synthase inhibitors (G/9)
12	<a href="#">Amaranthus quitensis</a>	Mucronate Pigweed	2013	EPSP synthase inhibitors (G/9)

#### GROUP B/2 RESISTANT MUCRONATE PIGWEED (*Amaranthus quitensis*)

ALS inhibitors (B/2)

Argentina, Santa Fe, Córdoba

Case Details | Similar Cases Globally | Papers for Similar Cases

##### INTRODUCTION

Mucronate Pigweed (*Amaranthus quitensis*) is a dicot weed in the Amaranthaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group B/2 herbicides in 1996 and infests Soybean. Group B/2 herbicides are known as ALS inhibitors (inhibition of acetolactate synthase ALS (acetohydroxyacid synthase AHAS)). Research has shown that these particular biotypes are resistant to chlorimuron-ethyl, and imazethapyr and they may be cross-resistant to other Group B/2 herbicides.

The "Group" letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and AHAS herbicide classifications [click here](#).

##### MUCRONATE PIGWEED



(QHR STATS last updated Feb 08, 2010)

Common Name	Mucronate Pigweed
Species	<i>Amaranthus quitensis</i>
Group	ALS inhibitors (B/2)
Herbicides	chlorimuron-ethyl, and imazethapyr
Location	Argentina, Santa Fe, Córdoba
Year	1996
Situation(s)	Soybean
Contributors - (Alphabetically)	Pietro Christoffoleti, Luisa Riesenrohn, and Daniel Tuscía

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)



### GROUP G/9 RESISTANT JOHNSONGRASS (*Sorghum halepense*)

EPSP synthase inhibitors (G/9)

**Argentina, Province of Salta**


Case Details | Similar Cases Globally | Papers for Similar Cases

#### INTRODUCTION

Johnsongrass (*Sorghum halepense*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group G/9 herbicides in 2005 and infests Soybean. Group G/9 herbicides are known as EPSP synthase inhibitors (inhibition of EPSP synthase). Research has shown that these particular biotypes are resistant to glyphosate and they may be cross-resistant to other Group G/9 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and HRAC herbicide classifications [click here](#).

#### JOHNSONGRASS



QUICK STATS (last updated Apr 18, 2012)

Common Name	Johnsongrass
Species	<i>Sorghum halepense</i>
Group	EPSP synthase inhibitors (G/9)
Herbicides	glyphosate
Location	Argentina, Province of Salta
Year	2005
Situation(s)	Soybean
Contributors - (Alphabetically)	Julin Delucchi, Luisa Nissenoff, and Daniel Tunca

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Photo](#)

### GROUP G/9 RESISTANT PERENNIAL RYEGRASS (*Lolium perenne*)

EPSP synthase inhibitors (G/9)

**Argentina**

Case Details | Similar Cases Globally | Article | Papers for Similar Cases

#### INTRODUCTION

Perennial Ryegrass (*Lolium perenne*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group G/9 herbicides in 2008 and infests Barley, Cropland, Soybean, and Wheat. Group G/9 herbicides are known as EPSP synthase inhibitors (inhibition of EPSP synthase). Research has shown that these particular biotypes are resistant to glyphosate and they may be cross-resistant to other Group G/9 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and HRAC herbicide classifications [click here](#).

#### PERENNIAL RYEGRASS



QUICK STATS (last updated May 31, 2010)

Common Name	Perennial Ryegrass
Species	<i>Lolium perenne</i>
Group	EPSP synthase inhibitors (G/9)
Herbicides	glyphosate
Location	Argentina
Year	2008
Situation(s)	Barley, Cropland, Soybean, and Wheat
Contributors - (Alphabetically)	Ana Castro, Daniel Gimenez, Carolina Istaiti, and Marcos Yannuzzi

### GROUP G/9 RESISTANT GRAMILLA MANSA (*Cynodon hirsutus*)

EPSP synthase inhibitors (G/9)  
**Argentina, Córdoba**

[Case Details](#) | [Similar Cases Globally](#) | [Papers for Similar Cases](#)

#### INTRODUCTION

Gramilla mansa (*Cynodon hirsutus*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group G/9 herbicides in 2008 and infests Soybean. Group G/9 herbicides are known as EPSP synthase inhibitors (inhibition of EPSP synthase). Research has shown that these particular biotypes are resistant to glyphosate and they may be cross-resistant to other Group G/9 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and HRAC herbicide classification [click here](#).

#### GRAMILLA MANSA



QIIR STATS (last updated Apr 26, 2012)

Common Name	Gramilla mansa
Species	<i>Cynodon hirsutus</i>
Group	EPSP synthase inhibitors (G/9)
Herbicides	glyphosate
Location	Argentina, Córdoba
Year	2008
Situation(s)	soybean
Contributors - (alphabetical)	Diego Ustariroz

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### GROUP B/2 RESISTANT RADISH (*Raphanus sativus*)

ALS inhibitors (B/2)  
**Argentina**

[Case Details](#) | [Similar Cases Globally](#) | [Specific Papers about this Case](#) | [Papers for Similar Cases](#)

#### INTRODUCTION

Radish (*Raphanus sativus*) is a dicot weed in the Brassicaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group B/2 herbicides in 2008 and infests Canola, Sunflower, and Wheat. Group B/2 herbicides are known as ALS inhibitors (inhibition of acetolactate synthase ALS (acetohydroxyacid synthase AHAS)). Research has shown that these particular biotypes are resistant to biopiklor-sodium, chlorimuron-ethyl, diclosalan, flucarbazone-sodium, flumetsulam, imazamox, imazapyr, imazethapyr, isoxaflutole-methyl-sodium, and metolachlor-methyl and they may be cross-resistant to other Group B/2 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and HRAC herbicide classification [click here](#).

#### RADISH



QIIR STATS (last updated Aug 07, 2013)

Common Name	Radish
Species	<i>Raphanus sativus</i>
Group	ALS inhibitors (B/2)
Herbicides	biopiklor-sodium, chlorimuron-ethyl, diclosalan, flucarbazone-sodium, flumetsulam, imazamox, imazapyr, imazethapyr, isoxaflutole-methyl-sodium, and metolachlor-methyl
Location	Argentina
Year	2008
Situation(s)	Canola, Sunflower, and Wheat
Contributors - (alphabetical)	Miguel Camarotto, Claudio Fardelli, and Alejandra Presotto

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### GROUP G/9 RESISTANT JUNGLERICE (*Echinochloa colona*)

EPSP synthase inhibitors (G/9)  
**Argentina, Santa Fe**


[Case Details](#) | [Similar Cases Globally](#) | [Papers for Similar Cases](#)

#### INTRODUCTION

Junglerice (*Echinochloa colona*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group G/9 herbicides in 2009 and infests Corn (maize), and Soybean. Group G/9 herbicides are known as EPSP synthase inhibitors (inhibition of EPSP synthase). Research has shown that these particular biotypes are resistant to glyphosate and they may be cross-resistant to other Group G/9 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and IRAC herbicide classifications: [click here](#).

#### JUNGLERICE



**QUICK STATS (last updated Jan 26, 2011)**

<b>Common Name</b>	Junglerice
<b>Species</b>	<i>Echinochloa colona</i>
<b>Group</b>	EPSP synthase inhibitors (G/9)
<b>Herbicides</b>	glyphosate
<b>Location</b>	Argentina, Santa Fe
<b>Year</b>	2009
<b>Situation(s)</b>	Corn (maize), and Soybean
<b>Contributors - (NYS&amp;USDA)</b>	Darvian Raediguglio, Juan Carlos Papa, and Daniel Tunesi

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### GROUP A/1 RESISTANT ITALIAN RYEGRASS (*Lolium perenne ssp. multiflorum*)

ACCase inhibitors (A/1)  
**Argentina, Buenos Aires (South West)**


[Case Details](#) | [Similar Cases Globally](#) | [Papers for Similar Cases](#)

#### INTRODUCTION

Italian Ryegrass (*Lolium perenne ssp. multiflorum*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group A/1 herbicides in 2009 and infests Group A/1 herbicides are known as ACCase inhibitors (inhibition of acetyl CoA carboxylase (ACCase)). Research has shown that these particular biotypes are resistant to diclofop-methyl and they may be cross-resistant to other Group A/1 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and IRAC herbicide classifications: [click here](#).

#### ITALIAN RYEGRASS



**QUICK STATS (last updated Dec 20, 2011)**

<b>Common Name</b>	Italian Ryegrass
<b>Species</b>	<i>Lolium perenne ssp. multiflorum</i>
<b>Group</b>	ACCase inhibitors (A/1)
<b>Herbicides</b>	diclofop-methyl
<b>Location</b>	Argentina, Buenos Aires (South West)
<b>Year</b>	2009
<b>Situation(s)</b>	
<b>Contributors - (NYS&amp;USDA)</b>	Mario Raúl Vigna

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### GROUP A/1 RESISTANT WILD OAT (*Avena fatua*)

ACCase inhibitors (A/1)

**Argentina, Buenos Aires (South West)**

[Case Details](#) | [Similar Cases Globally](#) | [Specific Papers about this Case](#) | [Papers for Similar Cases](#)

#### INTRODUCTION

Wild Oat (*Avena fatua*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group A/1 herbicides in 2010 and infests Barley, and Wheat. Group A/1 herbicides are known as ACCase inhibitors (inhibition of acetyl CoA carboxylase (ACCase)). Research has shown that these particular biotypes are resistant to clodinafop-propargyl, diclofop-methyl, and fenoxaprop-P-ethyl and they may be cross-resistant to other Group A/1 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and IRAC herbicide classifications [click here](#).

#### WILD OAT



**QWR STATS (last updated Dec. 26, 2011)**

<b>Common Name</b>	Wild Oat
<b>Species</b>	<i>Avena fatua</i>
<b>Group</b>	ACCase inhibitors (A/1)
<b>Herbicides</b>	clodinafop-propargyl, diclofop-methyl, and fenoxaprop-P-ethyl
<b>Location</b>	Argentina, Buenos Aires (South West)
<b>Year</b>	2010
<b>Situational</b>	Barley, and Wheat
<b>Contributors - (alphabetically)</b>	María Raul Vigna

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### MULTIPLE RESISTANT ITALIAN RYEGRASS (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*)

**Multiple Resistance: 2 Sites of Action**  
ALS inhibitors (B/2)  
EPSP synthase inhibitors (G/R)

**Argentina, Buenos Aires**

[Case Details](#) | [Similar Cases Globally](#) | [Papers for Similar Cases](#)

#### INTRODUCTION

Italian Ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved multiple resistance (to 2 herbicide sites of action) in 2010 and infests Wheat. Multiple resistance has evolved to herbicides in the Groups B/2, and G/R. These particular biotypes are known to have resistance to glyphosate, tobasulfuron-methyl-sodium, and pycosulfam and they may be cross-resistant to other herbicides in the Groups B/2, and G/R.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and IRAC herbicide classifications [click here](#).

#### ITALIAN RYEGRASS



**QWR STATS (last updated Feb 26, 2012)**

<b>Common Name</b>	Italian Ryegrass
<b>Species</b>	<i>Lolium perenne</i> ssp. <i>multiflorum</i>
<b>Group</b>	ALS inhibitors (B/2) EPSP synthase inhibitors (G/R)
<b>Herbicides</b>	glyphosate, tobasulfuron-methyl-sodium, and pycosulfam
<b>Location</b>	Argentina, Buenos Aires
<b>Year</b>	2010
<b>Situational</b>	Wheat
<b>Contributors - (alphabetically)</b>	Pablo Del De Urbanis, and Maria Leiden

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### MULTIPLE RESISTANT ITALIAN RYEGRASS (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*)

**Multiple Resistance: 2 Sites of Action**  
ALS inhibitors (B/2)  
EPSP synthase inhibitors (G/9)

**Argentina, Buenos Aires**

Case Details | Similar Cases Globally | Papers for Similar Cases

#### INTRODUCTION

Italian Ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved multiple resistance to 2 herbicide sites of action in 2010 and infests Wheat. Multiple resistance has evolved to herbicides in the Groups B/2 and G/9. These particular biotypes are known to have resistance to glyphosate, imidazopyrimidyl-sodium, and pyrazolone and they may be cross-resistant to other herbicides in the Groups B/2 and G/9.

The "Cross" letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and IRAC herbicide classifications: [\(3/3/2015\)](#)

#### ITALIAN RYEGRASS



(QUICK STATS last updated Feb 26, 2017)

<b>Common Name</b>	Italian Ryegrass
<b>Species</b>	<i>Lolium perenne</i> ssp. <i>multiflorum</i>
<b>Group</b>	ALS inhibitors (B/2) EPSP synthase inhibitors (G/9)
<b>Herbicides</b>	glyphosate, imidazopyrimidyl-sodium, and pyrazolone
<b>Location</b>	Argentina, Buenos Aires
<b>Year</b>	2010
<b>Situation(s)</b>	Wheat
<b>Contributors - (alphabetical)</b>	Patricia Diaz De Uzuarrun, and Maria Lealini

[Edit This Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

### GROUP G/9 RESISTANT GOOSEGRASS (*Elyusine indica*)

EPSP synthase inhibitors (G/9)

**Argentina**

Case Details | Similar Cases Globally | Papers for Similar Cases

#### INTRODUCTION

Goosegrass (*Elyusine indica*) is a monocot weed in the Poaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group G/9 herbicides in 2012 and infests Fallow and Soybean. Group G/9 herbicides are known as EPSP synthase inhibitors (inhibition of EPSP synthase). Research has shown that these particular biotypes are resistant to glyphosate and they may be cross-resistant to other Group G/9 herbicides.

The "Cross" letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and IRAC herbicide classifications: [\(3/3/2015\)](#)

#### GOOSEGRASS



(QUICK STATS last updated Mar 21, 2017)

<b>Common Name</b>	Goosegrass
<b>Species</b>	<i>Elyusine indica</i>
<b>Group</b>	EPSP synthase inhibitors (G/9)
<b>Herbicides</b>	glyphosate
<b>Location</b>	Argentina
<b>Year</b>	2012
<b>Situation(s)</b>	Fallow, and Soybean
<b>Contributors - (alphabetical)</b>	Federico Fonguait, Eduardo Puricelli, and Diego Ustariuz

[Edit This Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)



**GROUP G/9 RESISTANT MUCRONATE PIGWEED**  
(*Amaranthus quitensis*)  
EPSP synthase inhibitors (G/9)  
**Argentina, Santa Fe and Córdoba**

Case Details | Similar Cases Globally | Papers for Similar Cases

**INTRODUCTION**

Mucronate Pigweed (*Amaranthus quitensis*) is a dicot weed in the Amaranthaceae family. In Argentina this weed first evolved resistance to Group G/9 herbicides in 2013 and infests Soybean. Group G/9 herbicides are known as EPSP synthase inhibitors (inhibition of EPSP synthase). Research has shown that these particular biotypes are resistant to glyphosate and they may be cross-resistant to other Group G/9 herbicides.

The Group letters/numbers that you see throughout this web site refer to the classification of herbicides by their site of action. To see a full list of herbicides and HRAC herbicide classifications [click here](#).

**MUCRONATE POWEED**



**QRK STATS (last updated Dec 10, 2013)**

Common Name	Mucronate Pigweed
Species	<i>Amaranthus quitensis</i>
Group	EPSP synthase inhibitors (G/9)
Herbicide	glyphosate
Location	Argentina, Santa Fe and Córdoba
Year	2013
Situation(s)	Soybean
Contributors (AlphaWiki)	Nicolas Montano Bulacio, Sergio Marchetti, Juan Carlos Papp, and Daniel Tursoc

[Edit this Case](#) | [Add New Case of Resistance](#) | [Add Note](#)

## Pontos para Discussão

- **Manejo de Resistência a Herbicidas**
  - ▣ **Que práticas levam a resistência?**
    - Mecanismo específico de resistência
    - Mecanismo não específico de resistência
    - Novos mecanismos de resistência
  - ▣ **Que práticas podem manejar a resistência?**
    - Diversidade dos sistemas de produção
    - Diversidade de herbicidas
    - Plantio Direto x Preparo do Solo
- **Novas tecnologias podem ser úteis?**
  - Roundup Xtend e Enlist Technology
  - Biodirect Technology da Monsanto
  - Manejo da colheita de sementes de plantas daninhas



## Práticas que Favorecem a Resistência

- Resistência é o resultado do uso continuado da mesma ferramenta de controle.
  - Resistência ao Glyphosate é resultado do uso somente deste herbicida por anos seguidos.
  - O uso do Glyphosate em áreas não-agrícolas também favoreceu o surgimento de resistência.
  - **Diversidade** nas práticas de manejo é a resposta. Essas discussões de Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD) começaram na década de 1970.

## Características dos herbicidas e das Plantas Daninhas que contribuem para a Resistência

- Fatores de Contribuição
  - **Herbicida**
    - Nível da pressão de seleção
    - Quanto mais eficaz for o herbicida maior é a pressão de seleção.
    - 99% de controle é uma alta pressão de seleção
    - Herbicidas inibem um local de ação específico
      - ALS, ACCase, glyphosate, PROTOX, PSII
      - Comparado com 2,4-D e dicamba
    - Usando doses menores que as recomendadas pode haver seleção da resistência para mecanismos de resistência não específicos (NTSR)

## Mecanismo Específico x Não Específico

- **Mecanismo Específico de Resistência**
  - ▣ A resistência ao herbicida resulta de uma mutação ou eliminação na sequência do DNA de uma determinada enzima.
  - ▣ Modos de ação da ALS, PSII, ACCase, PDS e PROTOX
  - ▣ Amplificação gênica (*Amaranthus palmeri*, *A. tuberculatus* e *Kochia scoparia*)
  
- **Mecanismo não Específico**
  - ▣ Mudanças na absorção e/ou translocação
  - ▣ Sequestro para o vacúolo
  - ▣ Necrose rápida (*Ambrosia trifida*)
  - ▣ Metabolismo
  - ▣ Combinação deste mecanismos com seleção recorrente

## Sakura (pyroxasulfone) para controle de *Lolium rigidum* (azevém) na Austrália

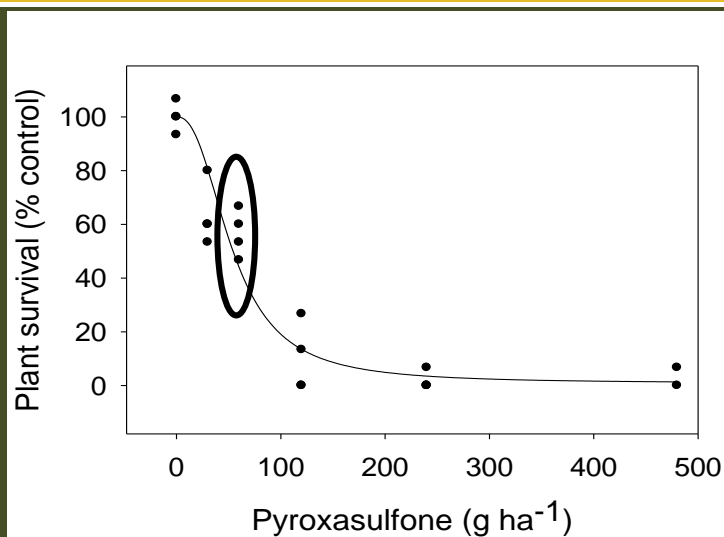
- ◆ **Local de ação: Grupo K3, VLCFA**
- ◆ **Padrão de uso: Pré-emergência em trigo, dose de 100 g/ha**
- ◆ **Controle de azevém resistente com mecanismo específico e não específico.**



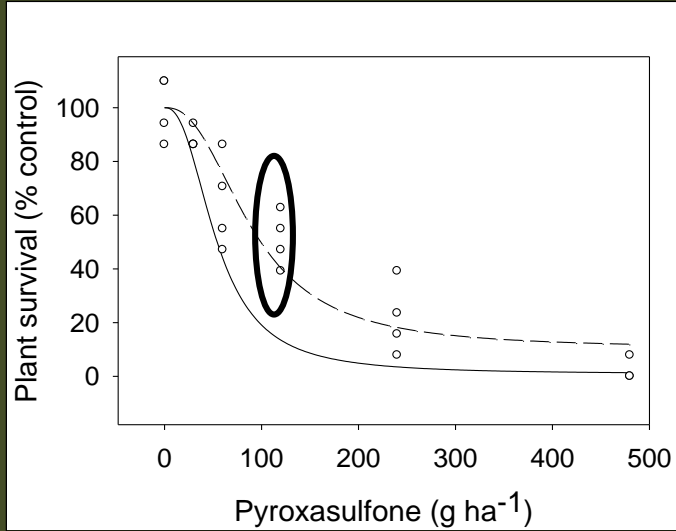
## Seleção da resistência para mecanismos não específicos, com baixas doses de Pyroxasulfone

- Projeto de pesquisa conduzido pelo Grupo Australiano de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas (AHRI), Gaines, Busi e Powles.
  - ▣ Resistência múltipla não específica em *L. rigidum* (ALS e ACCase)
  - ▣ Experimentos em vaso, no campo, no inverno
  - ▣ Baixas doses de seleção: as sementes receberam aplicação de baixas doses de pyroxasulfone
  - ▣ As plantas que sobreviveram fecundaram entre si
  - ▣ O processo foi repetido nas gerações seguintes (seleção recorrente)

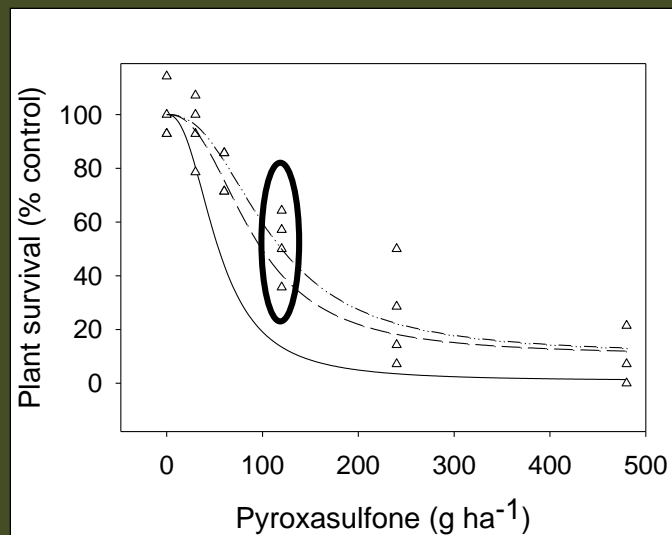
## Seleção para Resistência Múltipla de *L. rigidum*



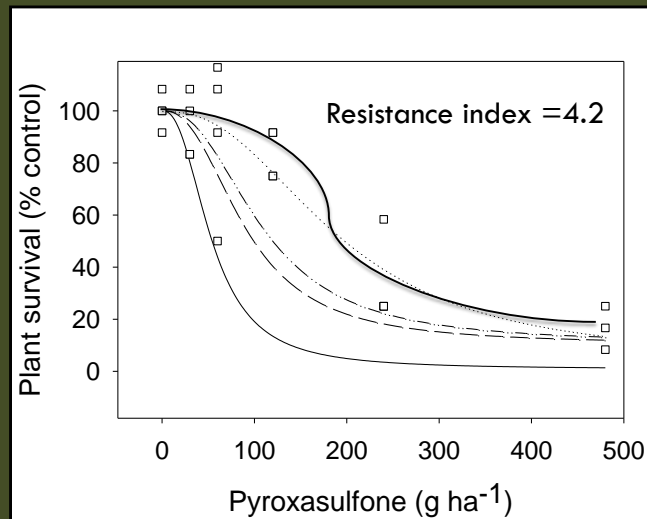
## Progênie 1



## Progênie 2



## Progênie 3 - Altamente Resistente

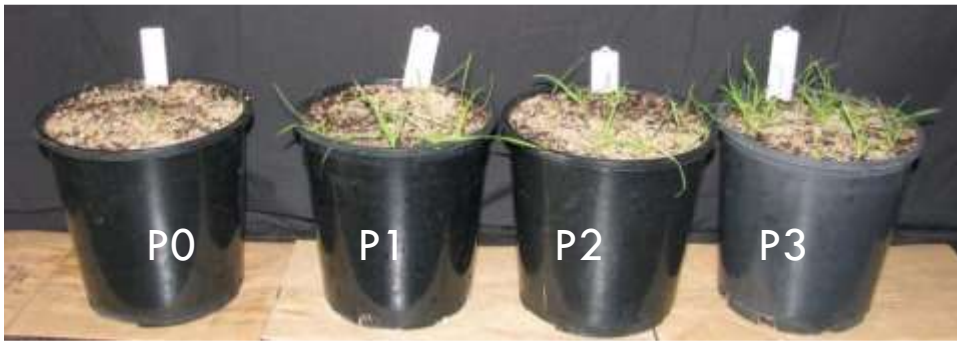


## Seleção de a Pyroxasulfone do SLR31 (*Lolium rigidum* com Resistência Multipla)

Ciclo de Seleção	Dose de Seleção (g/ha)	LD <sub>50</sub> (g/ha)	Índice de Resistência
0	60	47	
1	120	106	2.2
2	120	127	2.6
3		208	4.2



## Pyroxasulfone 120 g ha<sup>-1</sup>



◎ *Rápida evolução de uma população para resistência múltipla*

## Conclusões sobre a Seleção de Resistência Múltipla com Baixas Doses de Herbicidas

- ◆ **Pyroxasulfone controlou a resistência múltipla de *Lolium* na dose recomendada**
- ◆ **Doses menores que a recomendada selecionaram para resistência múltipla em apenas 3 gerações**
- ◆ **Populações com resistência múltipla não específica podem ser pré-programadas para selecionar resistência múltipla, também não específica, para outros grupos de herbicidas com diferente mecanismo de ação.**

## Conclusões sobre a Seleção de Resistência Multipla com Baixas Doses de Herbicidas

- ◆ Como a industria e os assistentes técnicos, nós precisamos convencer os produtores a usar o pyroxasulfone e os outros herbicidas na dose recomendade na bula.
- ◆ Diminuir dose é a “receita do desastre” para a resistência multipla para mecanismo não específico.

## Características dos herbicidas e das Plantas Daninhas que contribuem com a Resistência

### □ Fatores de Contribuição

#### □ Planta Daninha

- Frequencia do gene(s) de resistência na população susceptível
- Frequência de  $10^{-9}$  é muito melhor do que  $10^{-6}$
- Gene para resistência ocorre no núcleo (pólen)
- Fecundação Cruzada
- Alta diversidade genética
- Densidade da população daninha (resistência é um jogo de números)
- Potencial para desenvolver novos mecanismos de resistência

## Previendo a Resistência para ALS ou ACCase (Frequencia gênica inicial $10^{-6}$ )

Tratamentos/ano	% Indivíduos resistentes
0	0.0001
1ª aplic/ano	0.001
2ª aplic/ano	0.02
3ª aplic/ano	0.3
4ª aplic/ano	4.2
5ª aplic/ano	60.5**

**\*\*Herbicidas falharam com 5 aplicações.**

## Previendo a Resistência para o Pyroxasulfone (Frequencia gênica inicial de *L. rigidum* $>10^{-8}$ )

Tratamentos/ano	% Indivíduos Resistentes
0	0.000001
1ª aplic/ano	0.00001
15ª aplic/ano	1.0
20ª aplic/ano	5.3**
25ª aplic/ano	25.0
30ª aplic/ano	50.0

**\*\*Uso comercial extendido para 20 anos.**

## Densidade de *A. tuberculatus* em Illinois



*A. Tuberculatus* é uma espécie nativa, portanto toda a sua diversidade genética está disponível para a adaptação a diferentes estratégias de manejo

Courtesy A. Hager

## Potencial de hibridização com outros *Amaranthus*



Research

### Out of the swamp: unidirectional hybridization with weedy species may explain the prevalence of *Amaranthus tuberculatus* as a weed

Federico Trucco<sup>1</sup>, Tatiana Tamun<sup>2</sup>, A. Lane Rayburn<sup>3</sup> and Patrick J. Tranel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Nueva Cálvez, Instituto de Agrobiotecnología Rosario, Rosario CP2006, Argentina; <sup>2</sup>Department of Biology, St Xavier University, Chicago IL 60647, USA; <sup>3</sup>Department of Crop Sciences, University of Illinois Urbana Champaign, IL 61801, USA

#### Summary

Author for correspondence:  
P. J. Tranel  
Tel: +1 217 243 1537  
/email: tranel@uiuc.edu  
Received: 1 May 2009  
Accepted: 21 June 2009

*Amaranthus tuberculatus* represents one of the most dramatic cases of weed invasion documented in the midwestern USA. The species is infamous for evolving resistance to multiple herbicides, and predicting whether these resistances may be transferred to widespread weeds of the *Amaranthus hybridus* aggregate is a matter of epidemiological concern. Here, we explore the patterns of genetic exchange between *Amaranthus tuberculatus* and *A. hybridus* in an effort to understand whether allele introgression occurs throughout the genome and if fecundity penalties are associated

**NOVOS MECANISMOS DE RESISTÊNCIA  
ESTÃO SENDO IDENTIFICADOS E  
AVALIADOS**



## Um novo mecanismo de resistência ao Glyphosate em *Amaranthus palmeri*



Dr. Todd Gaines,  
AHRI, UWA



## Amplificação Gênica

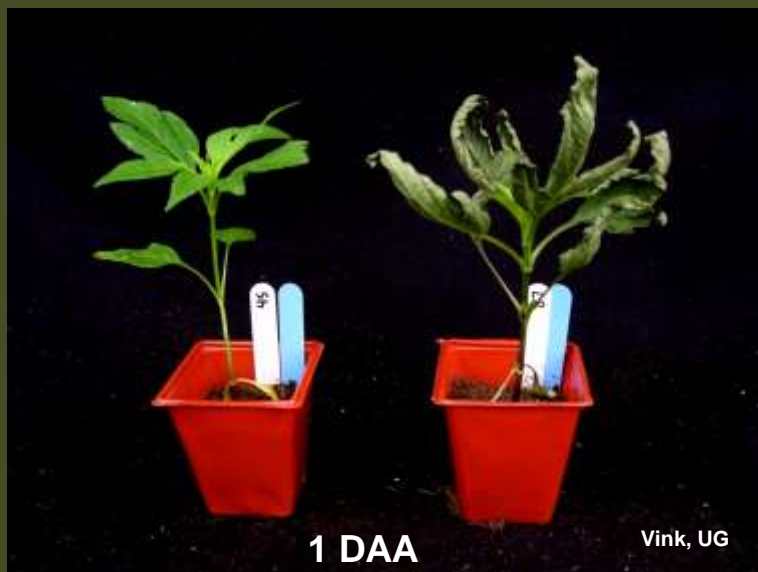
- ◆ Q-PCR é usado para medir o aumento do número de cópias da EPSPS em *Amaranthus palmeri* resistente
- ◆ Amplificação gênica correlaciona com a quantidade e atividade de EPSPS
- ◆ Amplificação gênica é herdável e correlaciona com resistência
- ◆ *A. tuberculatus* e *Kochia scoparia* também mostram algum nível de amplificação gênica



## Novo Mecanismo de Resistência ao Glyphosate em *Ambrosia trifida*



## *A. Trifida* Resistente ao Glyphosate



## A. Trifida Resistente ao Glyphosate



## “Resposta de Hipersensibilidade” ao Glyphosate é semelhante a resposta da planta para patógenos

A pesquisa sobre esse mecanismo de resistência está sendo realizada em 3 locais: Universidade de Guelph, Purdue e Colorado State

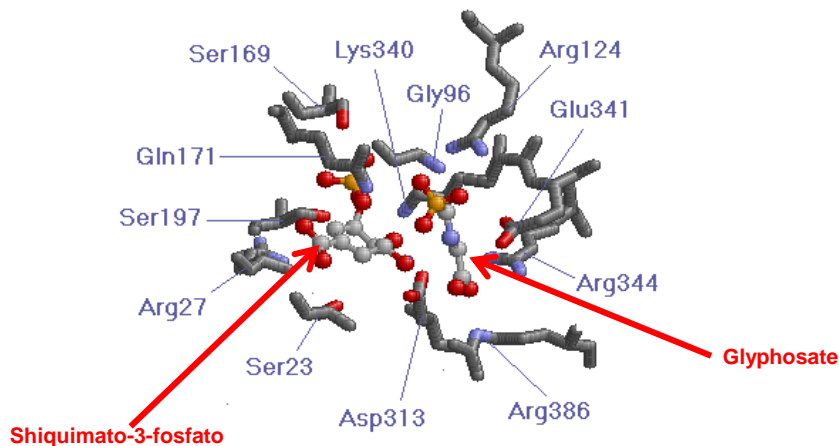


## Múltiplos pontos de mutação conferem um alto nível de resistência ao glyphosate em *Eleusine indica*

- Pesquisas iniciaram no ARHI sob a direção de S. Powles.
- *E. indica* tem dois pontos de mutação no gene de EPSPs
- Threonina102 para isoleucina mais a Prolina 106 para Serina
- Essa combinação é chamada TIPS e foi previamente “engenheirada” no milho



### ✓ Alteração no sítio de ação (Ng, 2002)



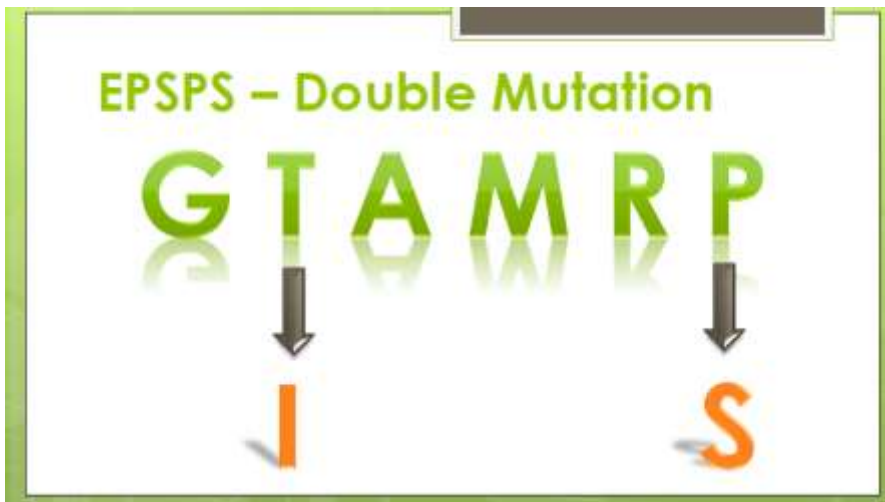
Aminoácidos residuais conservados no sítio ativo do glyphosate e do shiquimato



Número do Aminoácido	106
Aminoácido	Pro
Seqüência de bases	CCA
Chazh (SI)	-
Lenggeng (SI)	-
Bidor (SI)	-
Temerloh (SI)	-
Chazh (RI)	ACA Thr
Lenggeng (RI)	-
Bidor (RI)	TCA Ser
Temerloh (RI)	TCA Ser

Modificação do sítio de ação do herbicida  
(EPSPS) em *Eleusine indica* - Malásia

(Ng, 2002)





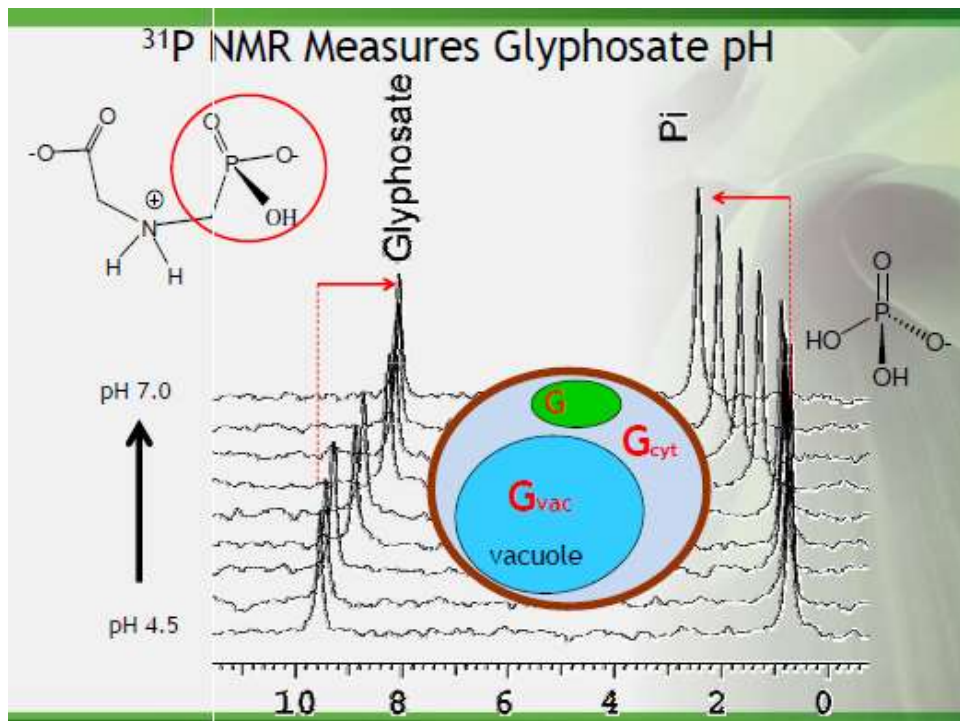
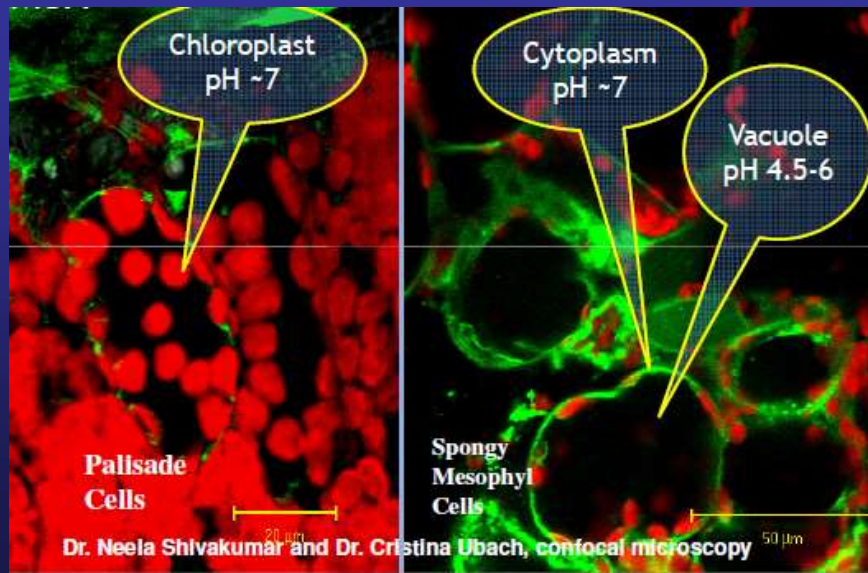


### Mutações pontuais na EPSPS – mudança do sítio de ação

Consensus Plant Site:	G	T <sup>102</sup>	A	M	R	P <sup>106</sup>	L
<b>Resistant <i>Eleusine indica</i>:</b>	G	T	A	M	R	S	L
<i>Baerson et al., 2002 Plant Phys. 129:1265</i>	G	T	A	M	R	T	L
<i>Ng et al., 2004 Aust. J. Ag. Res. 55:407</i>	G	T	A	M	R	A	L
<i>Yuan et al., 2005 Plant Prot. Bul. 47:251</i>	G	T	A	M	R	A	L
<b>Resistant <i>Lolium rigidum</i>:</b>	G	T	A	M	R	A	L
<i>Yu et al., 2007 Planta 225:499.</i>	G	T	A	M	R	T	L
<i>Wakelin &amp; Preston, 2006 Weed Res. 46:432.</i>	G	T	A	M	R	T	L
<b>Resistant <i>Lolium multiflorum</i>:</b>	G	T	A	M	R	S	L
<i>Perez-Jones et al., 2007 Planta</i>	G	T	A	M	R	S	L
<b>Resistant <i>Oryza sativa</i>:</b>	G	T	A	M	R	L	L
<i>Zhou et al. 2006 Plant Phys. 140:185</i>	<i>Directed evolution</i>						

Normalmente resistência 2 – 3 X – resistência fraca

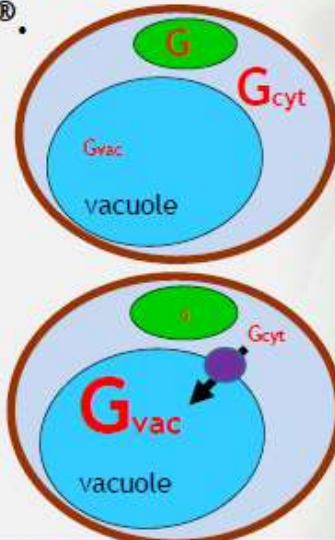
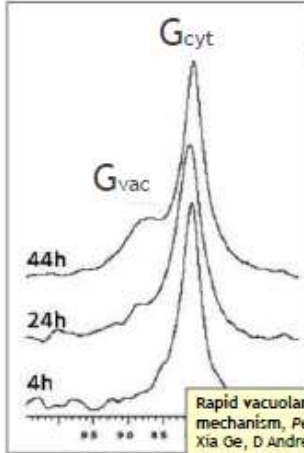
## hipótese do mecanismo de resistência através da captura pelo vacúolo



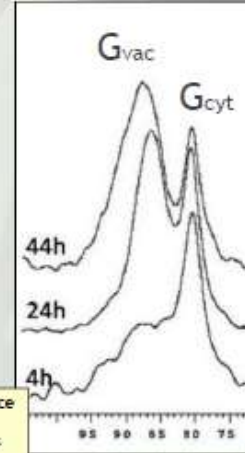


## *In vivo* $^{31}\text{P}$ -NMR of Horseweed treated with WeatherMAX<sup>®</sup>.

Sensitive  
Source Leaves

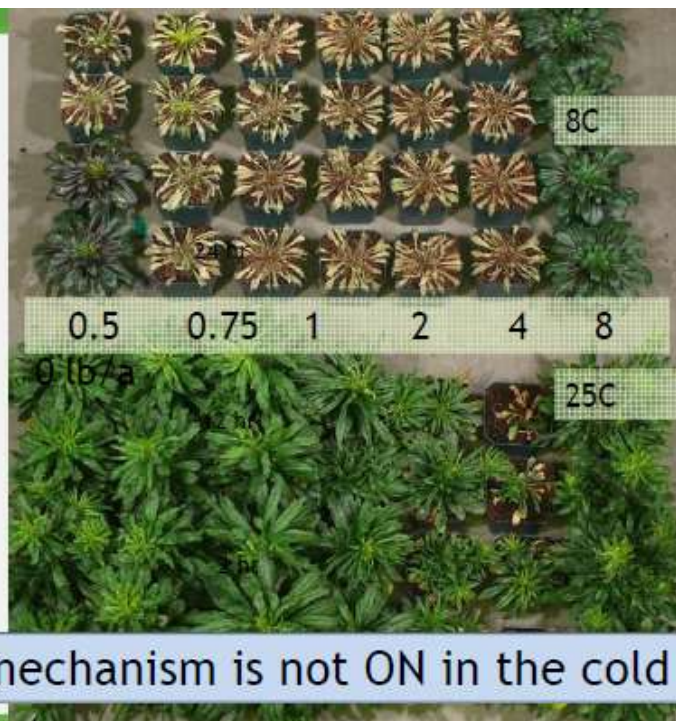


Resistant  
Source Leaves



Rapid vacuolar sequestration: the horseweed glyphosate resistance mechanism, *Pest Management Science*, 66, p 345-348, 2010.  
Xia Ge, D André d'Avignon, Joseph JH Ackerman, R Douglas Sammons  
Published Online: Jan 8 2010 9:54AM

Resistant  
Horseweed  
is sensitive  
when cold  
acclimated



Resistance mechanism is not ON in the cold





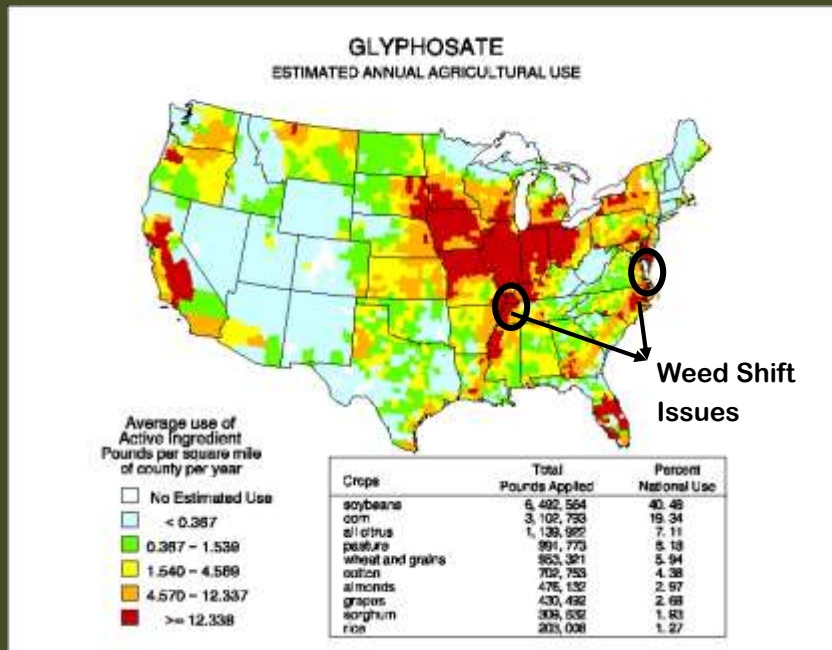
**Kochia Resistente ao Glyphosate no Sul de Alberta, Canada, Inverno de 2011**





## ANTES DE FALARMOS SOBRE DIVERSIDADE, VAMOS FALAR SOBRE COMO OS SISTEMAS DE CULTIVO NOS USA NÃO SÃO DIVERSIFICADOS

Colorado  
State  
University



*Conyza canadensis* Resistente e Susceptível após a aplicação de glyphosate



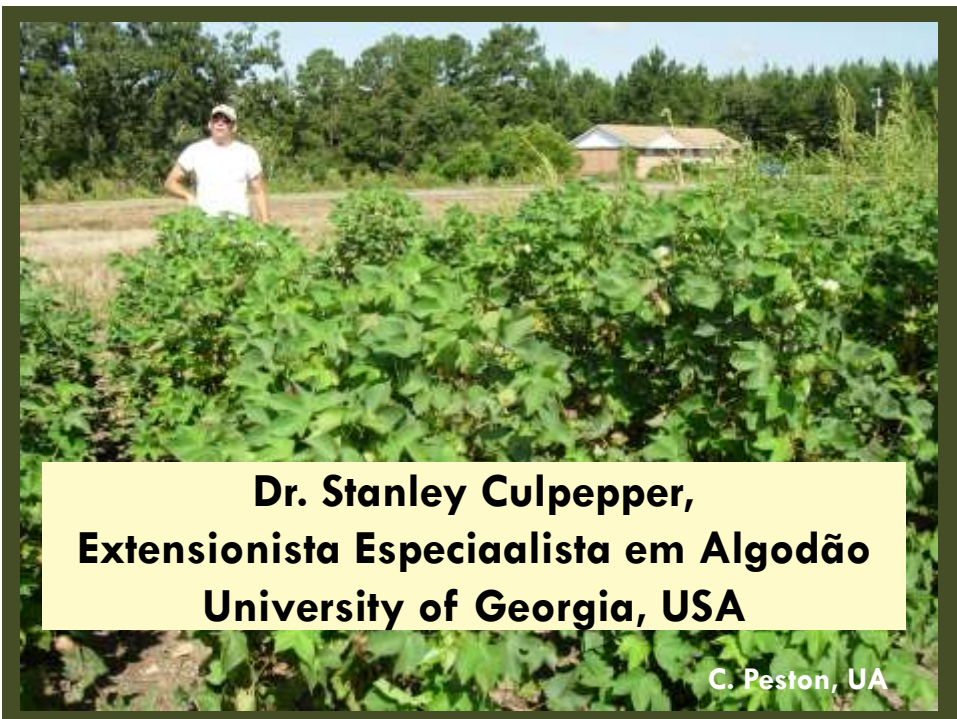
*Conyza canadensis*  
resistente ao glyphosate

- 2000 (6)
- 2001 (23)

**Delaware**



M. VanGessel, UD

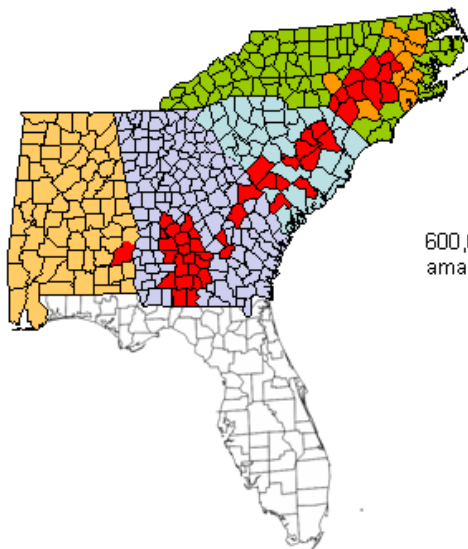




### *Amaranthus palmeri* submetido a 3 aplicações de 2.6L Roundup UltraMax



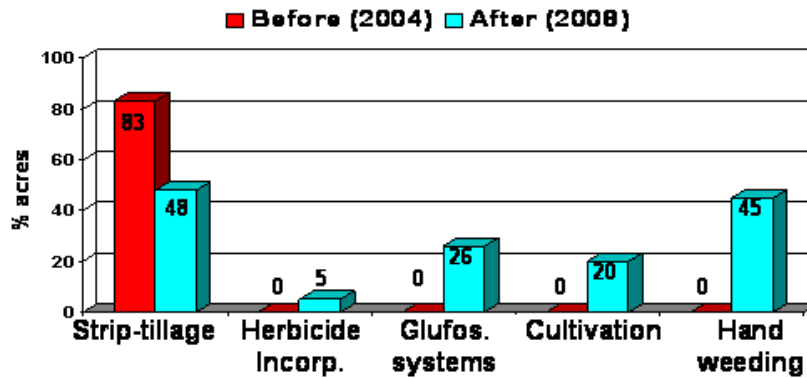
Distribution of Glyphosate-Resistant Palmer Amaranth  
Southeastern U.S.



600,000 acres with GR Palmer amaranth in Southeast

ACY 2009

## Impact of GR Palmer amaranth in Georgia counties with severe infestations.\*



\*Average of Macon, Taylor, Sumpter, Schley, and Dooly counties

## O que é **DIVERSIDADE**?

- **Diversidade significa o uso de vários métodos de manejo de plantas daninhas (Agronomy 101)**
  - **Rotação de Culturas**
    - Rotação de culturas permite diferentes práticas agrícolas e diferentes herbicidas
    - Rotação de culturas de verão e inverno, culturas monocotiledôneas (ex. trigo, milho) com dicotiledôneas (ex. soja)
  - **Rotação de preparo de solo**
    - O Plantio Direto seleciona espécies que germinam na superfície
    - Produtores australianos de trigo cultivaram em Plantio Direto por 40 anos
    - Esses australianos estão experimentando a aração a cada 7 a 10 rotações



## O que é **DIVERSIDADE?**

- **Diversidade significa o uso de vários métodos de manejo de plantas daninhas (Agronomy 101)**
  - **Rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação**
    - Glyphosate com uma imidazolinona ou sulfonilureia ou uma triazina
  - **Uso de diferentes herbicidas na mesma safra**
    - Uso de herbicida pré-emergente (ex. metolachlor, atrazina) seguido de um pós-emergente (ex. glyphosate, imazethapyr)
  - **Use sempre diferentes mecanismos de ação para o controle das plantas daninhas, em todos os anos.**
  - **Sempre use a dose recomendada!!**

## Exemplos de Programas de Manejo de Diversificação de Herbicidas

- **Soja resistente ao Glyphosate**
  - **Aplicação de metolachlor + metribuzin em pré-emergência**
    - Dois modos de ação em gramíneas e folhas largas
  - **Aplicação em pós-emergência de glyphosate mais um inibidor de ACCase**
    - Dois a quatro mecanismos de ação para espécies daninhas
- **Rotação de milho resistente ao glyphosate**
  - **Aplicação em pré-emergência de atrazina + metolachlor**
    - Dois modos de ação em gramíneas e folhas largas
  - **Aplicação em pós-emergência de dicamba + glyphosate**
  - **Residual com atrazina + metolachlor**

## Novas Tecnologias para o Manejo de Resistência a Herbicidas

- Enlist da Dow Agrosience
- Roundup Xtend da Monsanto
- Biodirect da Monsanto
- Manejo da colheita de sementes de plantas daninhas

### Tecnologia EnList E3™ Resistência a Glyphosate + 2,4-D + Glufosinato



## Tecnologia Enlist da Dow AgroSciences para Milho

- ◆ Milho terá glyphosate, 2,4-D, glufosinato e uma resistência adicional aos herbicidas fop's
- ◆ Desenvolvimento de uma nova formulação de 2,4-D (colina) com a tecnologia Colex-D para minimizar a deriva
- ◆ O Algodão Enlist terá resistência a glyphosate, glufosinato e 2,4-D
- ◆ Previsão para 2014 - 2015

## Tecnologia Roundup Xtend da Monsanto Soja Resistente a Dicamba (DT)



Testemunha



Glyphosate



Glyphosate + Dicamba

## Sistema Roundup Xtend



Fotos da webpage da Monsanto

## População de *A. tuberculatus* com Resistência ao 2,4-D (Nebraska, USA)



Não Tratada

280 g ha<sup>-1</sup>

1,120 g ha<sup>-1</sup>

G. Kruger, UNL

## Avaliação de Campo 14 DAA



4,480 g ha<sup>-1</sup>

8,960 g ha<sup>-1</sup>

35,840 g ha<sup>-1</sup>

G. Kruger, UNL

## Cobertura e Florescimento - 84 DAA



35,840 g ha<sup>-1</sup>

1,120 g ha<sup>-1</sup>

G. Kruger, UNL



## Como o Biodirect™ funciona

- ❑ Sequencias específicas de RNA para mRNA
- ❑ Monsanto está usando um vasto banco de dados genéticos para desenhar o RNAi
- ❑ RNAi é aplicado junto com o glyphosate
- ❑ Entra na célula da planta
- ❑ Combina com o mRNA da EPSP sintase
- ❑ Paraliza a super expressão e a planta resistente se torna novamente susceptível

## Método não químico de controle de sementes de Plantas Daninhas

Por que retornar as sementes de plantas daninhas para a área de colheita?



## Queima da palha enleirada



## O Destruidor de Sementes Harrington

- ◆ Destroi sementes de plantas daninhas na colheita
- ◆ Retorna a palhada para o campo
- ◆ Não requer mudanças na operação de colheita
- ◆ Está sendo adaptado para caber dentro da colheitadeira
- ◆ Significante redução do banco de sementes



## Implicações para os USA

- ◆ *A. tuberculatus* poderá produzir mudanças significativas nos sistemas de produção do meio-oeste. (Dr. Pat Tranel, UI)
- ◆ *A. tuberculatus* é uma espécie nativa, não há restrição genética, há grande variabilidade genética para seleção
- ◆ Variedades com as tecnologias Enlist™ (Dow Agro) e Dicamba-DT (Monsanto) proporcionarão uma solução temporária.
- ◆ As variedades Enlist e DT vão permitir a continuidade da produção em plantio direto ou em cultivo mínimo
- ◆ Níveis elevados de resistência ao 2,4-D foram identificados em *A. tuberculatus*.
- ◆ Os herbicidas HPPD foram projetados para proporcionar uma ponte até novos modos de ação serem descobertos, já temos o primeiro caso de resistência em *A. tuberculatus*.

## Implicações para o Brasil

- ◆ Existe plantas do tipo de *A. palmeri* or *A. tuberculatus* em algum lugar no Brasil ou nos países próximos?
- ◆ Brasil tem a vantagem de assistir o que está ocorrendo nos USA e poder evitar o mesmo problema no país.
  - “Insanidade: fazer a mesma coisa repetidamente e esperar um resultado diferente.” (Albert Einstein)

## Implicações para a Argentina

- ◆ É fundamental haver uma ação coordenada para a o manejo da resistência, com a participação da Universidade, Instituições de Pesquisa, Industria e produtores.
- ◆ Continuar o esforço de aumentar a diversidade nos sistemas de cultivo na Argentina
- ◆ Sustentabilidade só virá com a diversidade..

