

Pedro Jacob Christoffoleti – ESALQ – USP – [pjchrist@usp.br](mailto:pjchrist@usp.br)  
Departamento de Produção Vegetal  
Área de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas





# Porque o Paraquat é essencial para a Agricultura Brasileira?

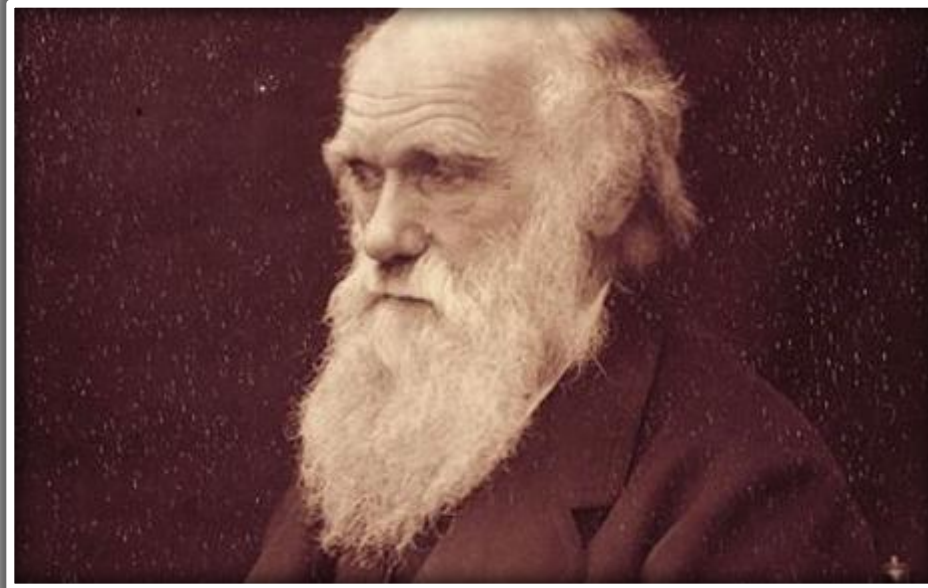
- ✓ O glifosato foi chamado de herbicida “*que só se encontra uma vez por século*”
- ✓ “... o glifosato será levado à redundância em grande parte da América do Norte e América do Sul, a menos que os produtores diversifiquem o controle de ervas daninhas agora”
- ✓ Paraquat, glifosato e glufosinato foram os únicos herbicidas não seletivos comercialmente bem sucedidos em toda a história da indústria de proteção química à lavoura.



Introdução



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

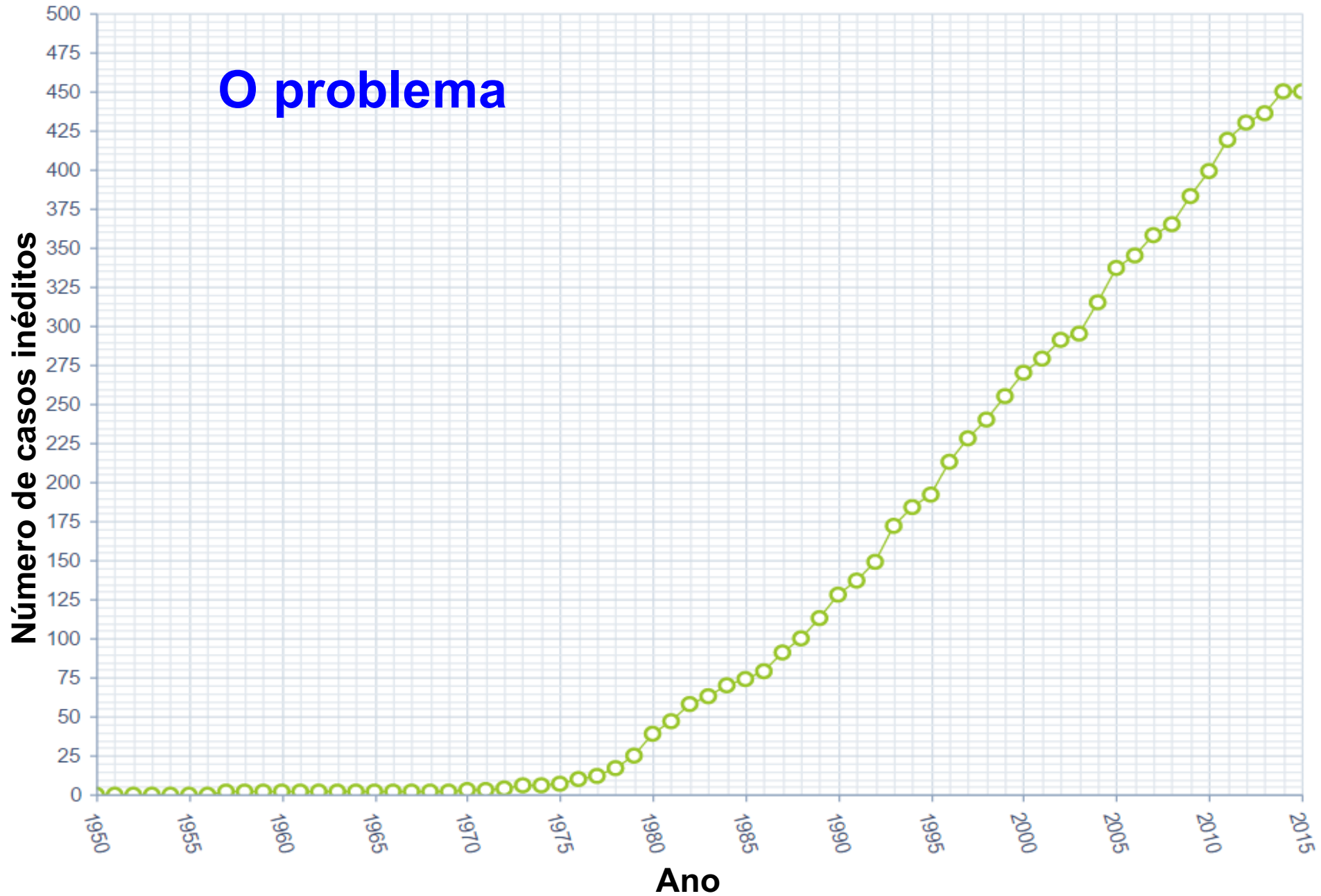


**Charles Darwin  
(1809 - 1873)**



# Resistência de plantas daninhas a herbicidas do número de casos

O problema





Picão preto – resistente a ALS

Paraná – 1995

Antes da soja transgênica resistente ao glifosato



Capim amargoso – resistente a glyphosate  
Londrina – PR -2005





Capim amargoso – resistente a glyphosate  
Mato Grosso – Rio Verde - 2014





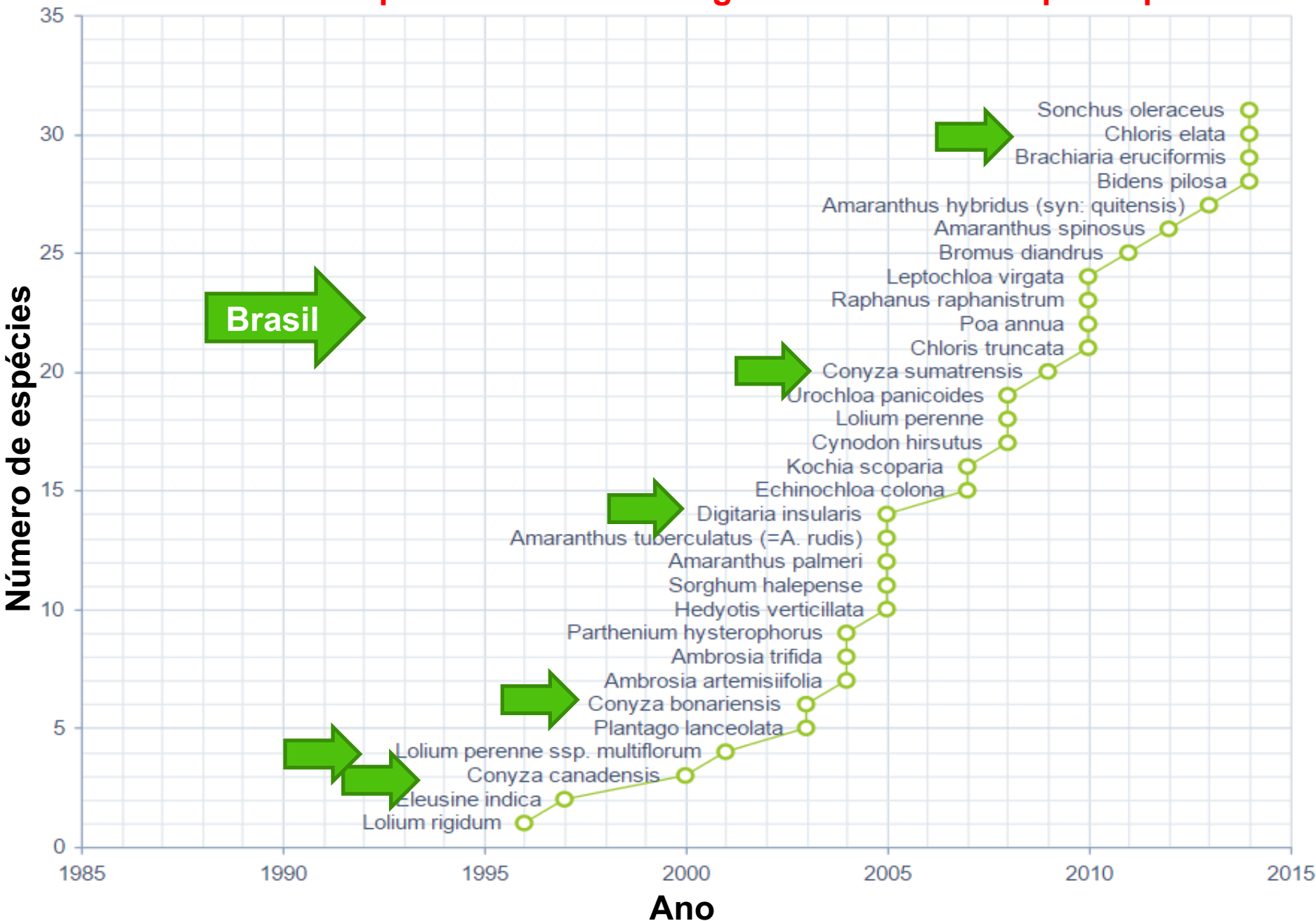
Capim amargoso – resistente a glifosato

Luiz Eduardo Magalhães – LEM - Bahia – Rio Verde - 2014





# Resistência de plantas daninhas ao glifosato – histórico por espécie



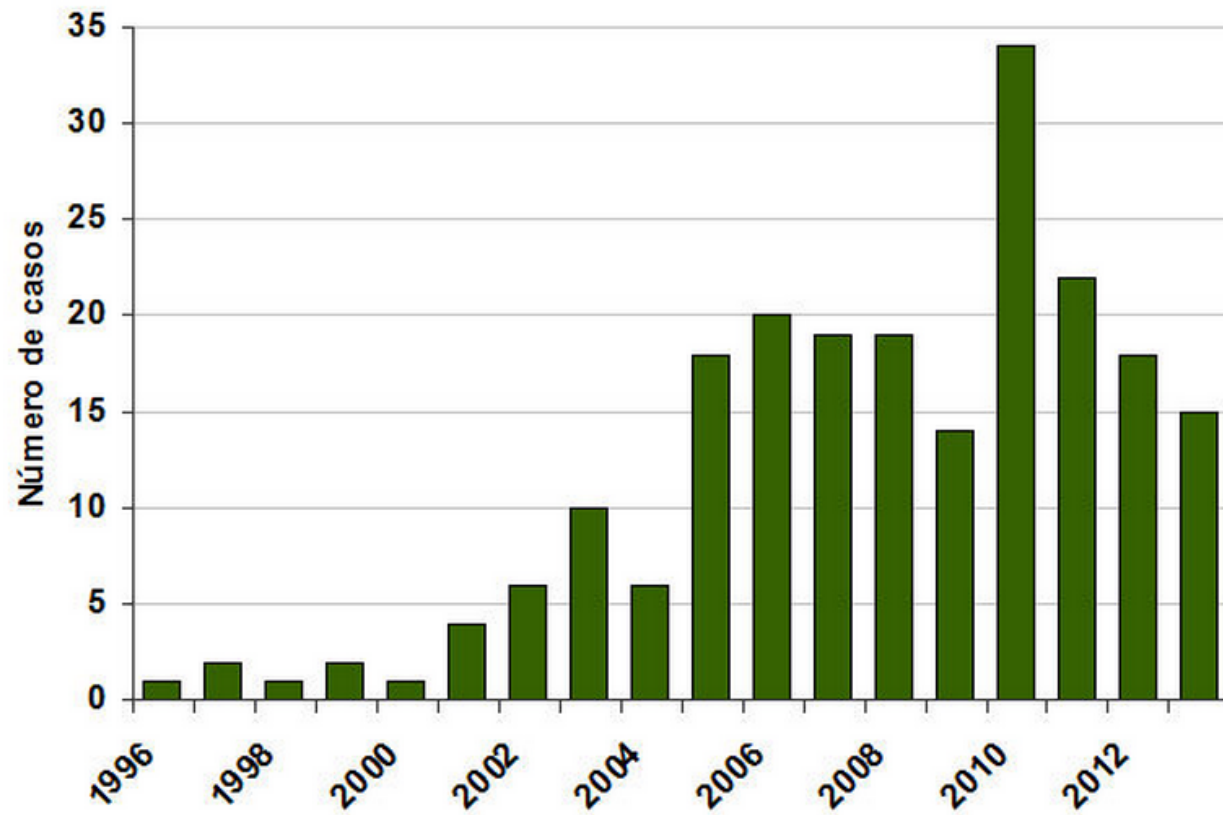
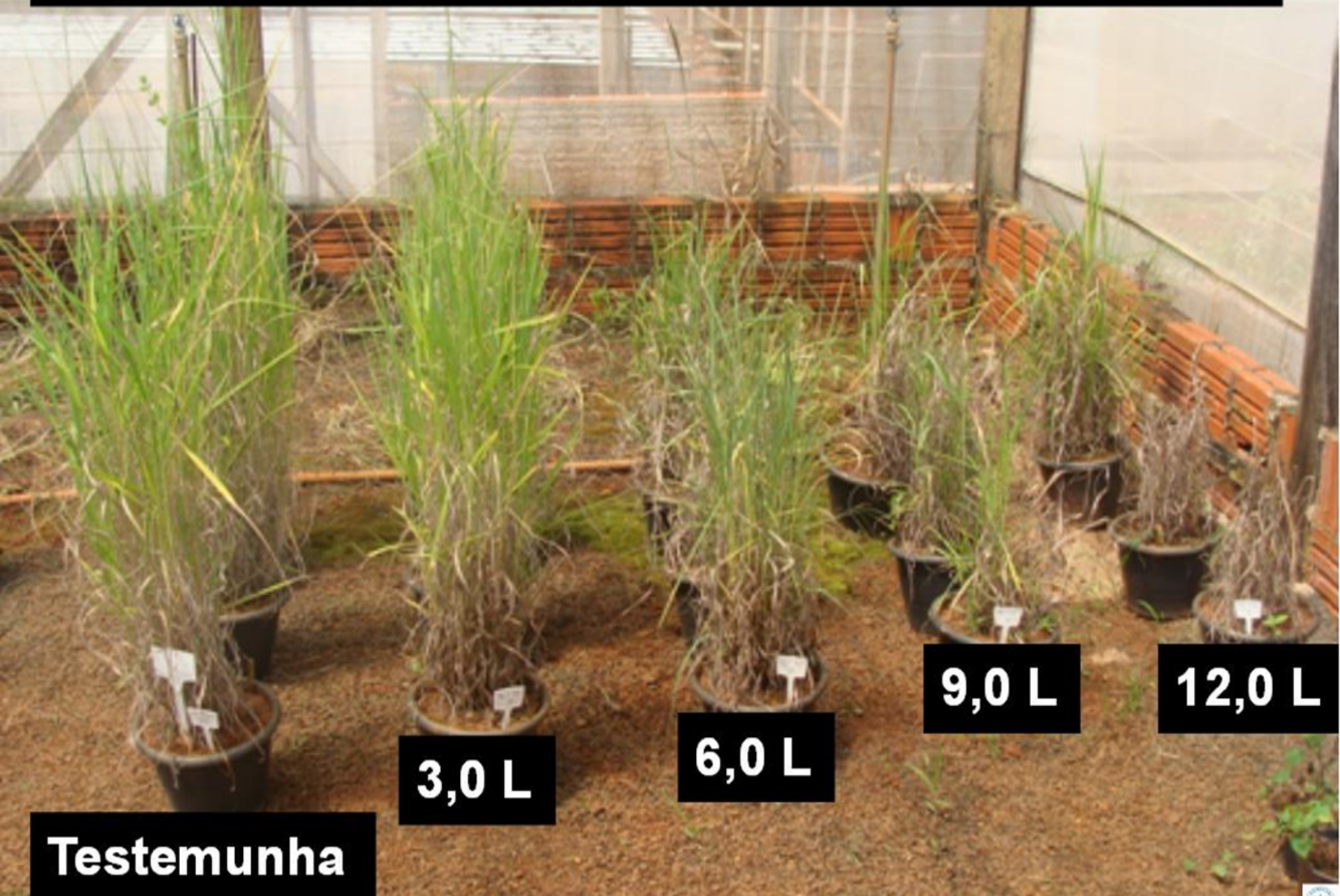


Figura 1. Dados anuais sobre números de casos confirmados de ervas daninhas resistentes ao glifosato





# Capim-amargoso - *Digitaria insularis* - São Paulo



**Testemunha**

**3,0 L**

**6,0 L**

**9,0 L**

**12,0 L**



## Capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato

Só Glyphosate

Glifosato + alternativos

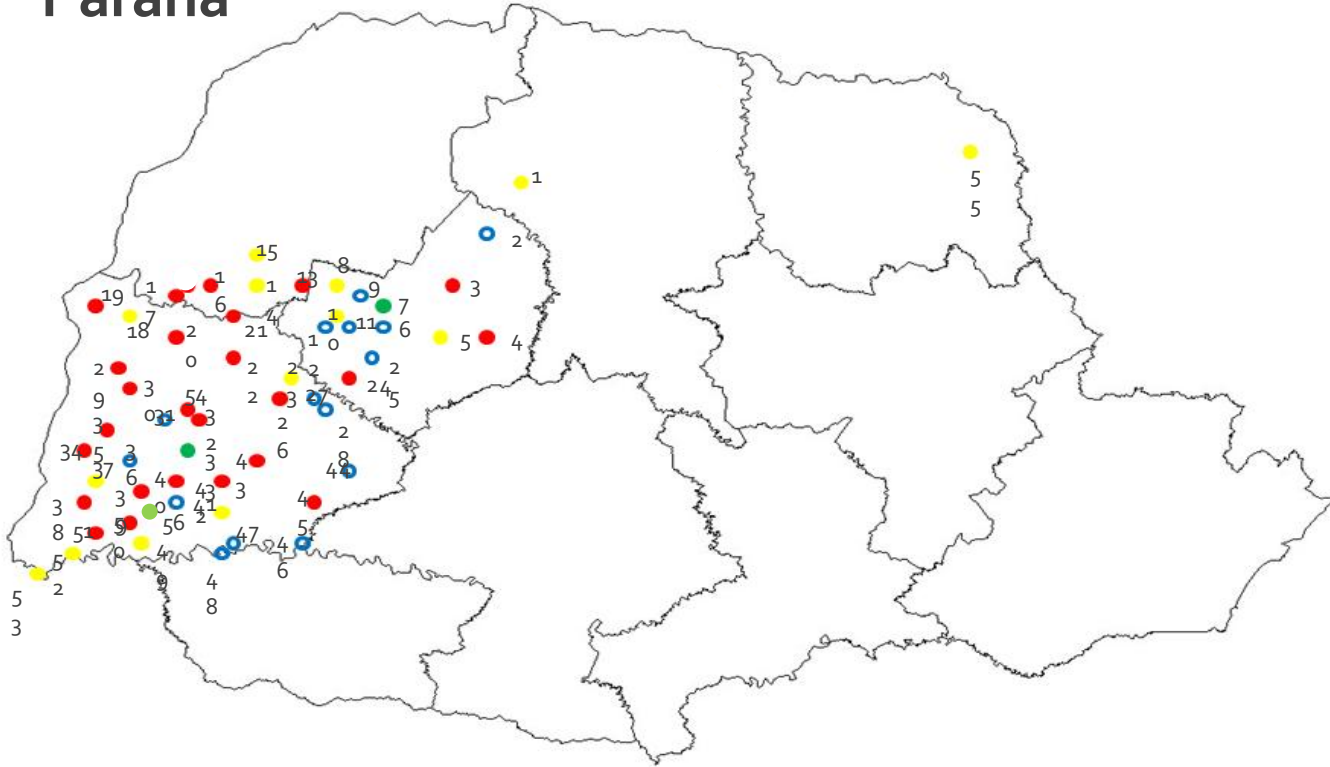




**Capim-amargoso - *Digitaria insularis* - Uberlândia, MG**

**Pousio, que sucedeu área de soja infestada com amargoso**

# Paraná






**Buva resistente ao gyphosate – Chapadão do Ceu – GO - 2014**



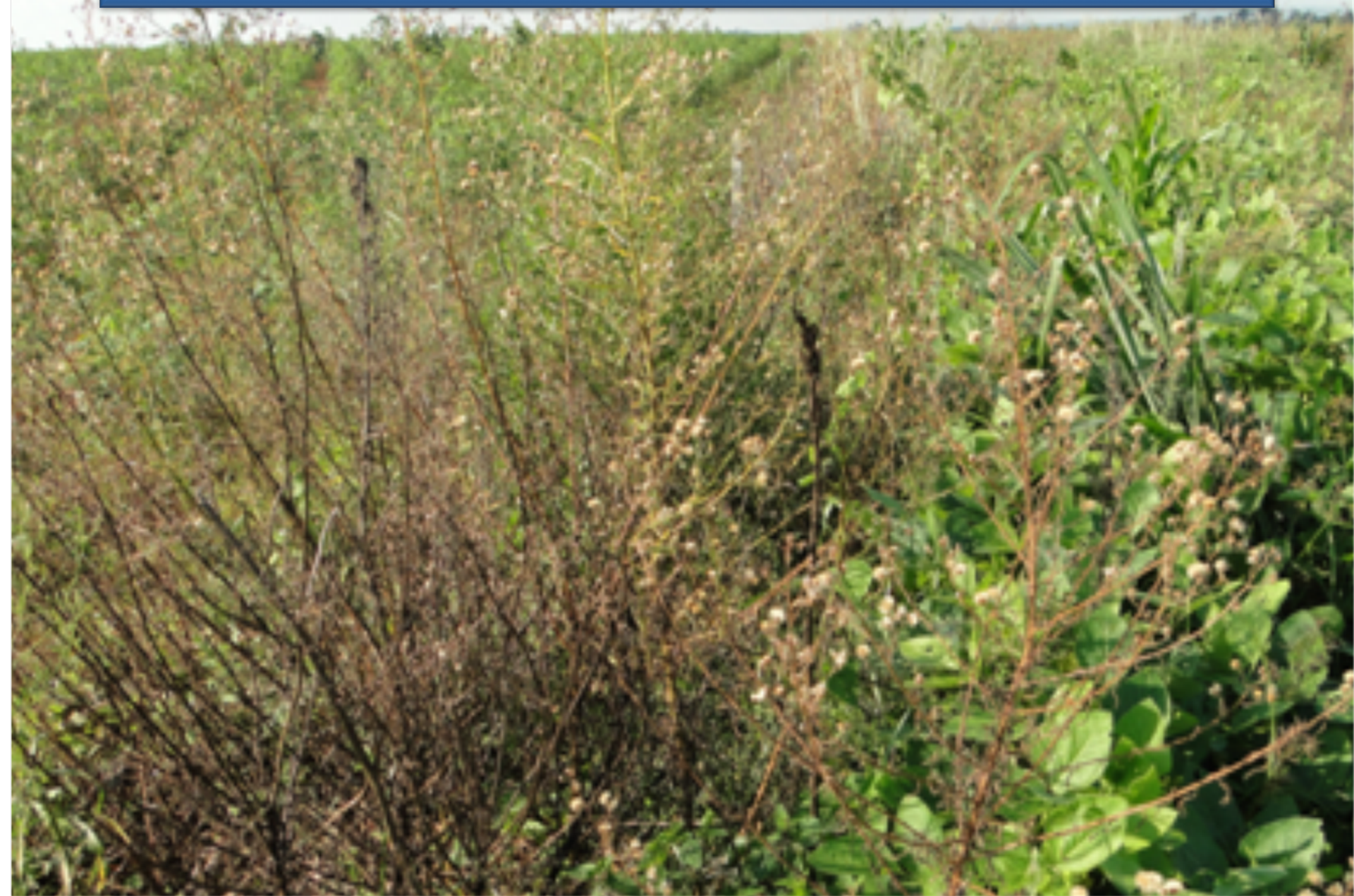




**Buva e amargoso juntos = COMUM**  
**Área de pousio**



Só Glyphosate – buva e amargoso resistente  
Parcela sem herbicida – experimento em Conceição das Alagoas - MG







Azevém resistente a glyphosate no RS









8N DEERE

02.21.2013 23:40

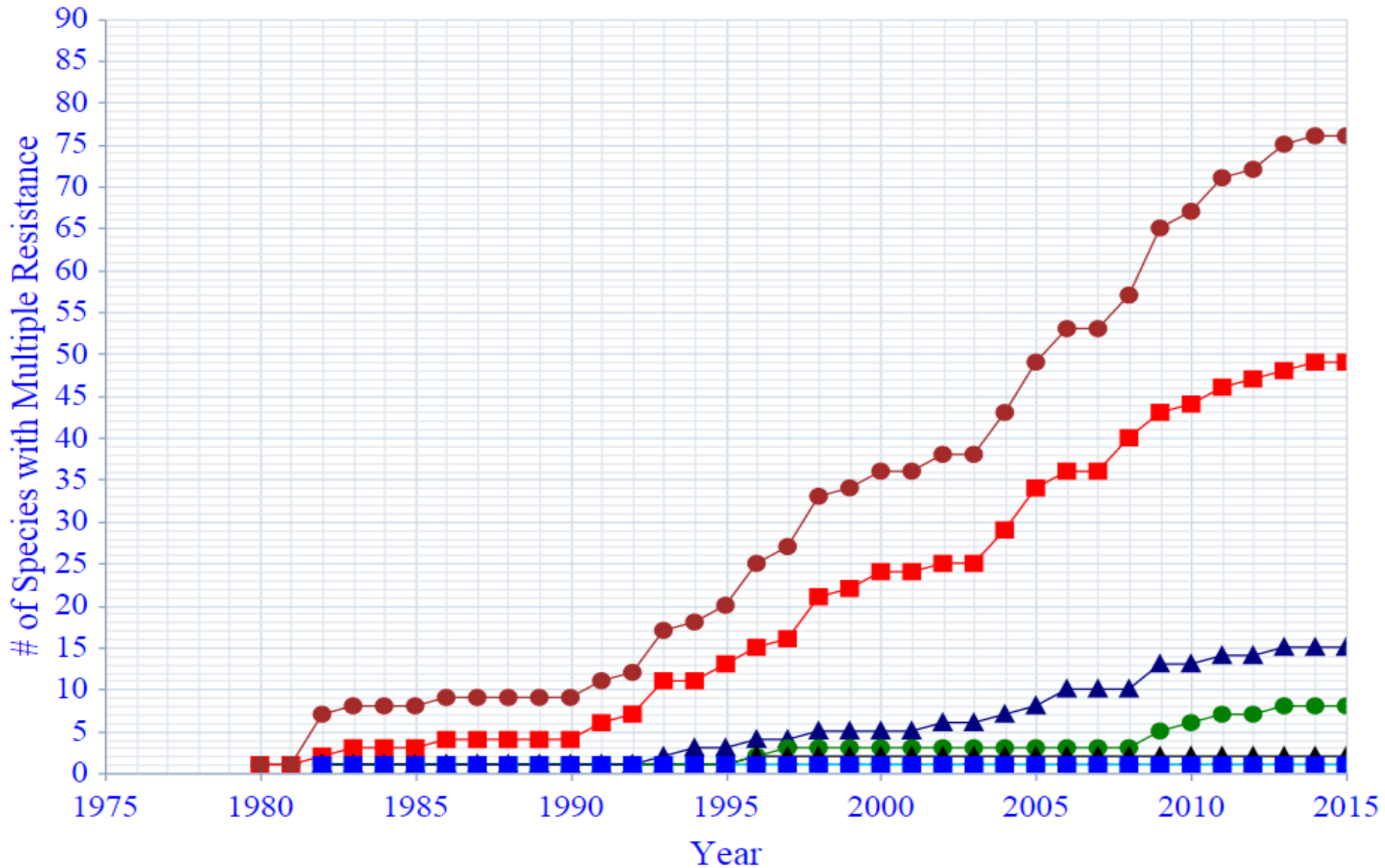






# Populações de plantas daninhas com resistência a múltiplos mecanismos de ação

■ Dois ■ Três ■ Quatro ■ Cinco ■ Seis ■ Sete ■ Acumulado

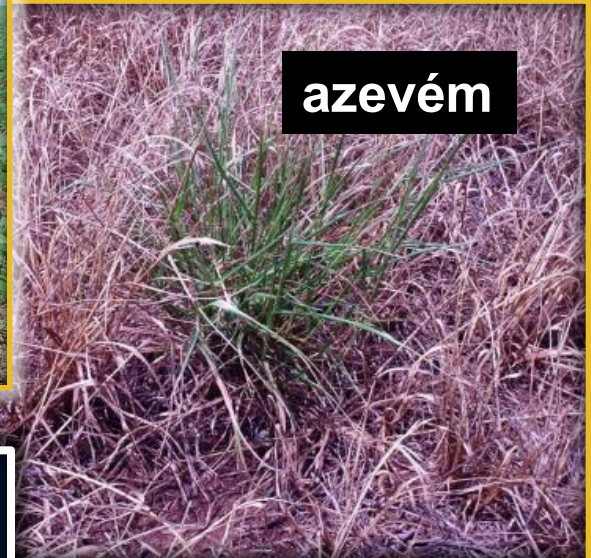
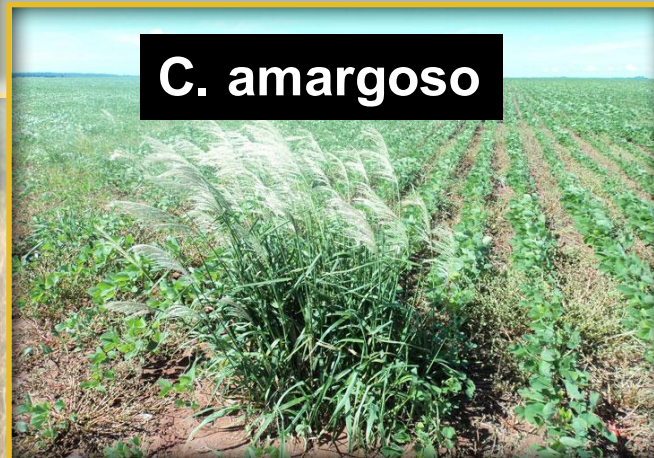








# Plantas daninhas resistentes ao glyphosate no Brasil





**CAPIM AMARGOSO**

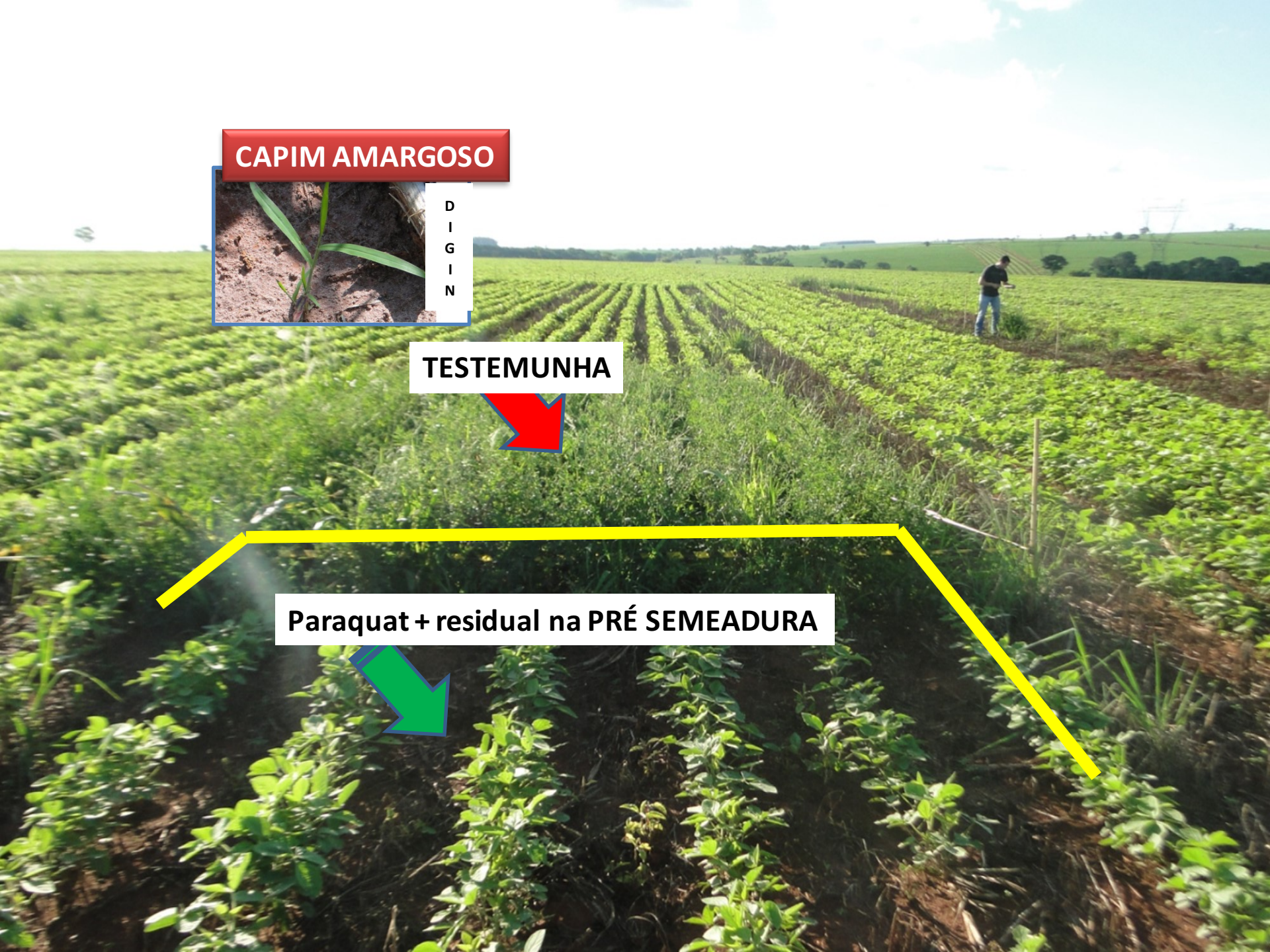


D  
I  
G  
I  
N

**TESTEMUNHA**



**Paraquat + residual na PRÉ SEMEADURA**







**Buva**

**Capim amargoso**

16/11/2006 15:15:16



**Buva em café – Fazenda Cambuhy – Matão - SP**







**Disseminação eficiente das plantas daninhas resistentes**

**Kochia resistente ao glifosato –  
Yuma, CO (USA) – 2011 (P. Westra)**





**Kochia resistente ao glifosato na região sul de Alberta, Canada**



**DESESPERO??????????**



Culpepper, 2011

**Algodão nos EUA - *Amaranthus palmeri***



2011



Culpepper, 2011

**Algodão nos EUA - *Amaranthus palmeri***



*Amaranthus palmerii* (caruru) em algodão









# Mecanismos de resistência ao glifosato conhecidos

**Alteração no  
sítio de ação  
(Proline 106)**

**Translocação**

**Sequestração**

**Amplificação  
gênica**



**Por que as plantas daninhas resistentes ao glifosato surgiram?**



# Resistência da *Ambrosia trifida* nos Estados Unidos

Vink, UG



**0 Dias após a aplicação do glifosato**



# Resistência da *Ambrosia trifida* nos Estados Unidos

Vink, UG



**1 dia depois da aplicação de glifosato**



# Resistência da *Ambrosia trifida* nos Estados Unidos

Vink, UG



**7 dia depois da aplicação de glifosato**



# Resistência da *Ambrosia trifida* nos Estados Unidos

Vink, UG



**28 dia depois da aplicação de glifosato**

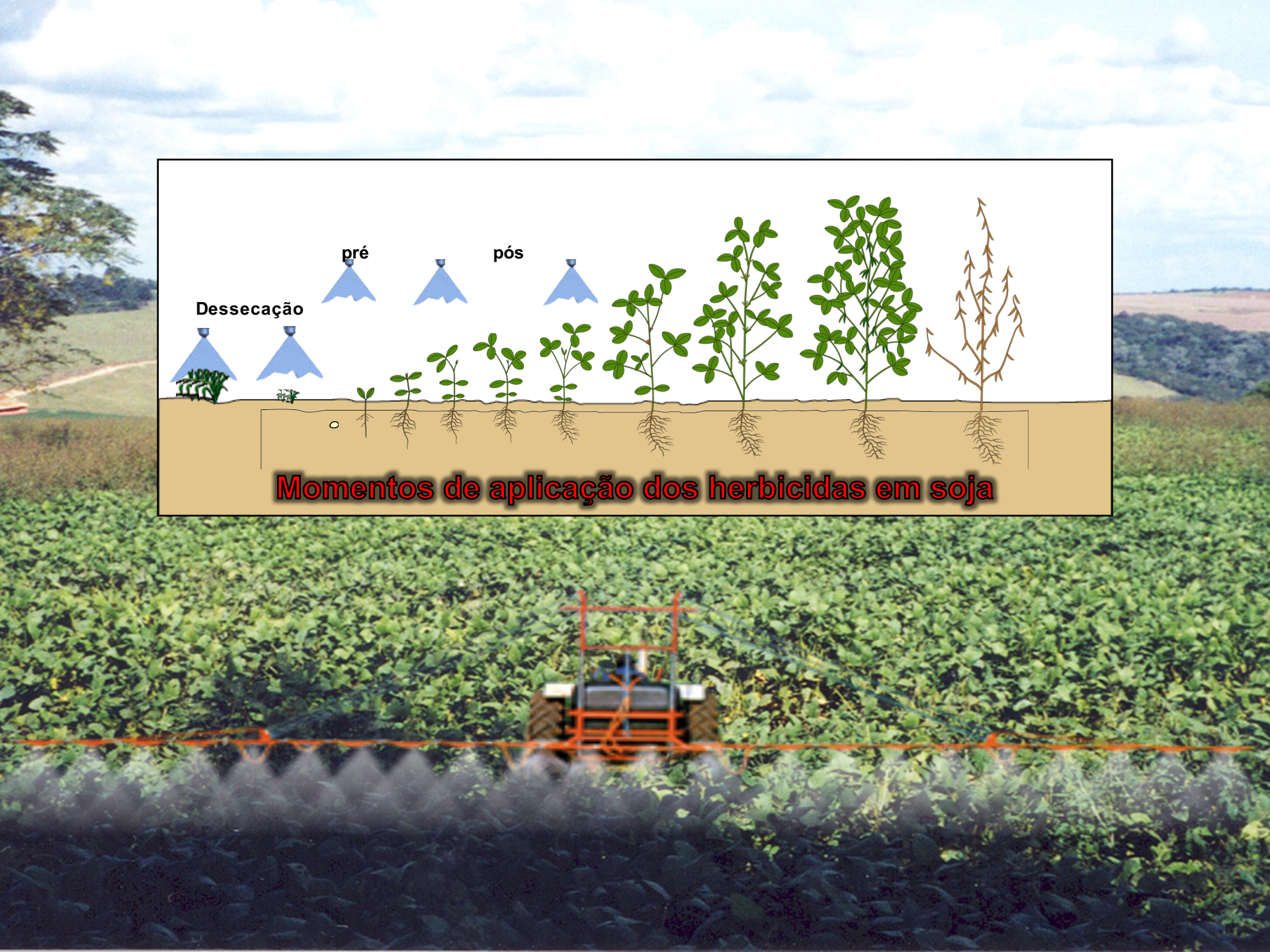
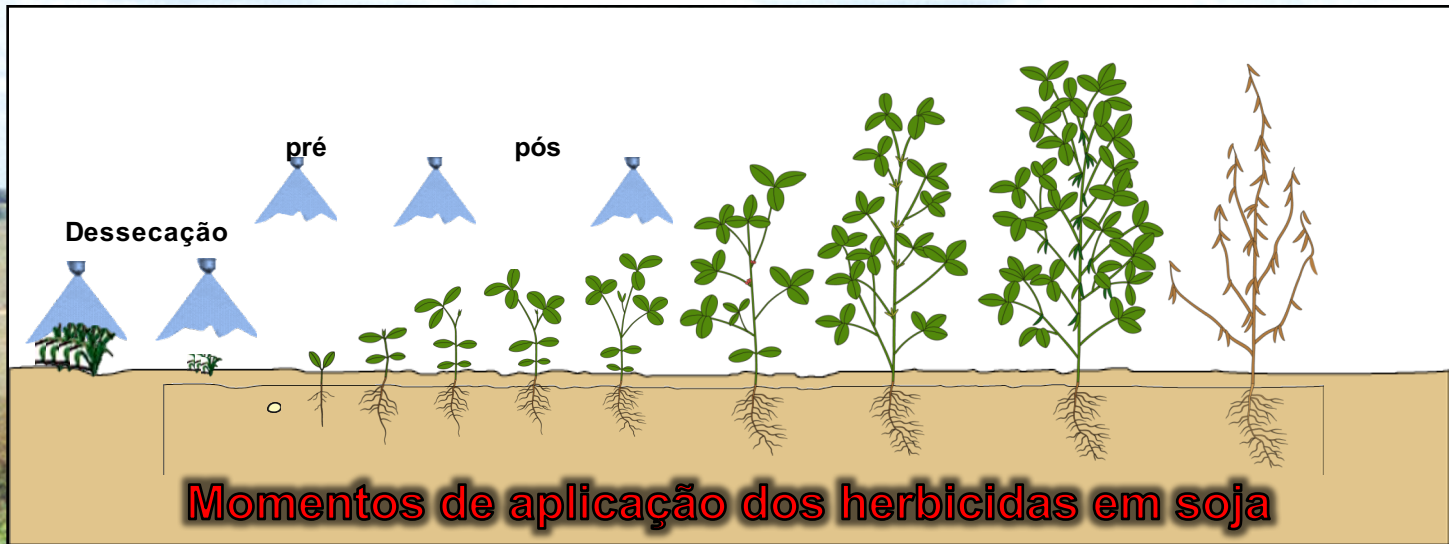


**Solução ????**

***DIVERSIDADE DE MANEJO***

10/11/2004







## “Double-knock”

“Now the first knock is a translocated herbicide, followed with the second knock contact herbicide. While the tactic involves two herbicides it is essential that they have different modes of action.

“Two applications of the same chemical is not a double-knock and is actually likely to increase selection pressure, hastening the development of herbicide resistance.”



# Soluções

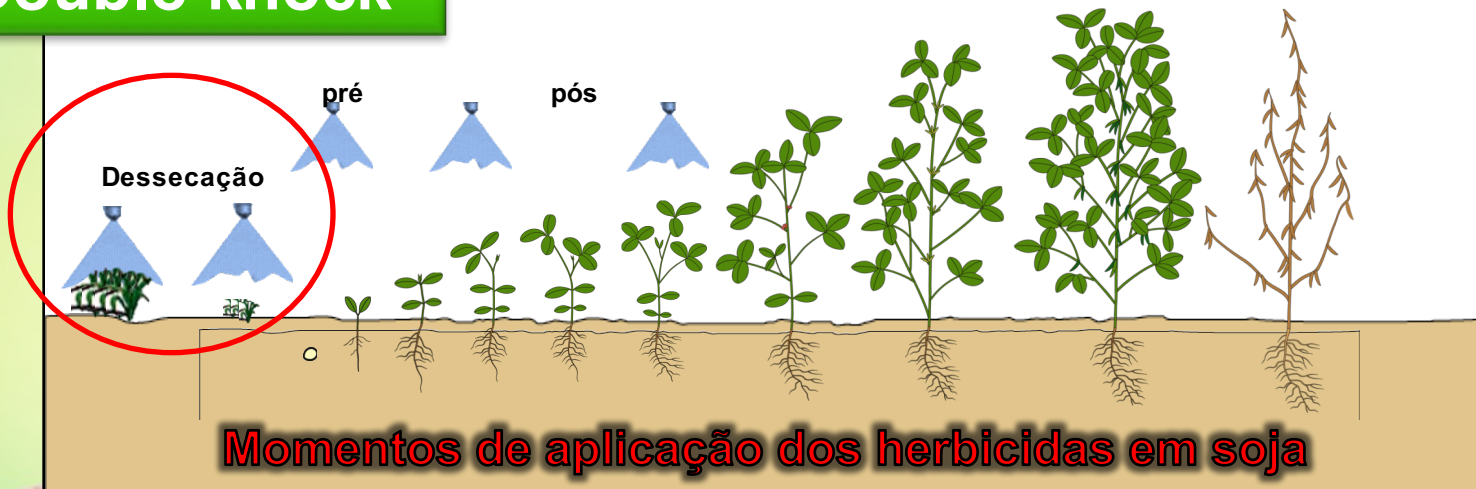


## “Double-knock”

“Now the first knock is a translocated herbicide, followed with the second knock contact herbicide. While the tactic involves two herbicides it is essential that they have different modes of action.

“Two applications of the same chemical is not a double-knock and is actually likely to increase selection pressure, hastening the development of herbicide resistance.”

## “Double-knock”



Soluções



# Testemunha







**Dessecação (20 dias antes da semeadura) - Roudup 3.0 L/ha**  
**Dessecação sequencial (3 dias antes da semeadura) – Roundup 3.0 L**  
**Pós seletivo (14 dias após a semeadura) – Roundup 2.0 L/ha**



## 14 días após aplicação do glifosato na soja

**Dessecação (20 dias antes da sementeira) - Roundup Transorb 3,0 L/ha + Verdict 0,8 L/ha**

**“Burndown” (3 dias antes da sementeira) – Paraquat 2,0 L/ha + Dual Gold 2,0 L/ha**

**Pós seletivo (14 dias após a sementeira) – Roundup transorb 2,0 L/ha + Verdict 0,5 L/ha**

**“Double-knock”**





## Rebrota de plantas daninhas aos 40 dias após a semeadura da soja, em função de diferentes manejos de dessecação

Procópio et al, (2006).

Manejo de dessecação	Capim amargoso
	Rebrota (%)
Glyphosate* no dia da semeadura	23 b
Glyphosate 1 DAS***	21 b
Glyphosate 2 DAS	23 b
Glyphosate 10 DAS e [paraquat + diuron] no dia da semeadura	0 c
Glyphosate 20 DAS e [paraquat + diuron] no dia da semeadura	0 c

**Capim amargoso = *Digitaria insularis***

DAS - dias antes da semeadura; Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de significância.

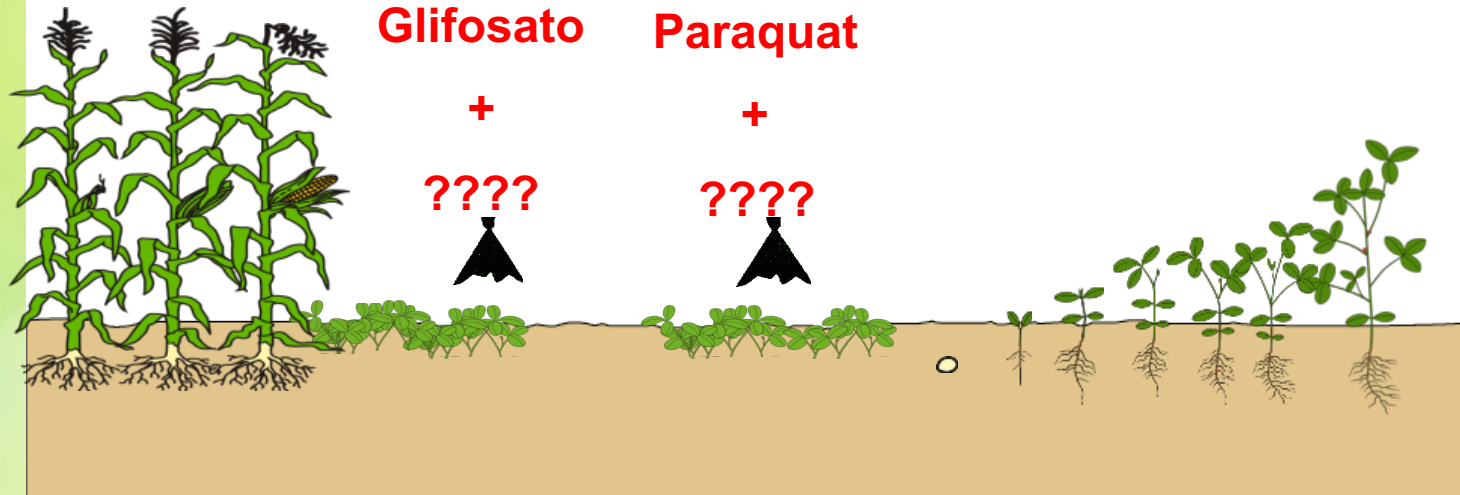


**Dessecação antecipada + [paraquat + diuron] seguida de plantio melhora o controle de plantas de difícil controle pelo glyphosate**



# Safrinha → Buva

Intervalo de  
10 a 15 dias





% de controle de um biótipo resistente ao glyphosate de buva (*Conyza bonariensis*), em condições de campo. Embrapa Trigo, 2006. Adaptada de Vargas et al., 2007.

Tratamento	Dose <sup>1</sup> (g ia ha <sup>-1</sup> )	Toxicidade (%)		
		7 DAT	15 DAT	30 DAT
1 - Testemunha	-	0 d	0 d	0 e
2 - Glyphosate	360	18 c	25 c	30 d
3 - Glyphosate	720	15 c	35 c	35 d
4 - Glyphosate	1.440	25 c	30 c	65 c
5 - Glyphosate	2.880	40 b	50 b	75 b
6 - Glyphosate	5.760	45 b	55 b	85 a
7 - 2,4-D	1.005	75 a	85 a	90 a
8 - Paraquat	400	85 a	95 a	85 a

Vargas et al., 2007





% de controle de um biótipo de buva (*C. bonariensis*) resistente e um sensível em casa de vegetação. Embrapa Trigo, 2006. Adaptada de Vargas et al., 2007.

Tratamento	Dose <sup>1</sup> (g ia ha <sup>-1</sup> )	Toxicidade (%)			
		Sensível		Resistente	
		7 DAT	15 DAT	7 DAT	15 DAT
1 - Testemunha	-	0 c	0 b	0 d	0 e
2 - Glyphosate	360	90 a	100 a	15 cd	15 d
3 - Glyphosate	720	95 a	100 a	30 bc	30 c
4 - Glyphosate	1.440	98 a	100 a	35 b	40 bc
5 - Glyphosate	2.880	95 a	100 a	35 b	50 b
6 - Glyphosate	5.760	98 a	100 a	45 b	50 b
7 - 2,4-D	1.005	85 b	100 a	90 a	95 a
8 - Paraquat	400	100 a	100 a	100 a	100 a
9 - Chlorimuron-ethyl	40	80 b	100 a	85 a	100 a
10 - Metsulfuron-methyl	4	85 b	100 a	90 a	100 a
<b>11 - Diuron + paraquat</b>	<b>200 + 400</b>	<b>100 a</b>	<b>100 a</b>	<b>100 a</b>	<b>100 a</b>

Vargas et al., 2007





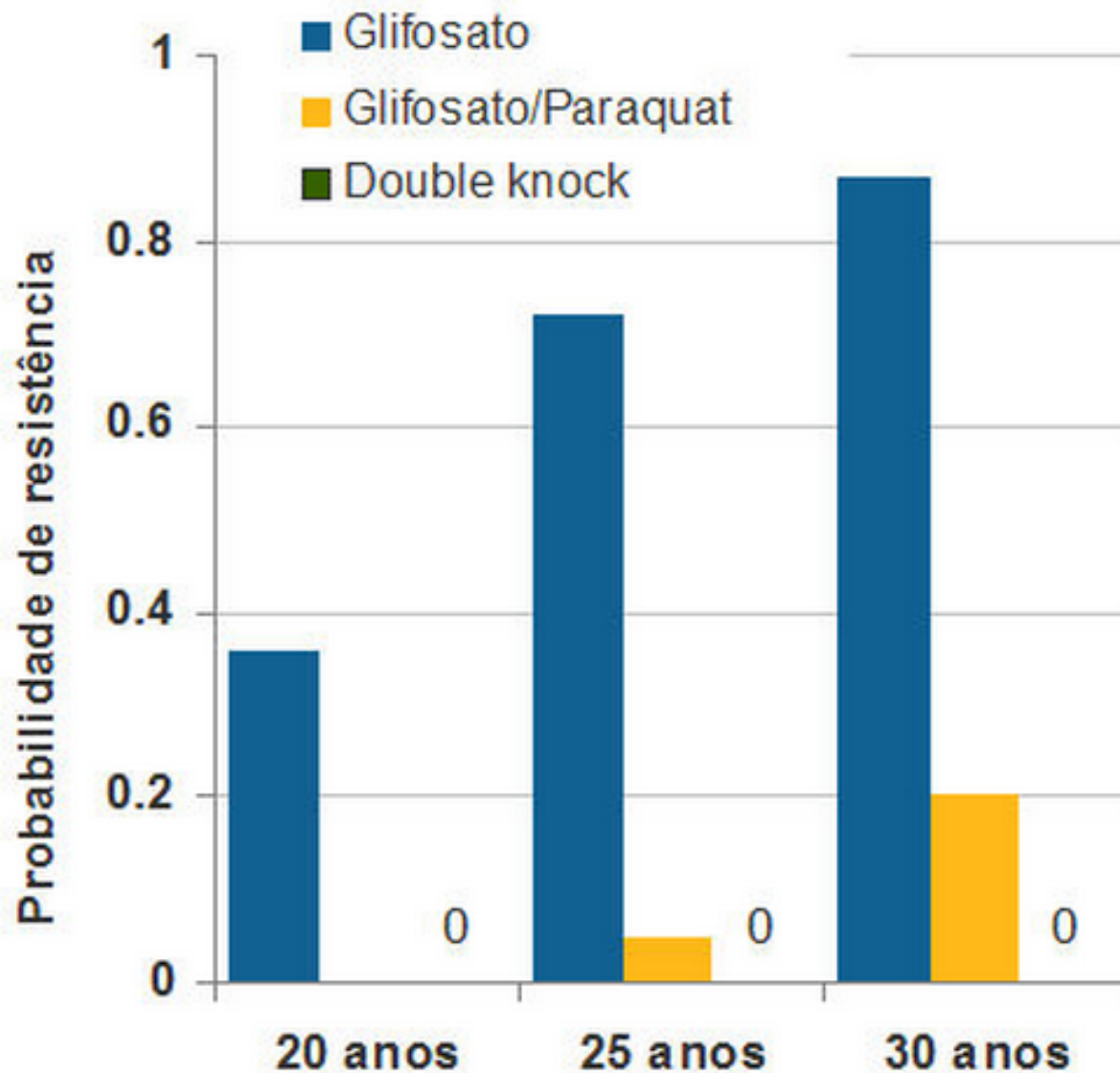


Figura 2. Probabilidade calculada da evolução do zezém resistente ao glifosato.



# Sistema integrado de controle com Paraquat



O primeiro fluxo de emergência das plantas daninhas é o mais importante

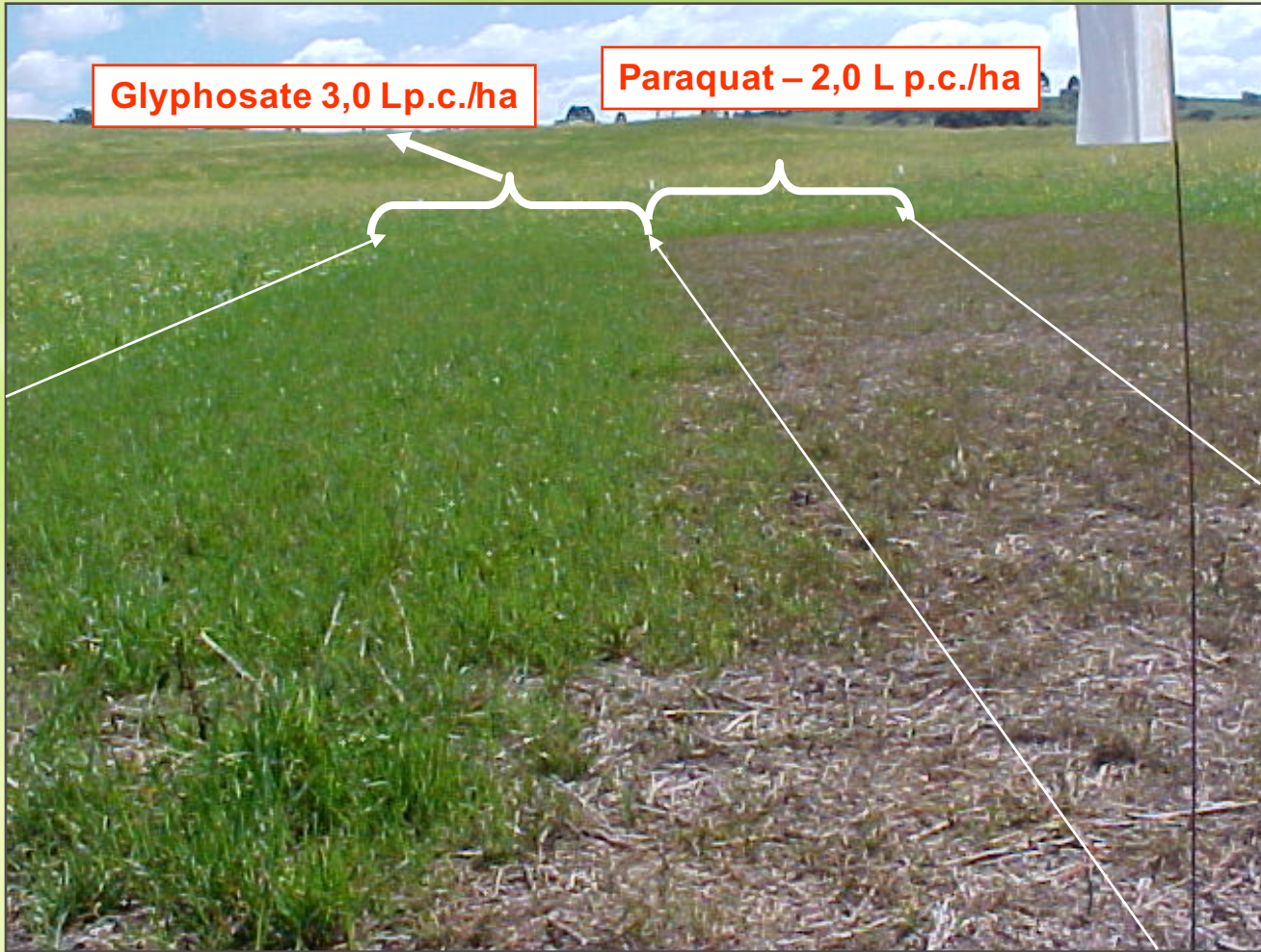




***Lolium multiflorum* – Azevém  
resistente ao glyphosate em  
área de plantio direto de solja**









% de controle aos 10, 25 e 45 DAT em um biótipo de azevém sensível e um resistente ao glyphosate. Embrapa Uva e Vinho, Vacaria-RS, 2004. Adaptado de Vargas et al., 2005.

Tratamentos	Dose <sup>1</sup> (g ia ha <sup>-1</sup> )	Toxicidade (%)							
		Sensível		RES <sup>2</sup>		Sensível		RES	
		10 DAT		25 DAT		45 DAT			
Testemunha	-	A 0 g	A 0 g	A 0 g	A 0 f	A 0 c	A 0 e		
Paraquat	200	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	A 100 a	
Glyphosate	180	A 85 ab	B 0 g	A 95 ab	B 0 f	A 100 a	B 0 e		
Glyphosate	360	A 92 ab	B 0 g	A 100 a	B 0 f	A 100 a	B 0 e		
Haloxifop-r	12	A 15 fg	A 5 g	A 45 e	B 10 ef	A 100 a	B 60 d		
Haloxifop-r	25	A 43 cd	B 18 ef	A 75 cd	A 65 c	A 100 a	A 100 a		
Haloxifop-r	50	A 55 cd	A 50 c	A 95 ab	A 90 ab	A 100 a	A 100 a		
Diclofop	140	A 25 ef	B 10 fg	A 68 d	B 40 d	A 100 a	B 75 c		
Diclofop	284	A 50 cd	B 30 d	A 75 cd	A 68 c	A 100 a	A 100 a		
Diclofop	426	A 85 ab	A 75 b	A 95 ab	A 85b	A 100 a	A 100 a		
Fluazifop-p	45	A 18 f	A 28 de	B 30 f	A 45 d	B 75 b	A 90 b		
Fluazifop-p	90	A 40 de	A 45 c	A 80 cd	A 85b	A 100 a	A 100 a		
Fluazifop-p	187	A 60 c	A 65 b	A 85 bc	A 85 b	A 100 a	A 100 a		
Fenoxaprop-p	25	A 25 ef	B 10 fg	A 38 ef	B 20 e	A 100 a	B 76 c		
Fenoxaprop-p	55	A 45 cd	B 18 ef	A 80 cd	A 68 c	A 100 a	A 100 a		
Fenoxaprop-p	110	A 80 b	A 70 b	A 95 ab	A 85 b	A 100 a	A 100 a		

Vargas et al., 2005





**Controle (%) de azevém (*Lolium multiflorum*) com diversos herbicidas aos 26 dias após a aplicação (Roman et al., 2004)**

Tratamento	Dose (g i. a. ha <sup>-1</sup> )	Controle (%)
1 - Testemunha	-	0,0 f
2 - Glyphosate	540	22,5 e
3 - Glyphosate	1.080	32,5 de
4 - Glyphosate	1.620	37,5 d
5 - Glyphosate	2.160	50,0 c
6 - Glyphosate	2.700	60,0 bc
7 - Diuron + Paraquat	150 + 300	60,0 bc
8 - Glyphosate	3.240	65,0 b
9 - Diuron + Paraquat	200 + 400	72,5 b
10 - Diuron + Paraquat	300 + 600	86,2 a
11 - Clethodim	79,2	91,2 a

(Roman et al., 2004)





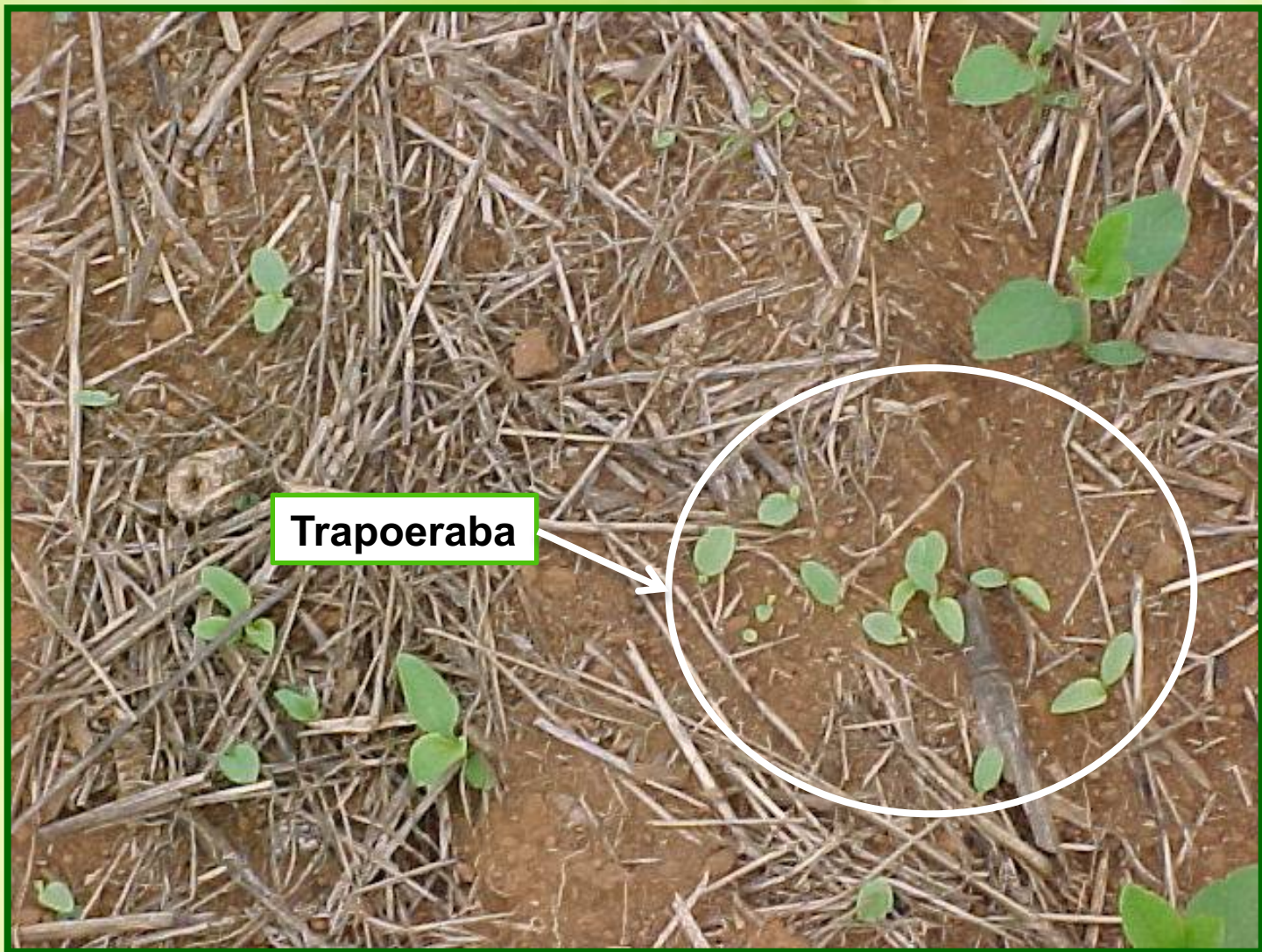
# Cultivos conservacionistas e manejo de plantas daninhas

“uma combinação de práticas culturais que resultam na proteção do solo e da água mantendo ou melhorando a produtividade das culturas de valor comercial”

(Reicosky e Dowdy, 1985)







**Trapoeeraba**

**Detalhe de Plantas daninhas na cobertura de milheto**



**Plantas daninhas de difícil controle pelo glifosato – plantas tolerantes**





Espécies de plantas daninhas de difícil controle pelo glyphosate pode ser controlada pelo paraquat no sistema com dessecação antecipada

**Trapoeiraba – *Commelina* spp.**





# Tratamentos herbicidas utilizados no experimento. Nova Xavantina, MT. 2005/2006

Petter et al. (2007)

Sistemas	14 dias antes da semeadura das variedades de soja RR®	No dia da semeadura da soja RR®	17 dias após a emergência da soja RR®	35 dias após a Emergência da soja RR®
1	glyphosate (1.080) e 2,4-D (241,8)	Paraquat + diuron (400 + 200)	-	Glyphosate (960)
2	glyphosate (1.080) e 2,4-D (241,8)	Paraquat + diuron (400 + 200)	Glyphosate (480)	-
3	glyphosate (1.080) e 2,4-D (241,8)	-	-	Glyphosate (960)
4	glyphosate (1.080) e 2,4-D (241,8)	-	Glyphosate (480)	-
Test.	glyphosate (1.080) e 2,4-D (241,8)	-	-	-

- ✓ No “sistema 3”, sem aplicação de paraquat/diuron no dia da semeadura, houve menor nível de controle das espécies *Spermacoce latifolia*, *Tridax procumbens* e *Chamaesyce hirta* (PD de difícil controle pelo glyphosate)
- ✓ O “sistema 3” influenciou a altura das plantas de soja, sendo os menores valores verificados no cultivar TMG 108.



**Soja RR necessita de diversificação de mecanismos de ação para controle de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate**



# Paraquat

## Dessecação de culturas





**Miguel (2003) conduzindo ensaio com a cultura do feijão para produção de sementes:**

- ✓ Não observou prejuízos qualitativos na semente, após a aplicação do herbicida dessecante Paraquat aos 28, 32, 36, 40 e 44 dias após a floração
- ✓ Glyphosate só não interferiu na germinação das sementes quando aplicado tardiamente (aos 44 dias após a floração)
- ✓ Glufosinato de amônio provocou prejuízos qualitativos em todas as épocas de dessecação.

**Magalhães et al. (2005) em ensaio na Embrapa Milho e Sorgo concluíram:**

- ✓ A aplicação do dessecante paraquat 14 dias antes da maturação fisiológica, visando à antecipação da colheita, não afeta as características de qualidade fisiológica das sementes de milho.





# USO DO PARAQUAT NA ENTRELINHA DE CULTURAS





# Controle de plantas daninhas em jato dirigido



**Cana-de-açúcar**





# Pós-emergência dirigida sem capota de proteção da base da planta





# Barra com capota de proteção





# Protetores de barra



9 16:29



# Arruação química em cultura de café





## CONCLUSÕES

- ✓ O paraquat tem se tornado um dos herbicidas amplamente utilizados no Brasil e no mundo em função dos benefícios fitotécnicos que traz aos sistemas de produção agrícola.
- ✓ Estes benefícios estão ligados não apenas a relação econômica de benefício/custo positivo, mas também a melhoria social e de bem estar das comunidades agrícolas Brasileira.
- ✓ O paraquat é utilizado em mais de 90 países, em sistemas de produção de mais de 100 culturas agrícolas, que vai desde extensivas plantações de café, cana-de-açúcar e citrus até culturas de menor valor econômico agregado como hortaliças de pequena expressão comercial.
- ✓ Sendo assim, a continuidade do registro agrônômico do herbicida paraquat é vital para a sustentabilidade econômica e social da agricultura brasileira.





**É imperativo, portanto que agronomicamente o registro do paraquat seja mantido no Brasil pois:**

- ✓ **É considerado como uma das ferramentas que ajudam na sustentabilidade dos sistemas de produção das regiões de clima tropical e subtropical, permitindo sucessão de cultivos em espaço de tempo mais curto.**
- ✓ **Elimina a competição precoce entre plantas daninhas e plantas cultivadas.**
- ✓ **Elimina problemas fitotécnicos do sistema “aplique e plante” causado pelos herbicidas de ação lenta nas plantas.**
- ✓ **Permite que os pequenos agricultores (agricultura familiar) utilizem melhor seu tempo, cultivem áreas mais extensivas e assim expandir seus negócios de forma mais lucrativa, viabilizando ainda mais este tipo de agricultura no país.**



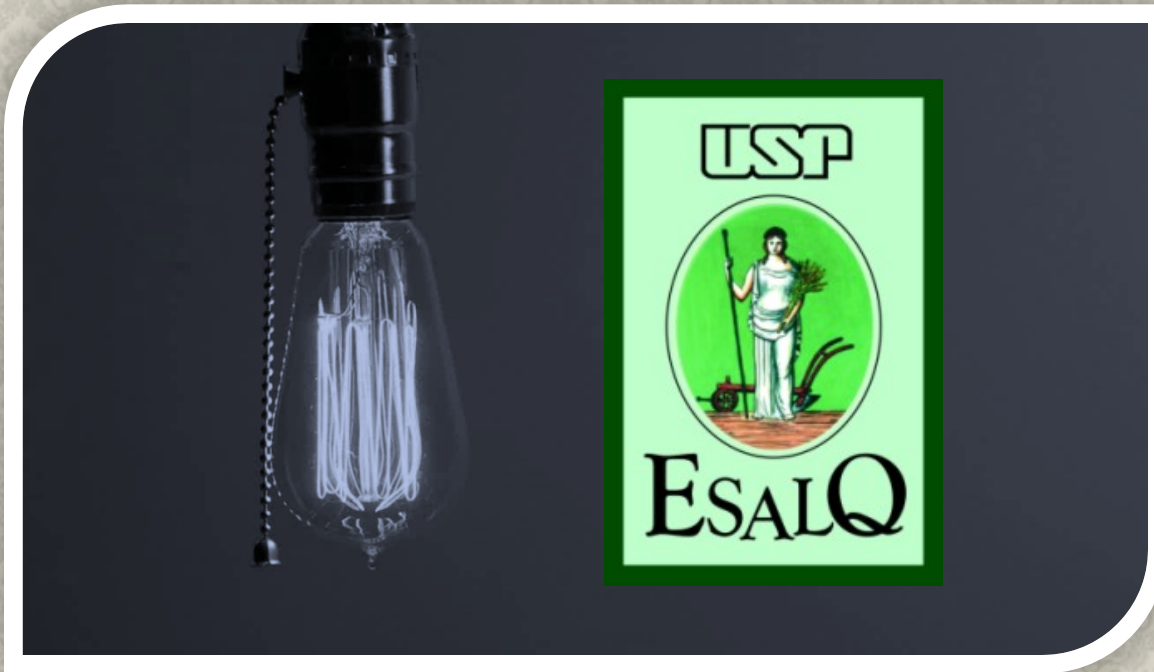


**É imperativo, portanto que agronomicamente o registro do paraquat seja mantido no Brasil pois:**

- ✓ **Contribui para o processo de colheita das culturas e implementa a qualidade e segurança alimentar, fundamentais na sociedade moderna.**
- ✓ **Controla plantas daninhas de infestação tardia nas entrelinhas de culturas de espaçamentos largos, contribuindo assim para colheita sem impurezas vegetais e redução do banco de sementes das culturas em sucessão.**
- ✓ **Fundamental para o manejo da resteva de plantas cultivadas, principalmente para áreas de culturas resistentes ao glyphosate, indispensável portanto na manutenção do vazio fitossanitário.**
- ✓ **Ferramenta alternativa indispensável no manejo da resistência de plantas daninhas a herbicidas.**







**Obrigado**

**Prof. Dr. Pedro J. Christoffoleti**  
**ESALQ – USP – Dep. Produção Vegetal**  
**Área Biologia e Manejo Plantas Daninhas**  
**Celular 19 99727 8314**  
**Email – [pjchrist@usp.br](mailto:pjchrist@usp.br)**





# Perguntas??



**Pedro J. Christoffoleti**  
**ESALQ - University of Sao Paulo**  
**e-mail - [pjchrist@esalq.usp.br](mailto:pjchrist@esalq.usp.br)**  
**e-mail - [pedrochristoffoleti@gmail.com](mailto:pedrochristoffoleti@gmail.com)**

