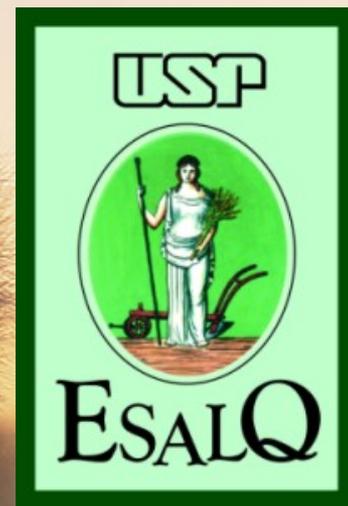


Pedro Jacob Christoffoleti – ESALQ – USP – pjchrist@usp.br
Departamento de Produção Vegetal
Área de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas



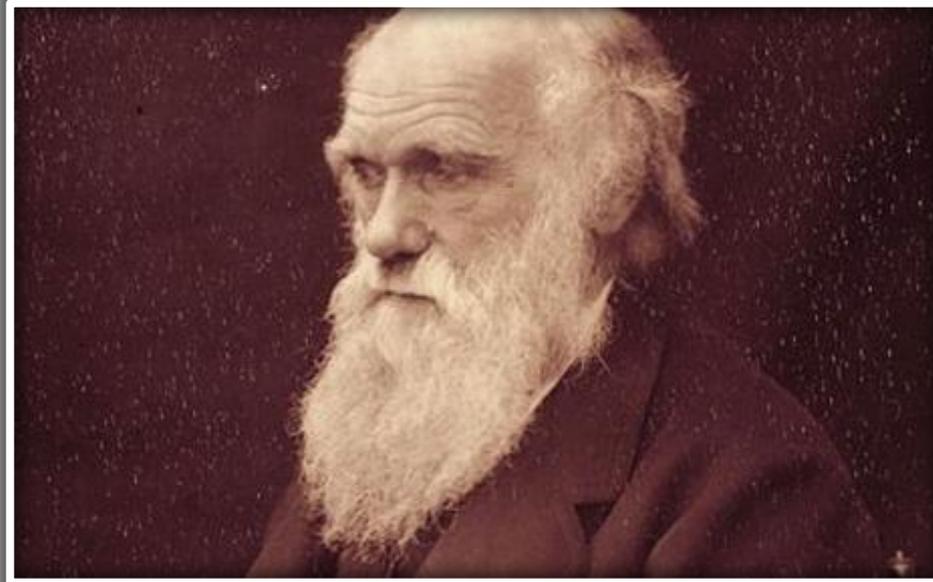
Porque o Paraquat é essencial para a Agricultura Brasileira?

- ✓ 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

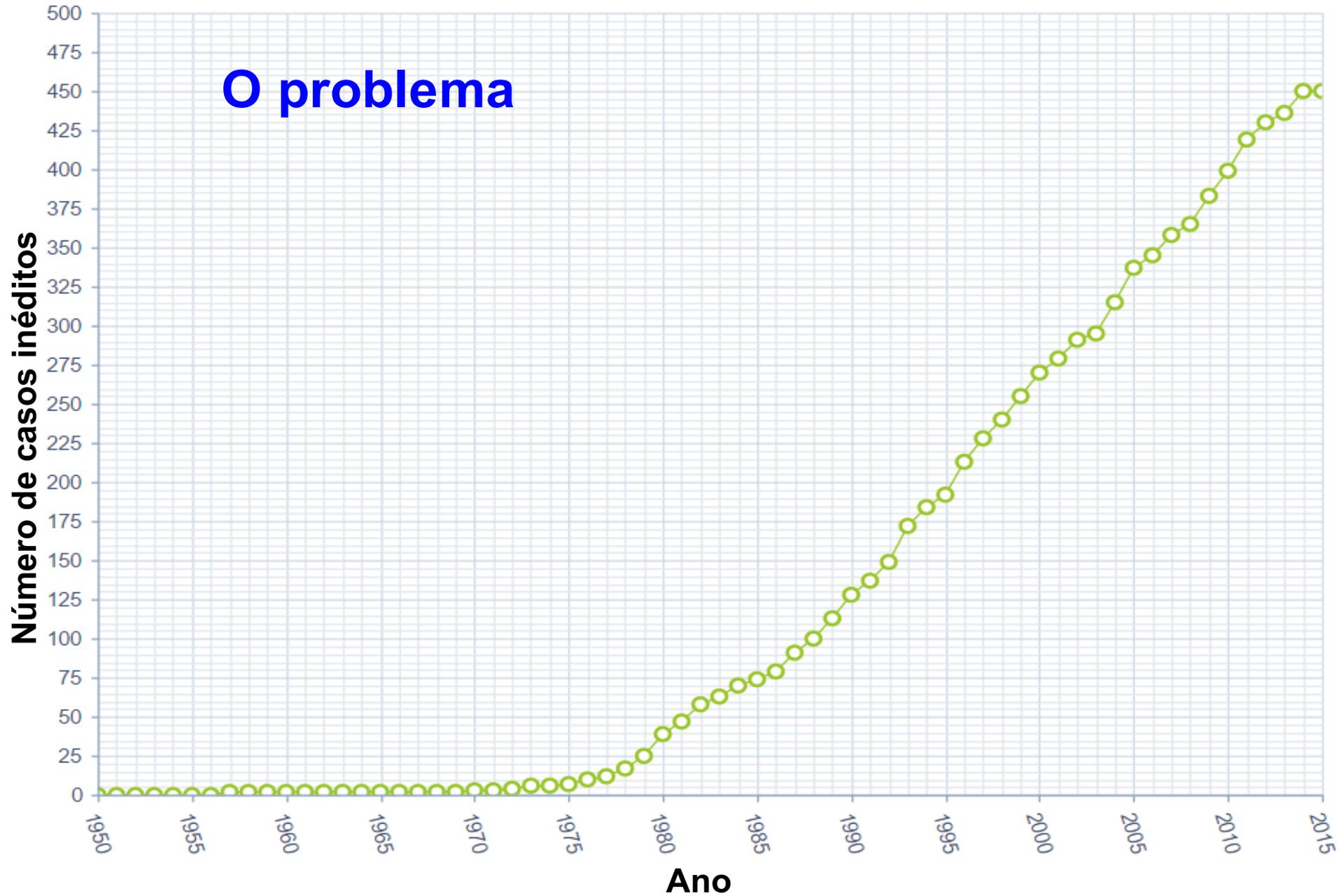
“Nem sempre são as espécies mais fortes que sobrevivem, nem as mais inteligentes, mas sim aquelas que respondem rapidamente às mudanças”



**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

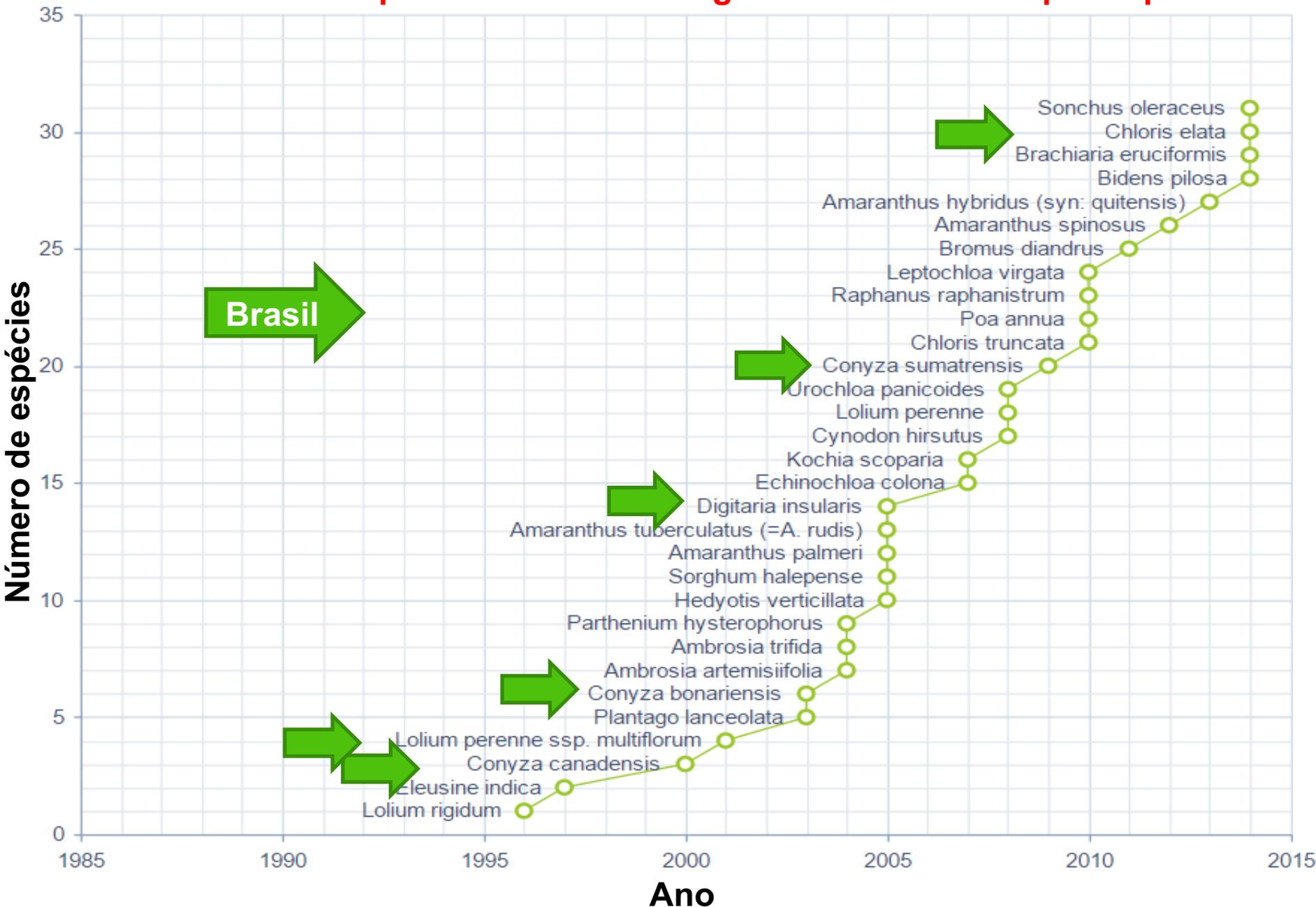


Capim amargoso – resistente a glifosato

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



Resistência de plantas daninhas ao glifosato – histórico por espécie



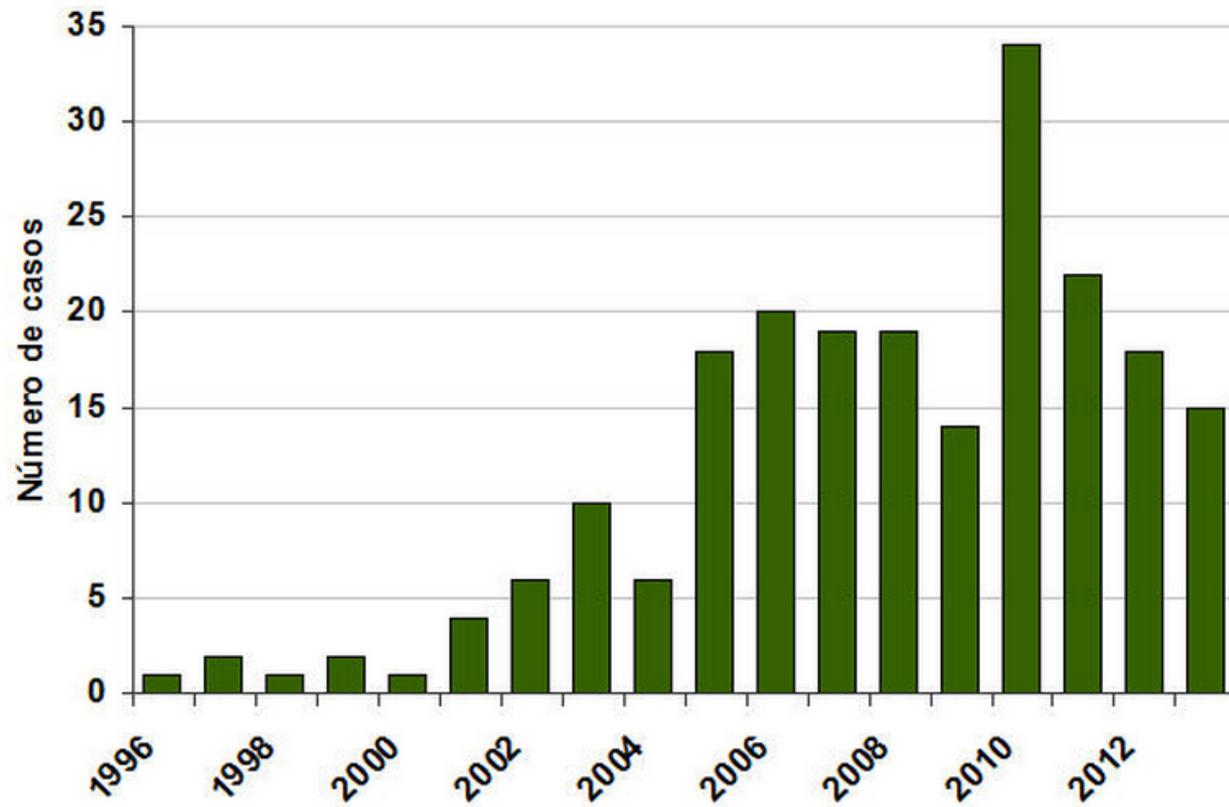
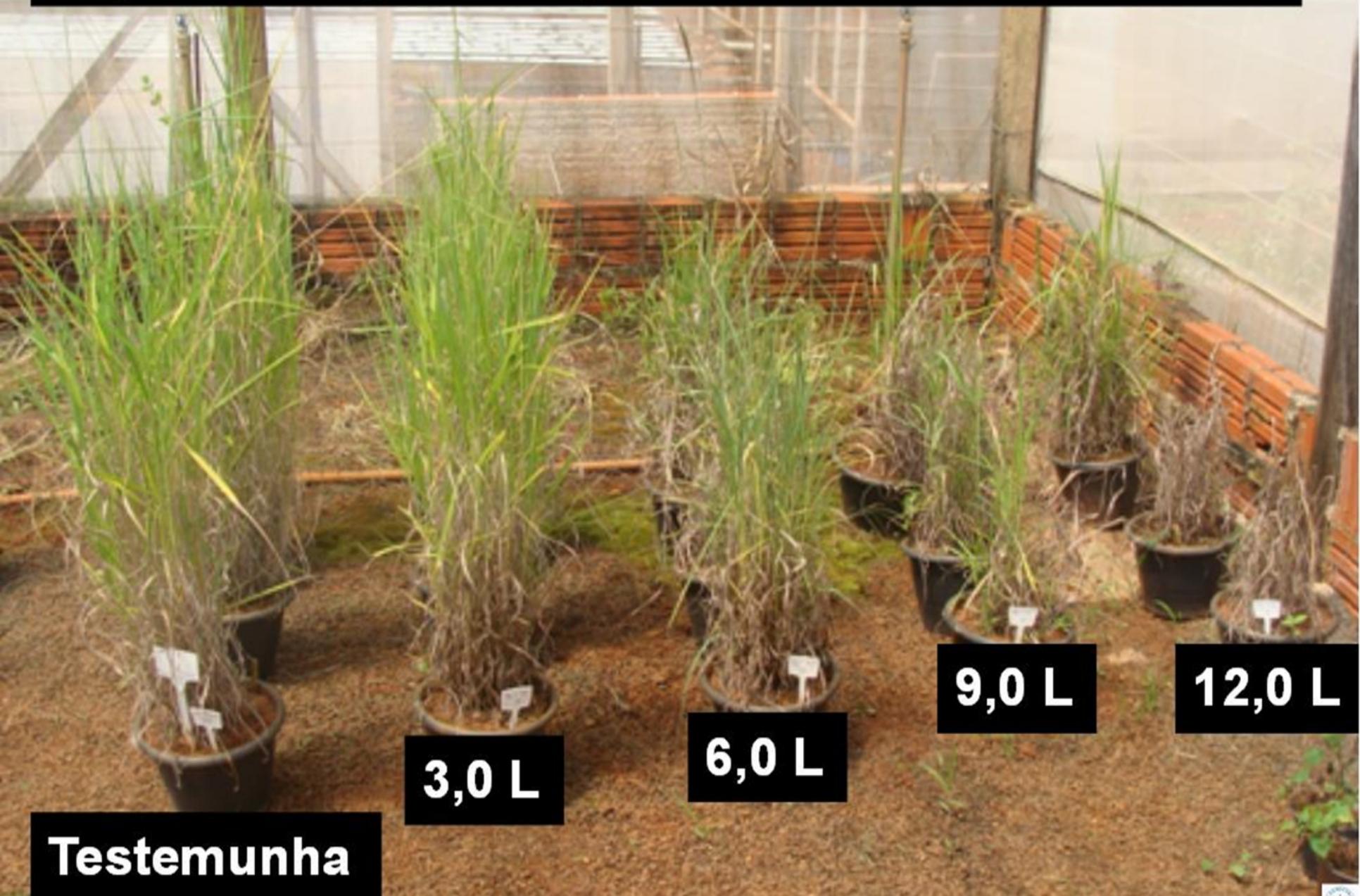


Figura 1. Dados anuais sobre números de casos confirmados de ervas daninhas resistentes ao glifosato



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

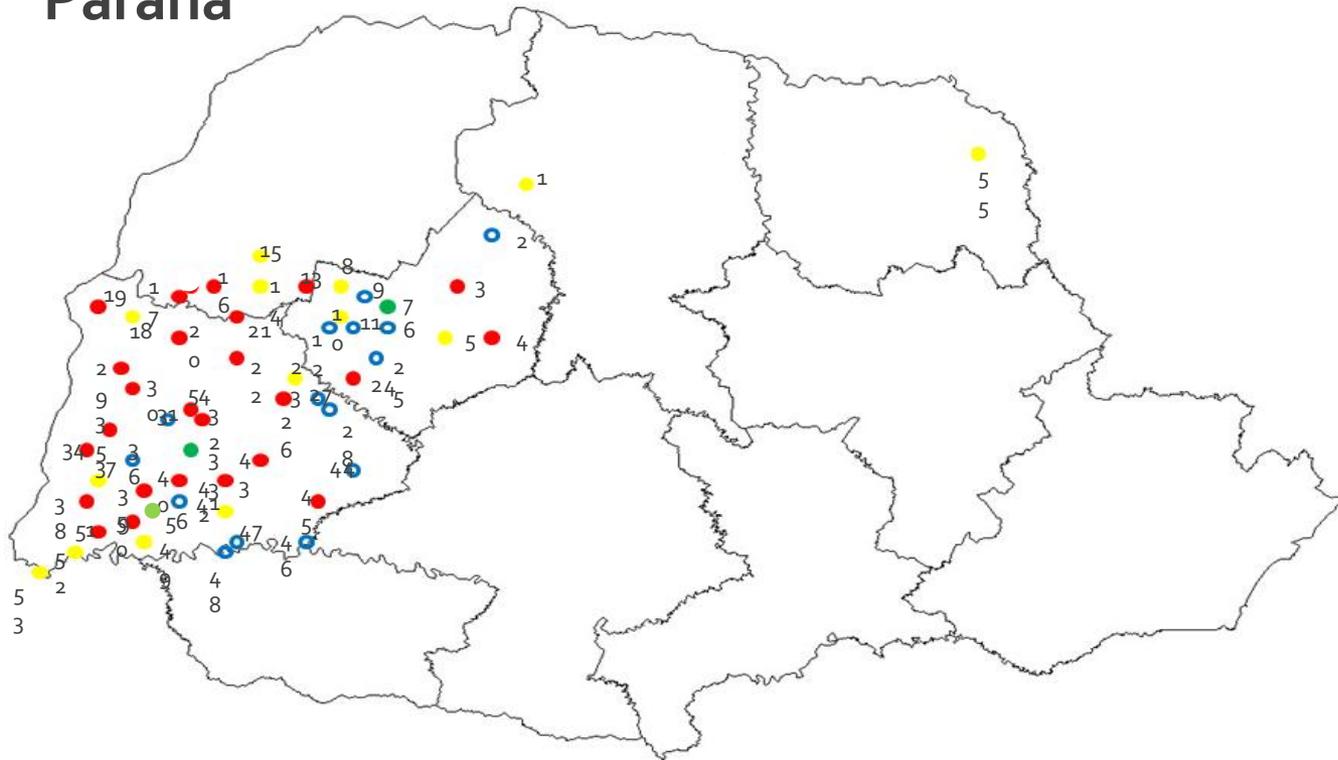
Glifosato + alternativos



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





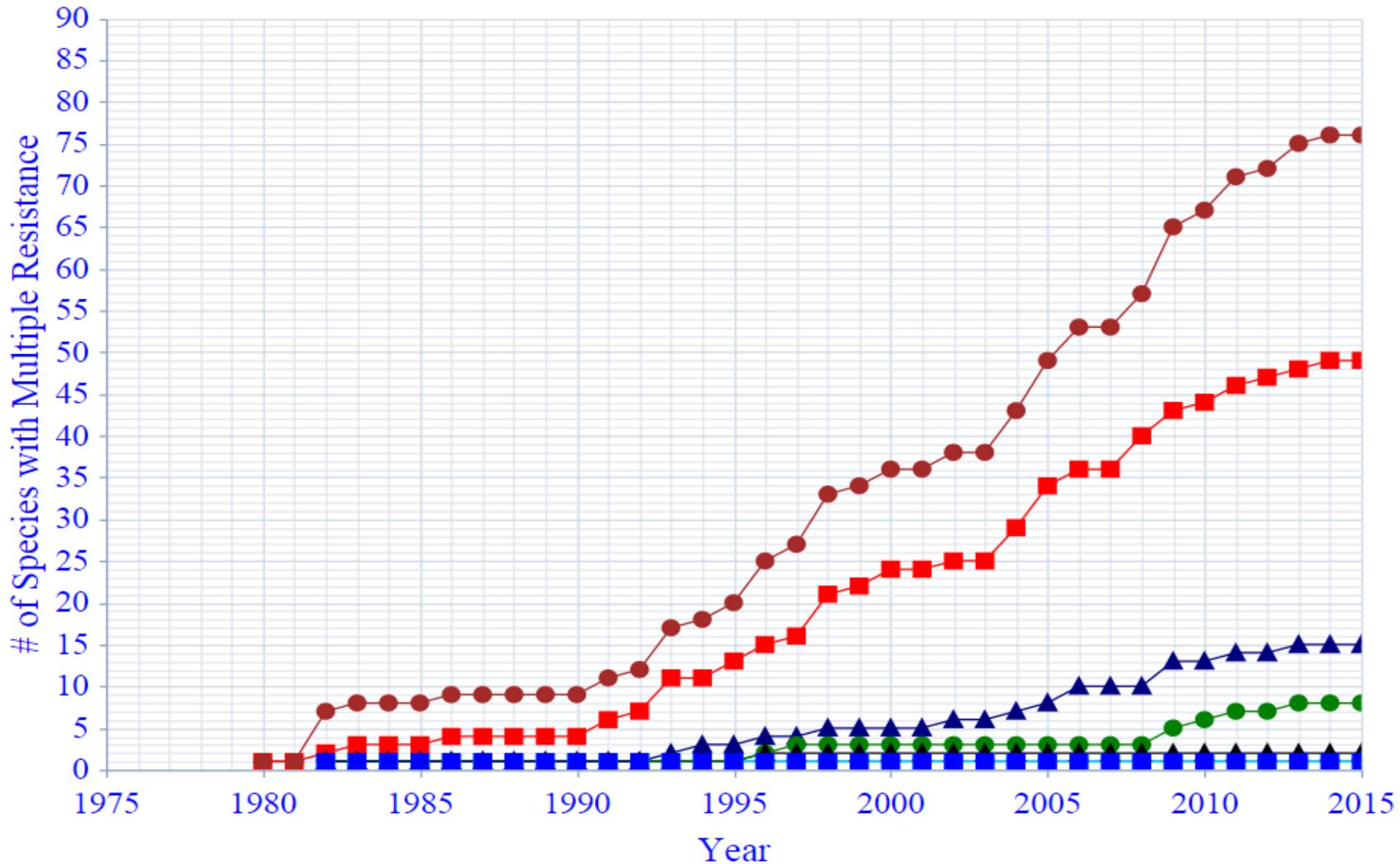
8N DEERE

02.21.2013 23:40



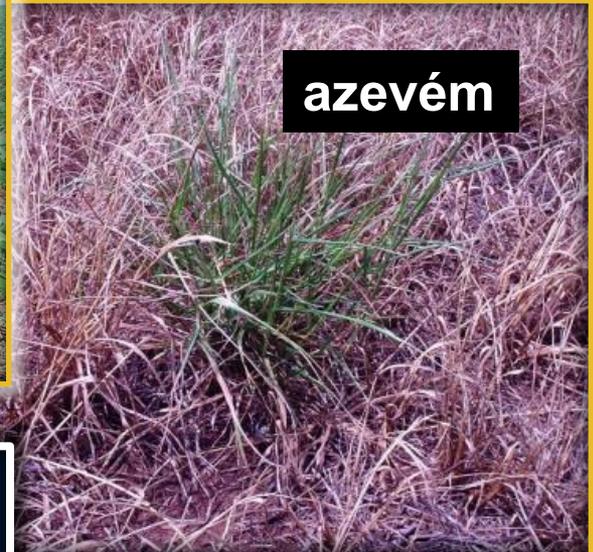
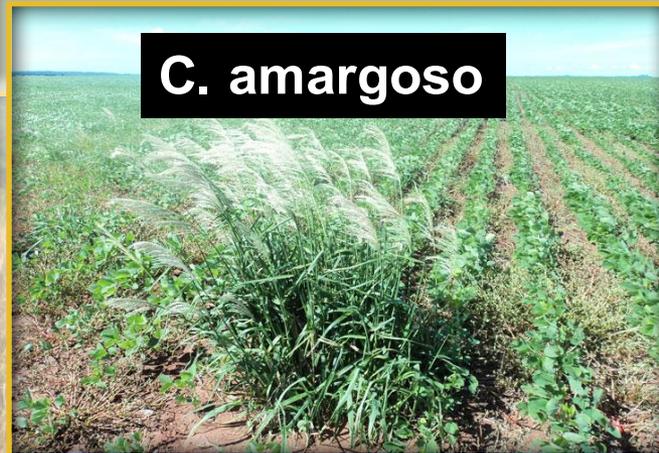
Populações de plantas daninhas com resistência a múltiplos mecanismos de ação

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





Plantas daninhas resistentes ao glyphosate no Brasil



CAPIM AMARGOSO

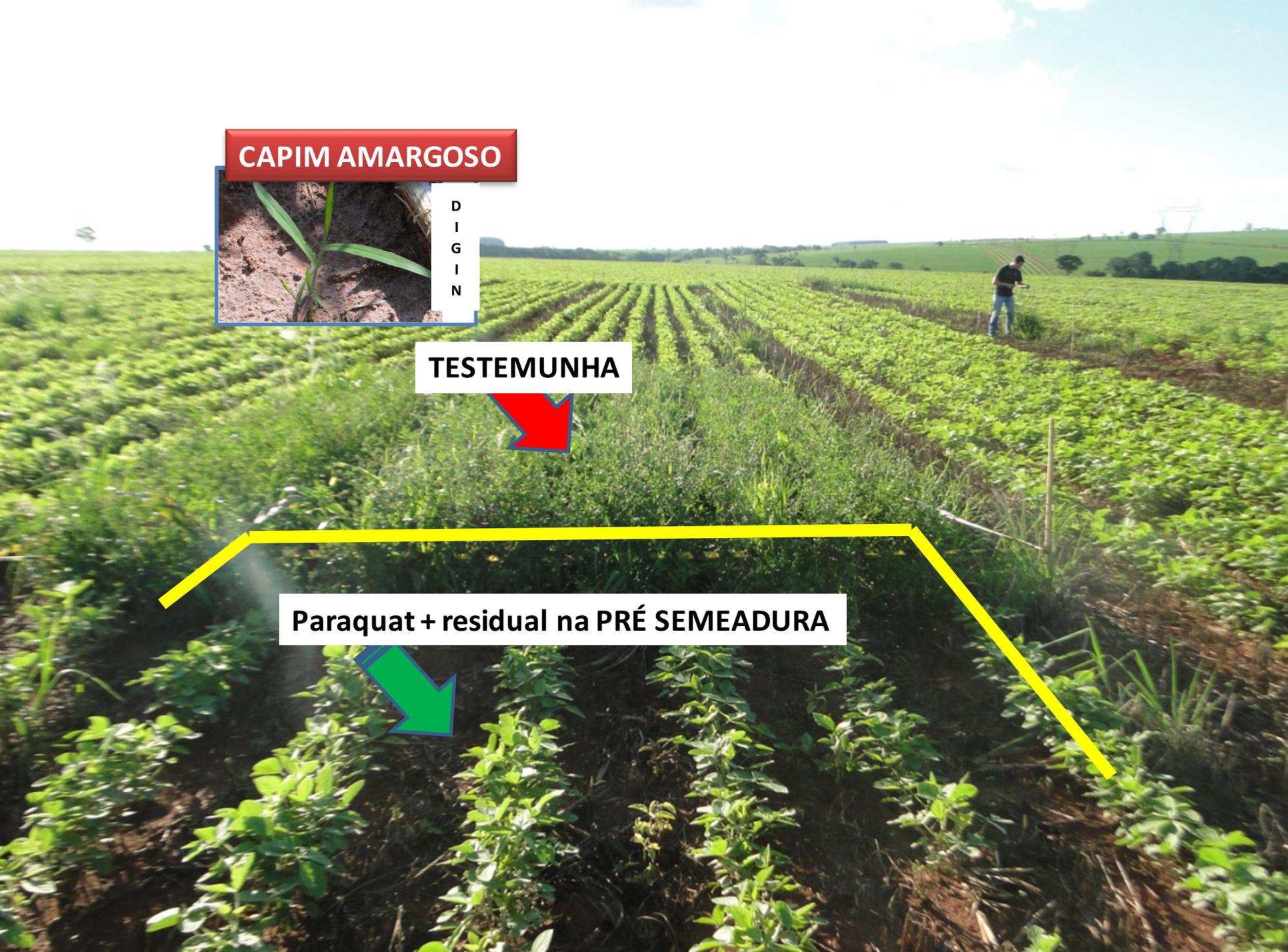


D
I
G
I
N

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

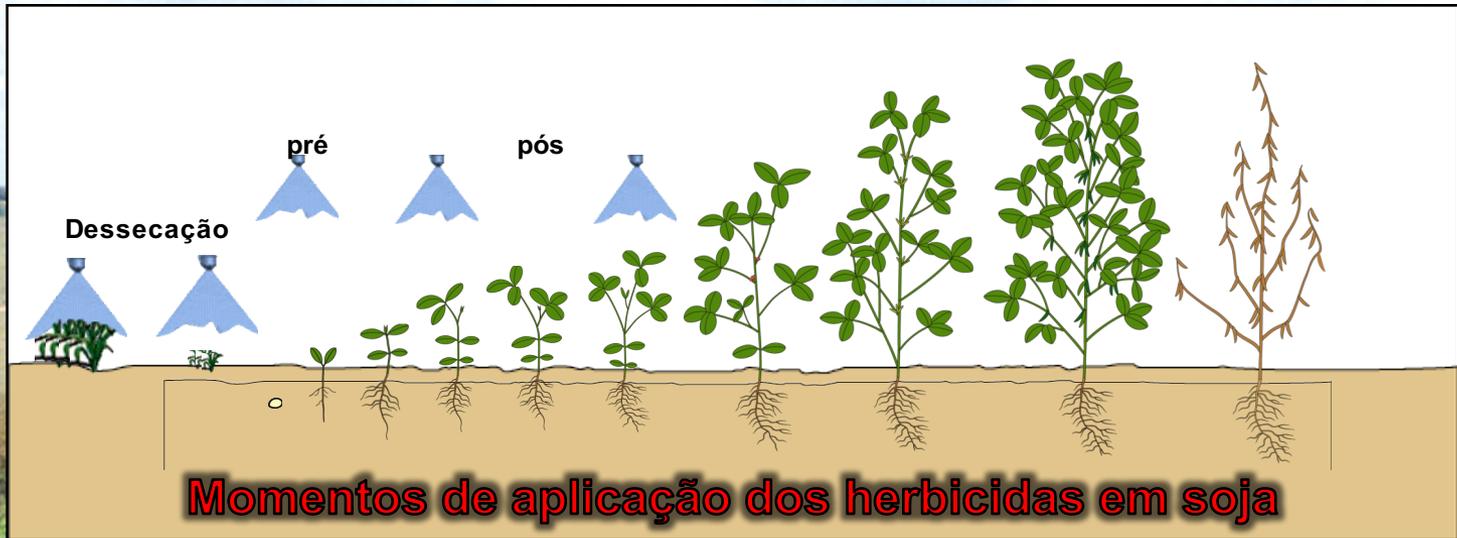


28 dia depois da aplicação de glifosato

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.”



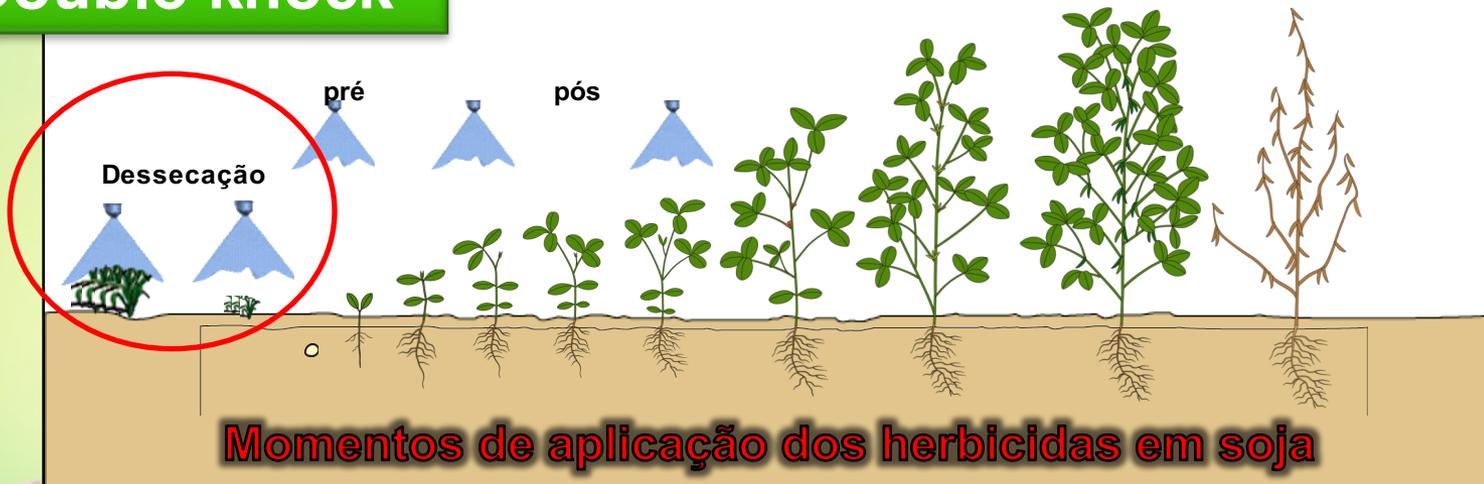
Soluções

“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 semeadura)- Roundup Transorb 3,0 L/ha + Verdict 0,8 L/ha

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

Pós seletivo (14 dias após a semeadura) – 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*

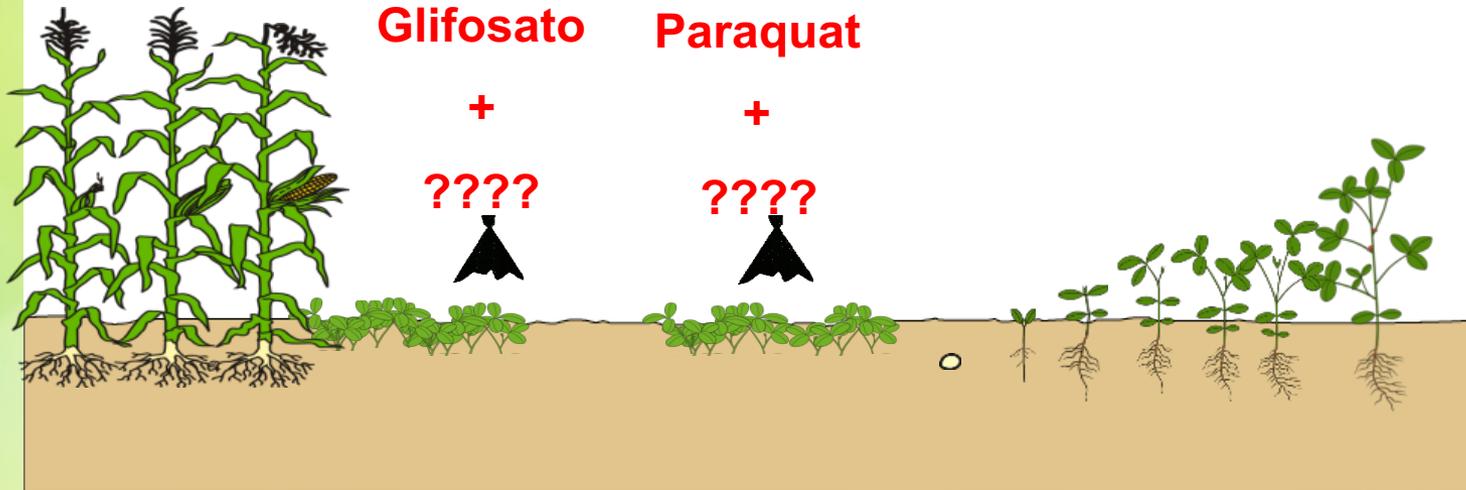
DAS - dias antes da semeadura; Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knot a 5% de significância.



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 ¹ (g ia ha ⁻¹)	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 ¹ (g ia ha ⁻¹)	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
11 - Diuron + paraquat	200 + 400	100 a	100 a	100 a	100 a

Vargas et al., 2007



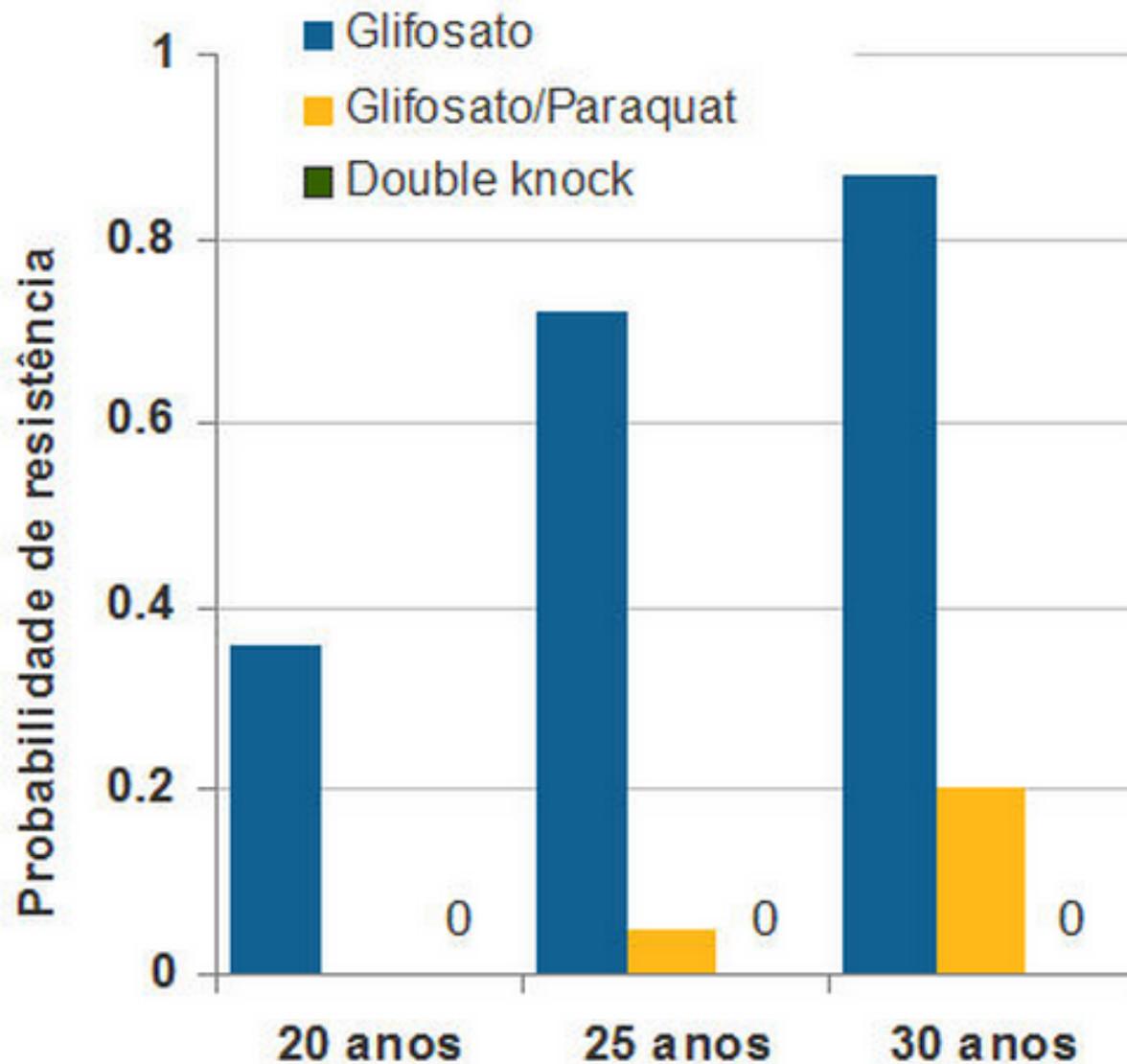
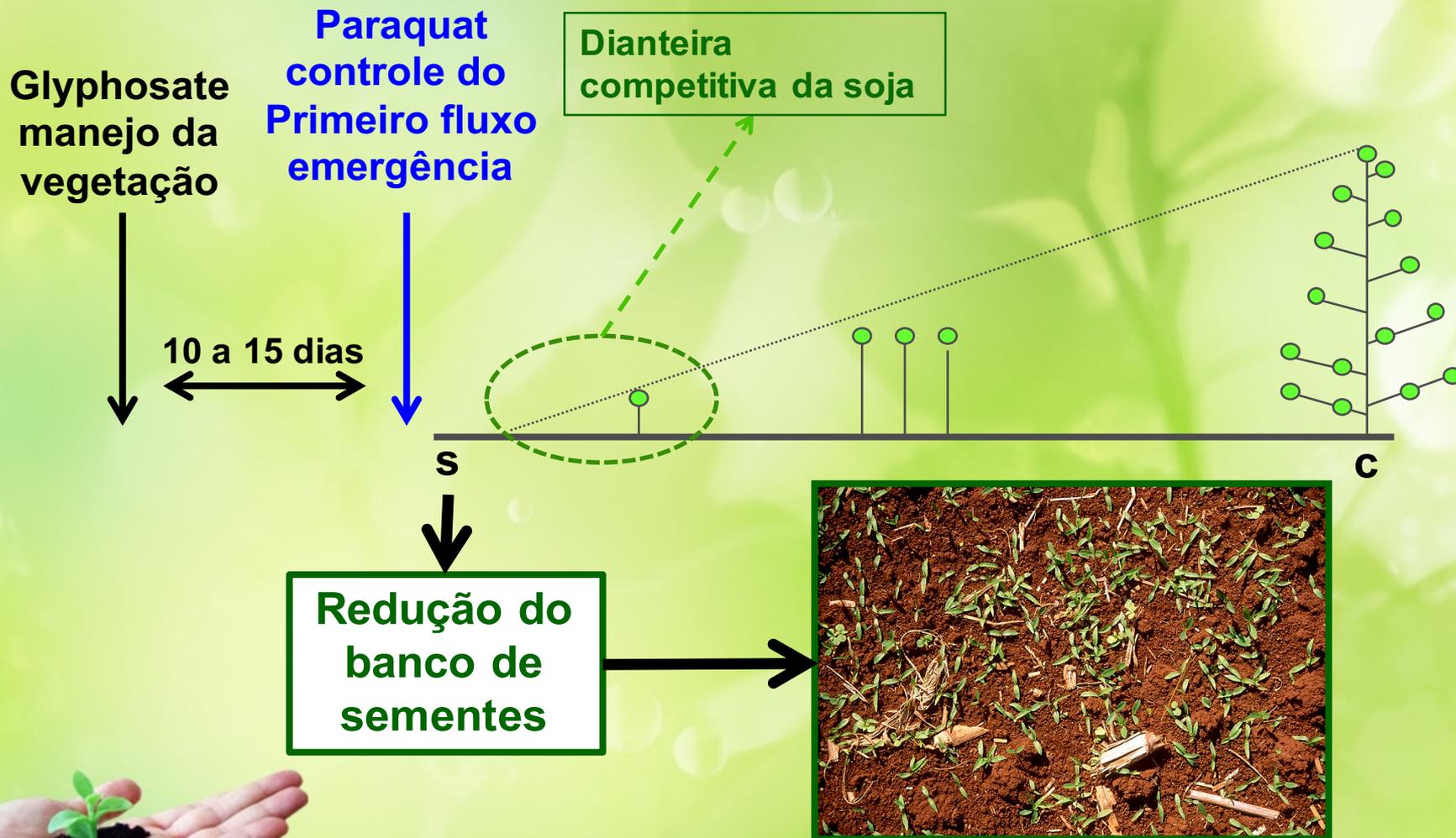


Figura 2. Probabilidade calculada da evolução do zezém resistente ao glifosato.

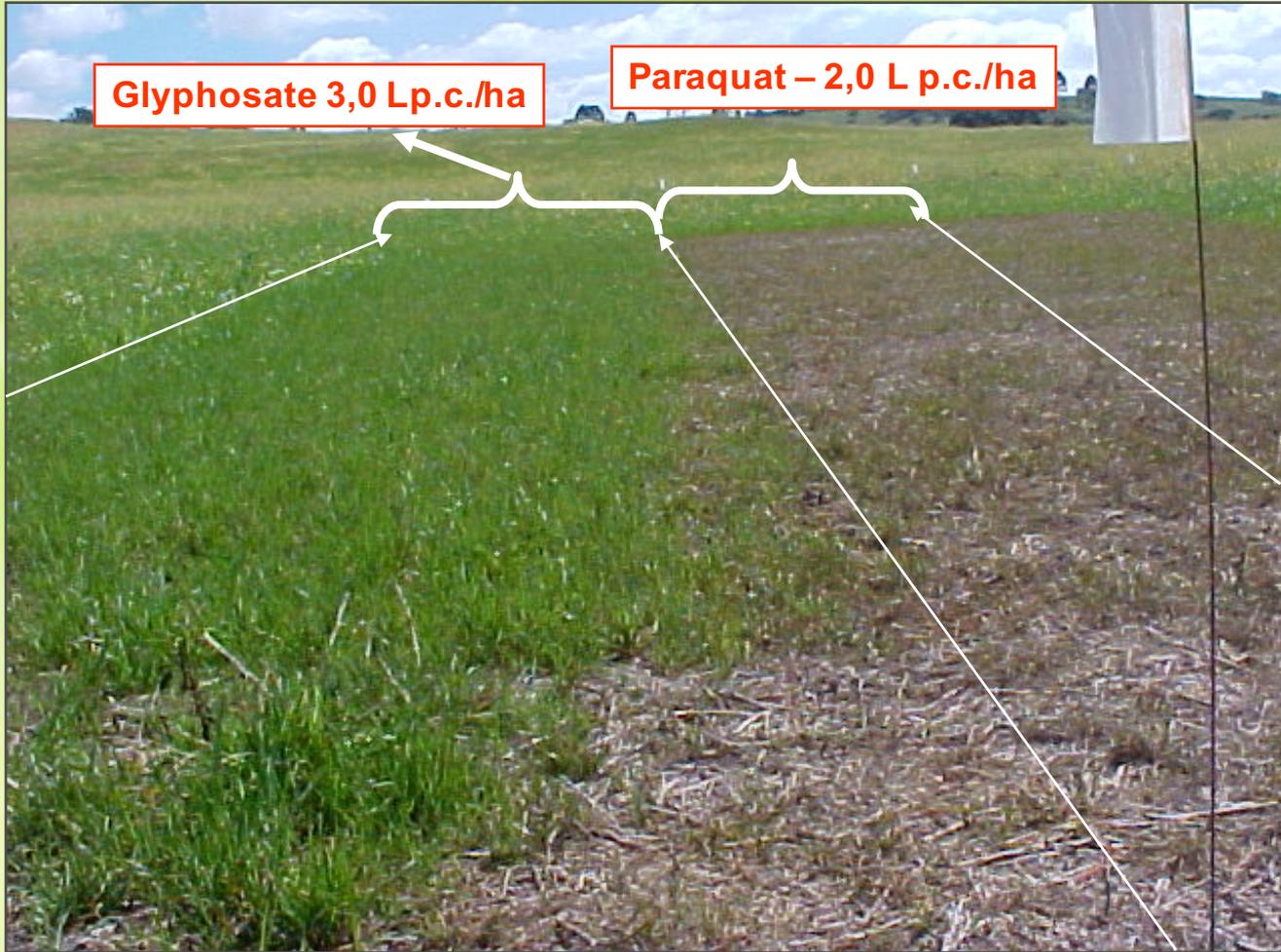
Sistema integrado de controle com Paraquat





***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 ¹ (g ia ha ⁻¹)	Toxicidade (%)					
		Sensível	RES ²	Sensível	RES	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
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 ⁻¹)	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)

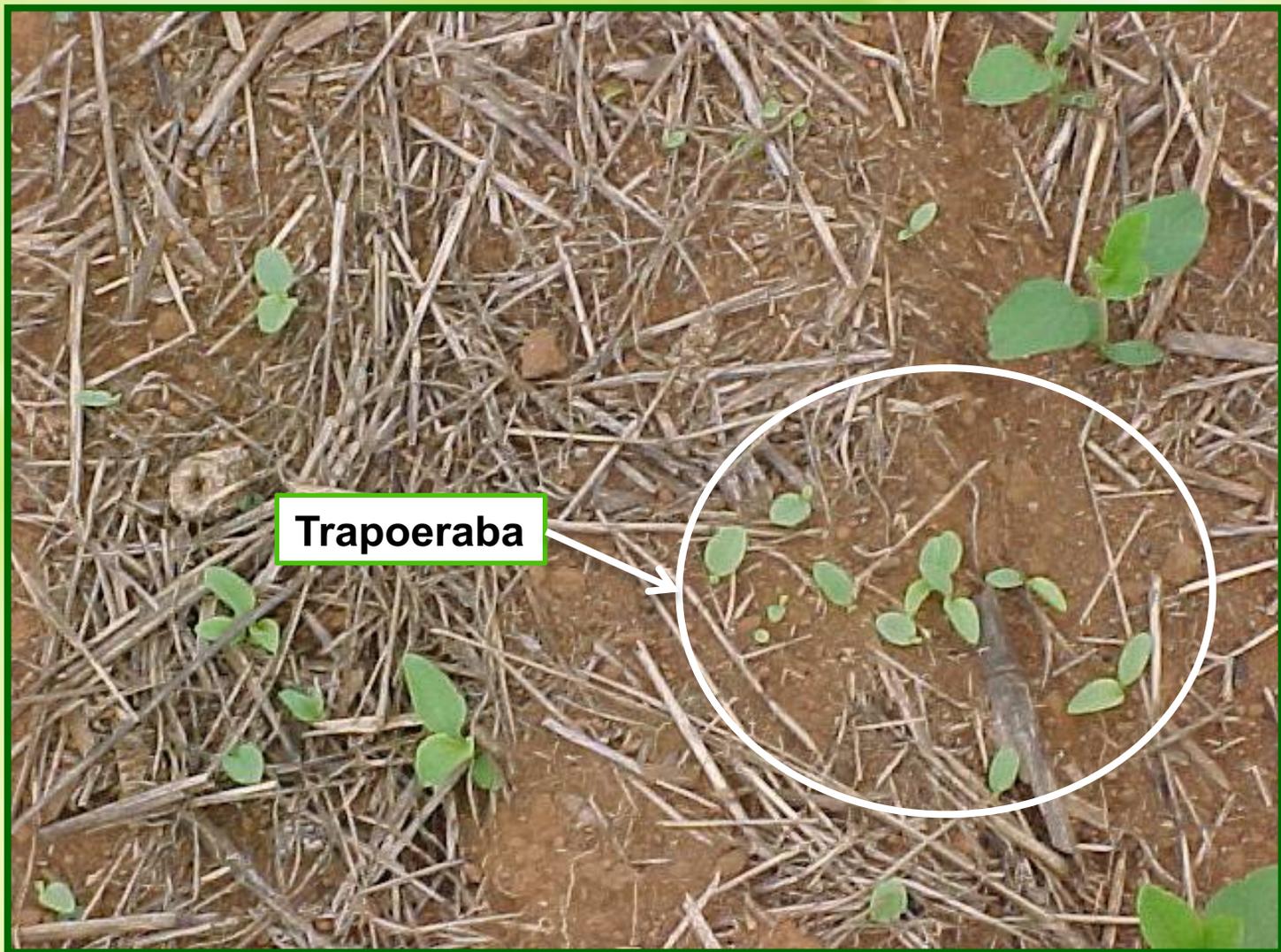


Cultivos conservacionistas e manejo de plantas daninhas

“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)





Trapoeraba

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 sementeira das variedades de soja RR®	No dia da sementeira 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 sementeira, 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:

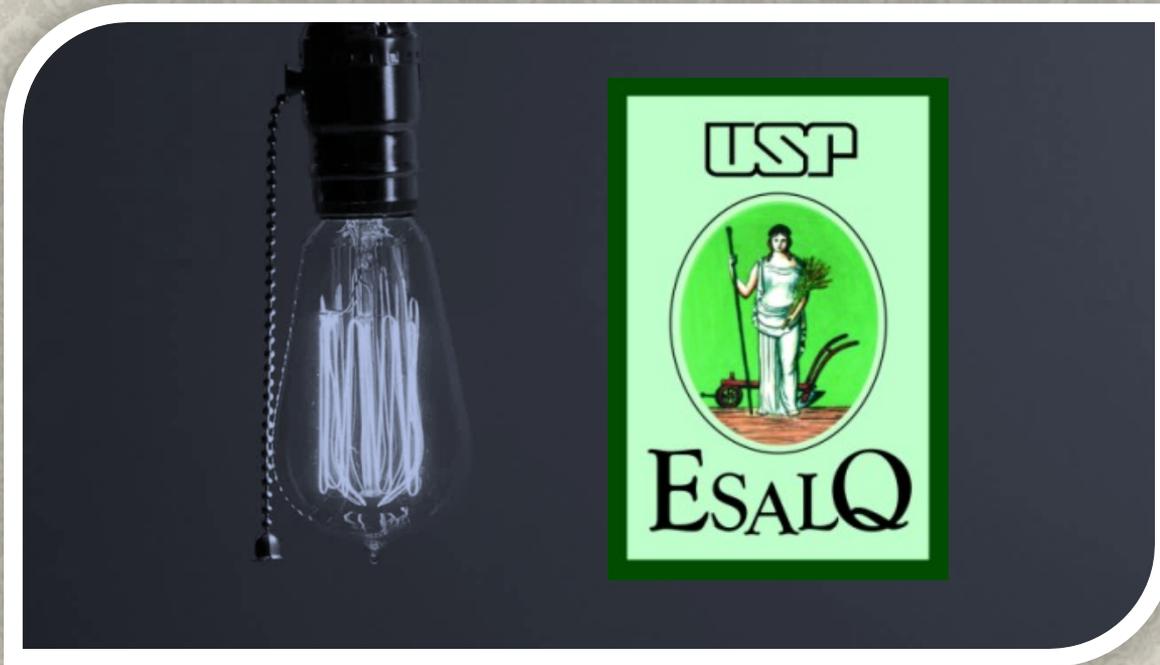
- ✓ **É considerado como uma das ferramentas que ajudam na sustentabilidade dos sistemas de produção das regiões de clima tropical e subtropical, permitindo sucessão de cultivos em espaço de tempo mais curto.**
- ✓ **Elimina a competição precoce entre plantas daninhas e plantas cultivadas.**
- ✓ **Elimina 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:

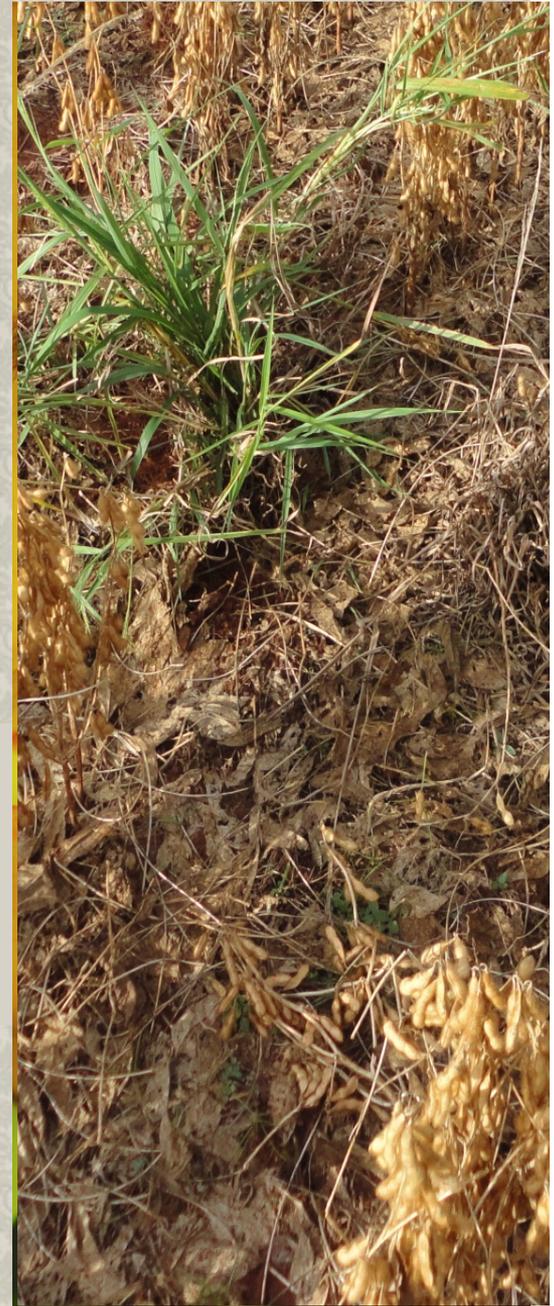
- ✓ **Contribui para o processo de colheita das culturas e implementa a qualidade e segurança alimentar, fundamentais na sociedade moderna.**
- ✓ **Controla plantas daninhas de infestação tardia nas entrelinhas de culturas de espaçamentos largos, contribuindo assim para colheita sem impurezas vegetais 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



Perguntas??



Pedro J. Christoffoleti
ESALQ - University of Sao Paulo
e-mail - pjchrist@esalq.usp.br
e-mail - pedrochristoffoleti@gmail.com

