

# Efeito do glifosato na incidência de doenças de plantas



T. Yamada  
POTAFOS  
[yamada@potafos.org](mailto:yamada@potafos.org)  
[yamada@ipni.net](mailto:yamada@ipni.net)

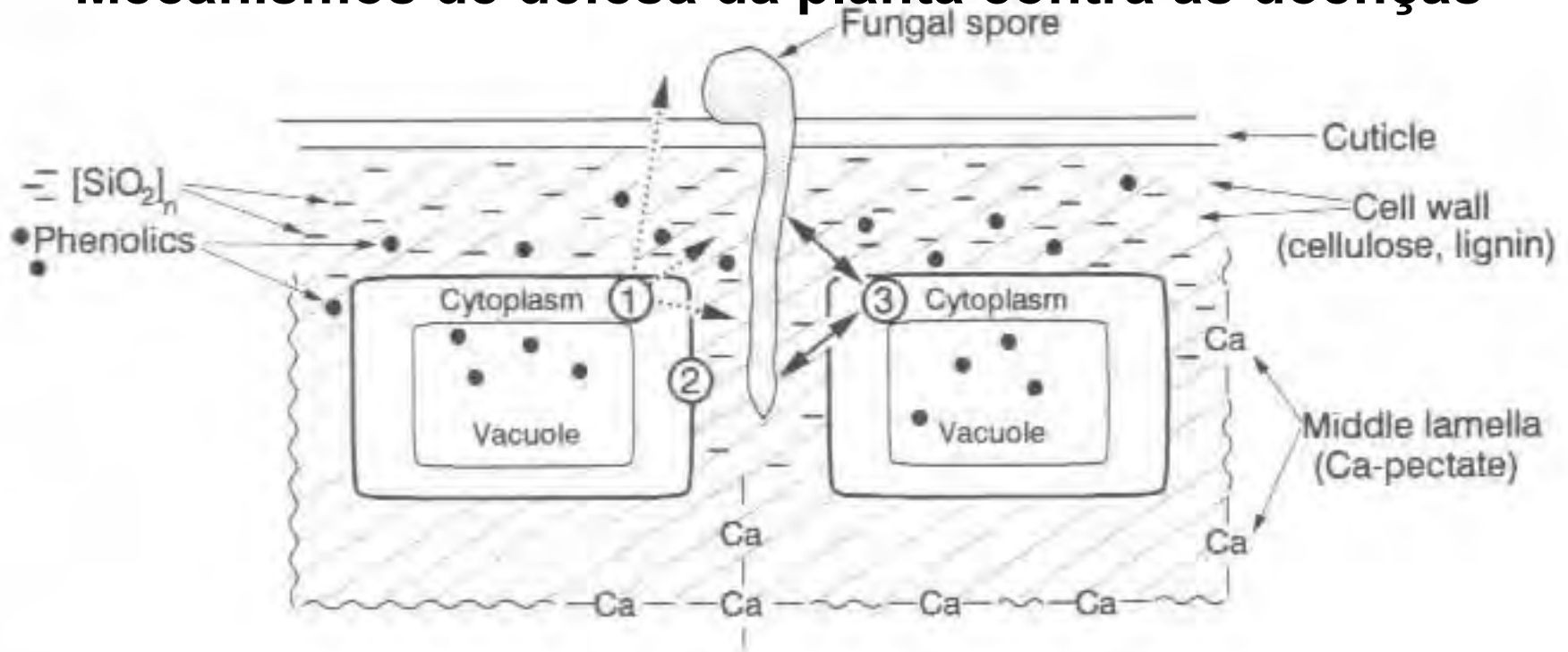


## Consumo de insumos agrícolas na agricultura brasileira no período 2001-2005

Classes	Valor - Milhões de dólares					2005-2001
	2001	2002	2003	2004	2005	2005 (%)
<b>Total</b>	<b>2.287</b>	<b>1.951</b>	<b>3.136</b>	<b>4.494</b>	<b>4.243</b>	<b>85</b>
Herbicidas	1.143	987	1.523	1.830	1.735	52
Fungicidas	362	360	713	1.388	1.089	200
Inseticidas	630	467	725	1.066	1.180	87
<b>Fertilizantes (10<sup>6</sup> t)</b>	<b>17,0</b>	<b>18,2</b>	<b>23,6</b>	<b>24,7</b>	<b>20,2</b>	

Fonte: SINDAG (2006), SINPRIFERT (2006).

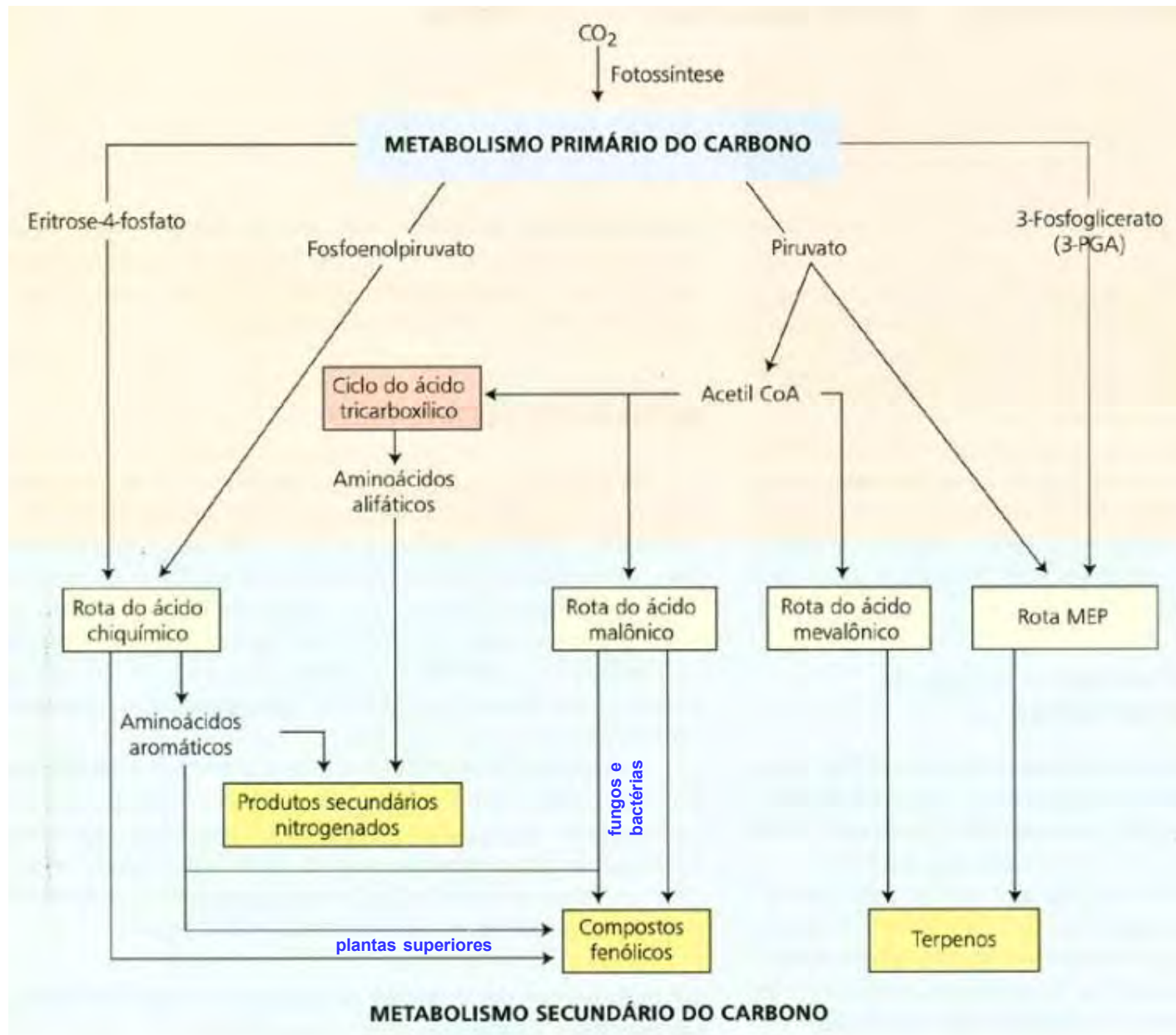
# Mecanismos de defesa da planta contra as doenças



- ① Diffusion of low-molecular-weight assimilates (sugars, amino acids)
- ② Plasma membrane permeability
- ③ Interactions between fungus/epidermal cell (formation of toxins, phenolics)

Representação esquemática da penetração da hifa de fungo na célula da epiderme (apoplasto) da folha e alguns dos fatores que afetam a penetração e o a taxa de crescimento da hifa estão relacionados com a nutrição mineral.

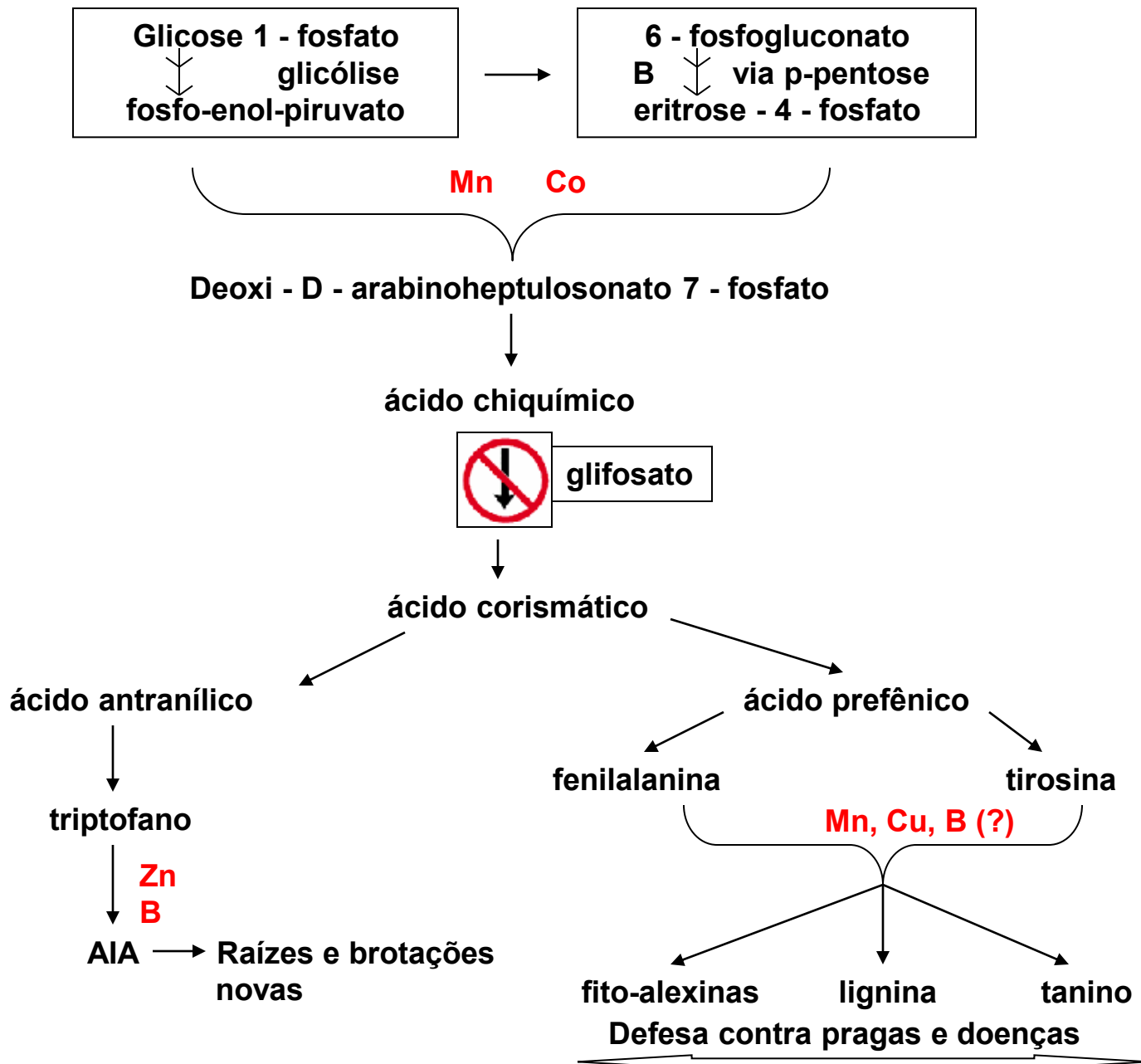
Fonte: Marschner, H. 1995 Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 2nd. edition<sup>3</sup>



Visão simplificada das principais rotas de biossíntese de metabólitos secundários e suas inter-<sup>4</sup>relações com o metabolismo primário.

## **GLIFOSATO - AÇÃO HERBICIDA**

- . Afeta a rota do ácido chiquímico**
- . Muito móvel na planta**
- . Acúmulo nos meristemas**
- . Muito estável dentro da planta**
- . Efetivo em concentrações sub  $\mu\text{M}$**



**Ação do glifosato e de micronutrientes na síntese de AIA, fitoalexinas, lignina e tanino**

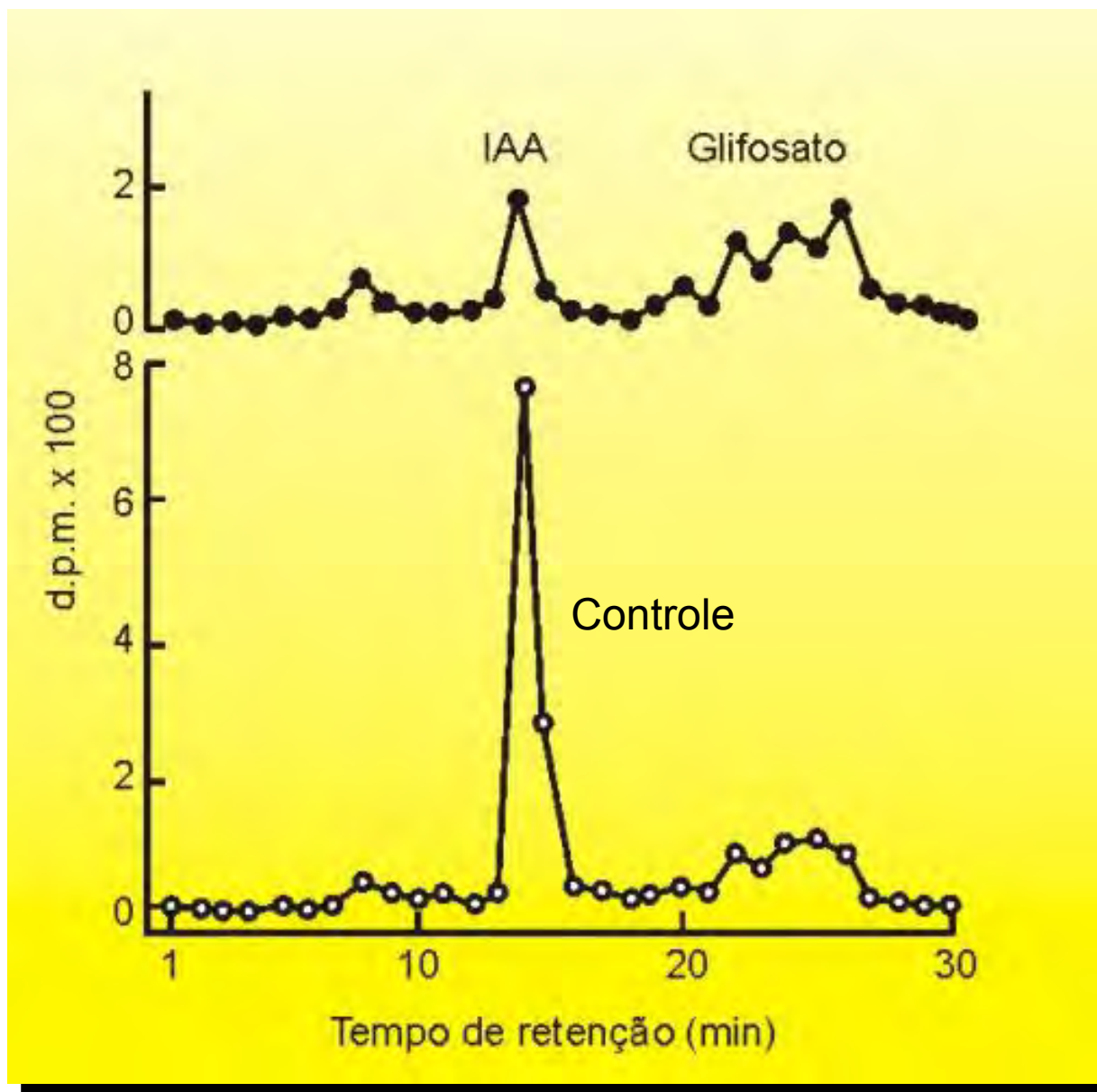


Figura 5. Redução do IAA em calos de tabaco pré-tratados com glifosato.

Fonte: Lee (1982a).



**O efeito do glifosato  
é pouco aparente  
na parte aérea.**

**Diluição ( 1 litro de  
glifosato comercial  
em ...)**

**1 = Testemunha**

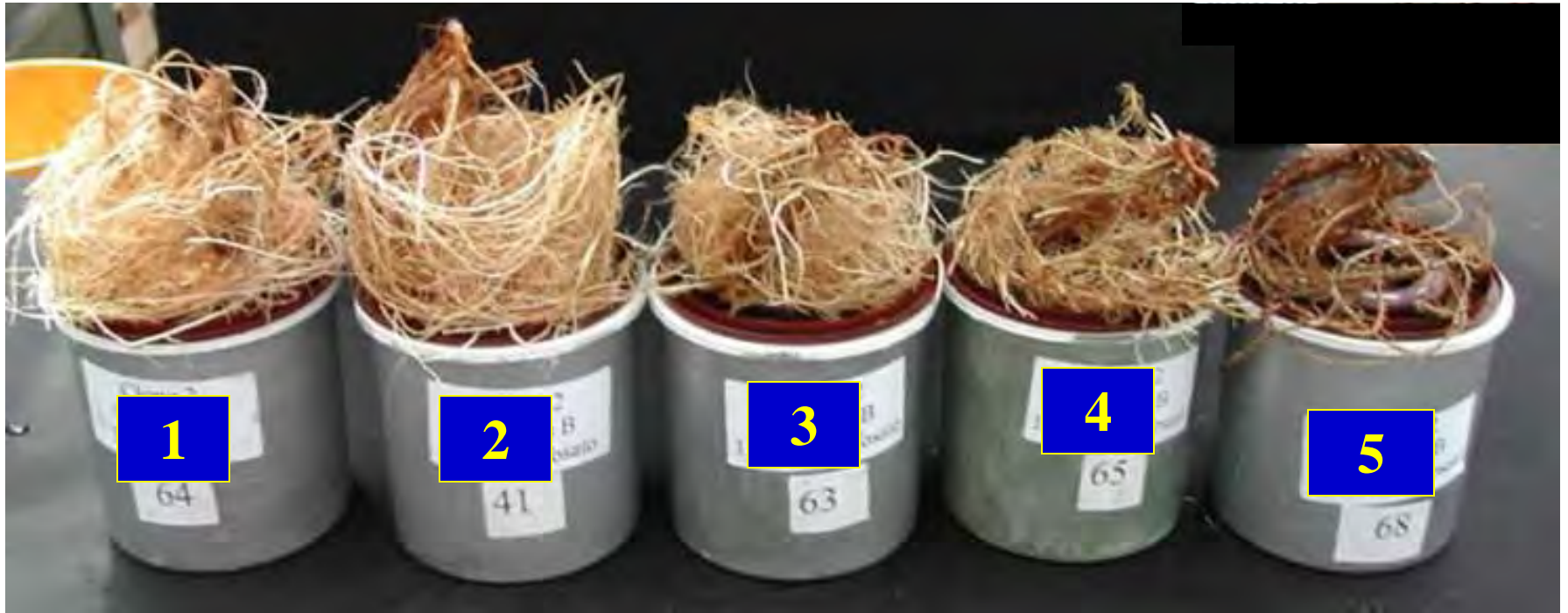
**2 = 1: 10 milhões**

**3 = 1: 2 milhões**

**4 = 1: 400 mil**

**5 = 1 : 80 mil litros de  
solução<sup>8</sup>**





**O efeito do glifosato é maior nas raízes que na parte aérea**

O glifosato pode passar da  
planta-alvo para  
a planta-não alvo

## Transferência de planta-alvo para não alvo

Efeito de exsudatos radiculares de trigo (alvo) tratado com glifosato no desenvolvimento de raiz de milho (não alvo) plantado no mesmo vaso

Tratamentos	Solo 1	Solo 2
	----- g -----	
Testemunha	0,83	0,78
Glifosato (1,1 kg ha <sup>-1</sup> )	0,48	0,38

Conclusão dos autores: “Estes resultados demonstram tanto a exsudação do glifosato pelas raízes das plantas tratadas, assim como a subsequente absorção do exsudato por outras plantas no sistema”.

Source: Rodrigues et al. (1982).



**Aplicação do glifosato na braquiária**



**6 dias após a aplicação**

glifosato 8%

testemunha



**Efeito da aplicação da solução de glifosato a 8%  
na braquiária ao redor da muda de cafeeiro (repetido 3 vezes)**



20 16 13



**Toxidez generalizada de glifosato nos cafezais**





## Situação típica de pomar manejado com glifosato





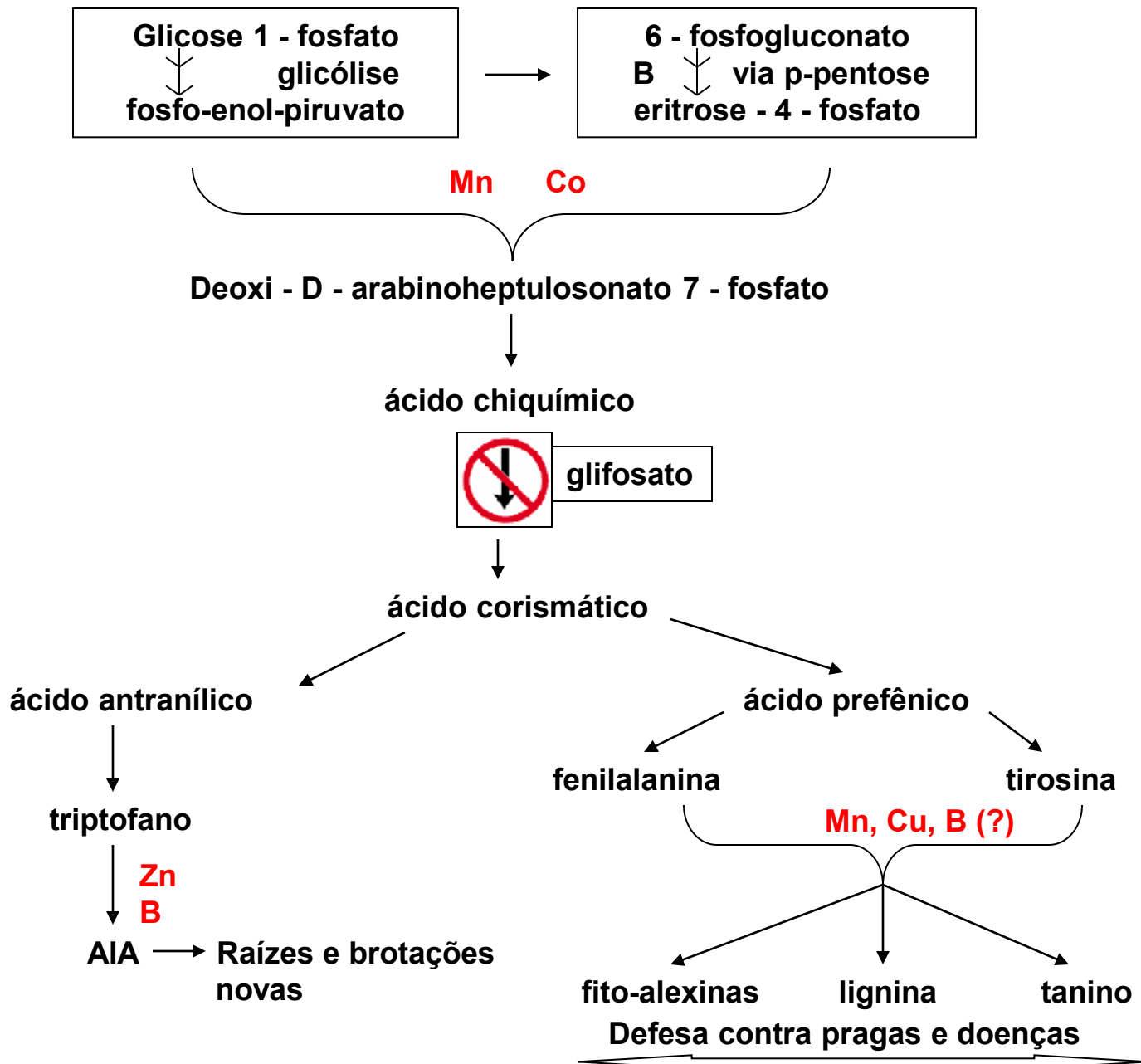
**Parasitismo em pomar de citros tratado com glifosato**

# Parreiral em Marau - RS



**Parasitismo generalizado em  
parreiral manejado com glifosato**

**Foto: T. Yamada, 22/08/2006**



**Ação do glifosato e de micronutrientes na síntese de AIA, fitoalexinas, lignina e tanino**

# O GLIFOSATO NA DOSE DE 1 g i.a./100 LITROS É CAPAZ DE DESATIVAR A RESISTÊNCIA DA SOJA CONTRA A RAÇA 1 DE *Phytophthora megaspora*

Tratamentos		Reação da planta <sup>a</sup>	Gliceolina	
Inóculo	Glifosato $\mu\text{g mL}^{-1}$		Experimento 1 ----- $\mu\text{g g}^{-1}$ PF -----	Experimento 2
-	-	Nenhuma	10	25
-	10	Nenhuma	20	10
Raça 7	-	Compatível	220	-
Raça 1	-	Incompatível	1.240	1.300
Raça 1	4	Compatível	440	420
Raça 1	10	Compatível	220	130
Raça 1	10 + Phe + Tyr <sup>b</sup>	Incompatível	1.370	1.150

<sup>a</sup> Reação da planta avaliada 48 horas após a inoculação.

<sup>b</sup> Phe = fenilalanina, Tyr = tirosina,  $400 \mu\text{g mL}^{-1}$  de cada foram fornecidos por 48 horas na câmara de crescimento antes da inoculação.

# Alta incidência da Morte da Espiga de trigo (*Fusarium* Head Blight) em Saskatchewan



**“Fatores de risco de produção”  
associados com a Morte de Espiga:  
Ambiental (chuva, temperatura)**

**Fatores de Produção da Cultura –**

**\*\*Glifosato aplicado 18 – 36  
mês antes do plantio do trigo teve  
a mais consistente relação com a  
Morte da Espiga ao longo dos anos  
estudados.**

**M. Fernandez (2003). Report to Saskatchewan  
Agriculture Development Fund.**

# Relatos das consequências do glifosato nas culturas RR

---

- **Desenvolvimento de invasoras resistentes ao glifosato (Heap & LeBaron, 2001)**
- **Reduções na nodulação, leghemoglobina e clorofila na soja sob estresse hídrico (King & Purcell 1998; Reddy et al. 2000)**
- **Aborto de maçãs no algodão RR (Pline et al. 2002. Abstr. Weed Sci. Soc. Am., p. 29)**
- **Aumento da severidade do “mal-do-pé” em trigo de inverno cultivado após soja RR (Indiana) – causado por fungo desenvolvido no solo (Hickman et al. 2002. Abstr. Weed Sci. Soc. Am., p.7)**

# Fungos de Solo e Raízes

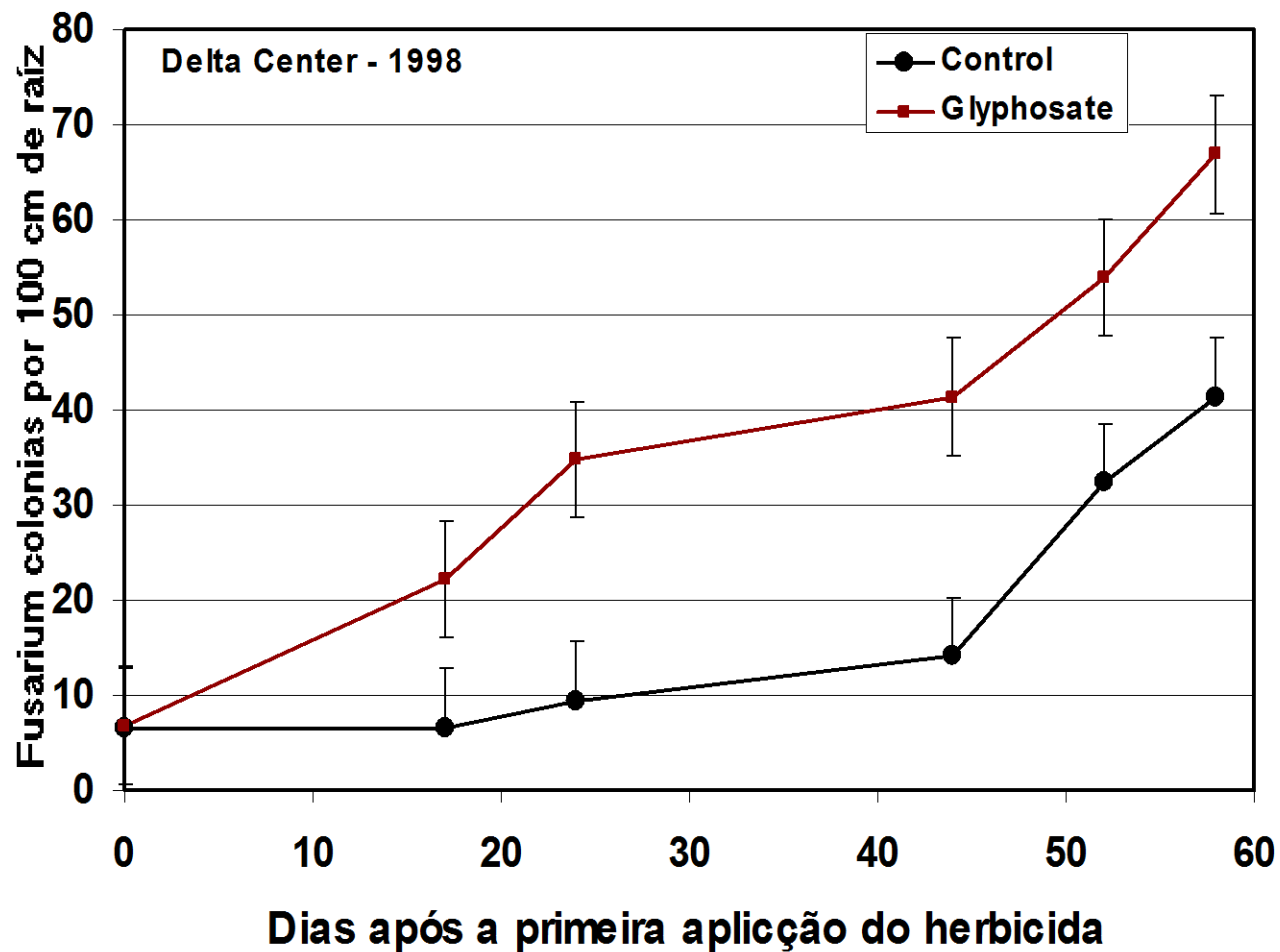
## *Fusarium* spp.

- indicadores da ecologia microbiana da rizosfera da soja
- potencial patogênico às plantas, por ex., em resposta aos exsudatos radiculares
- algumas espécies causam doenças de importância econômica como:
  - podridões radiculares
  - síndrome da morte súbita (*Fusarium solani* fsp *glycines*)
- podem associar com o nematóide do cisto na soja para aumentar a severidade da doença



# Incidência de *Fusarium* na rizosfera da soja RR

Barras verticais denotam DMS ( $p < 0.05$ )

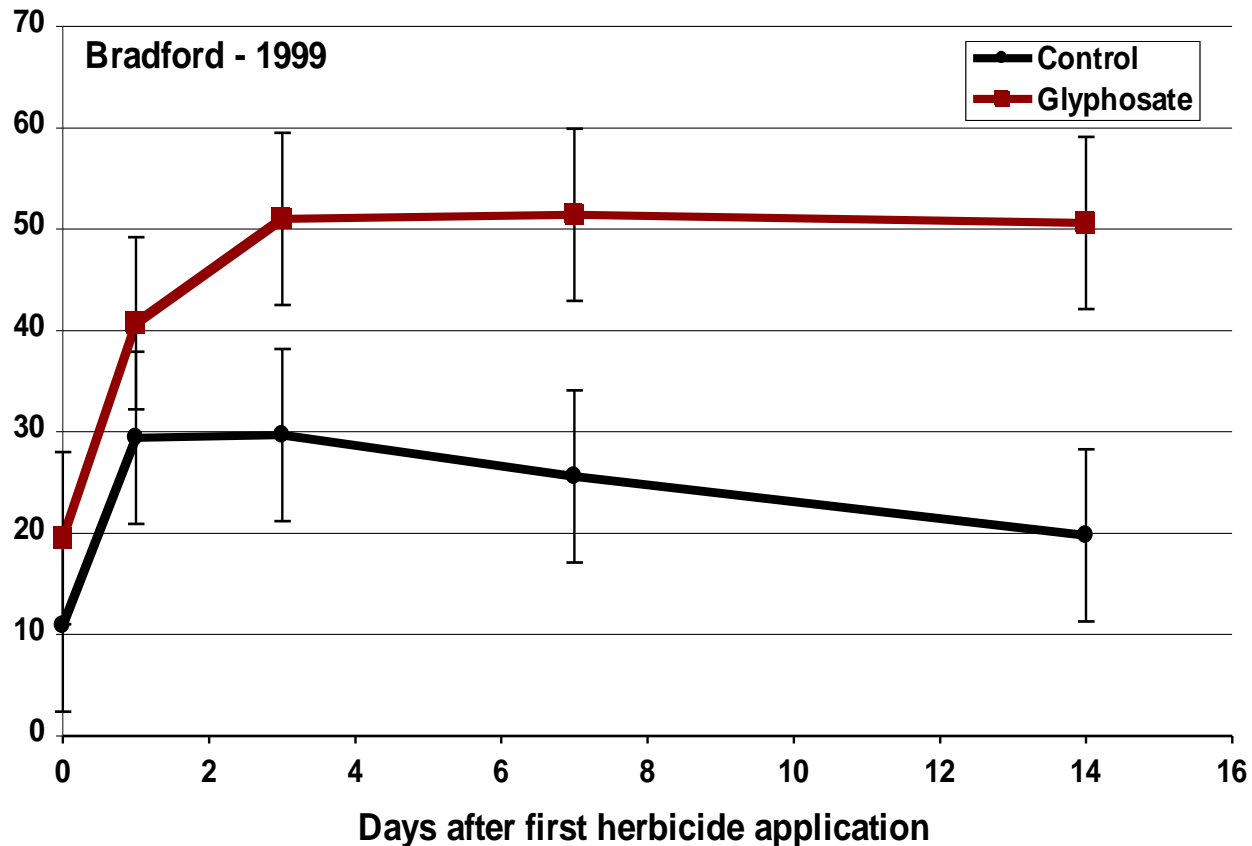


Fonte: Kremer, POTAFOS (2005)

# O *Fusarium* do solo respondeu similarmente como o *Fusarium* da raiz

Soil populations of *Fusarium* spp. in plots treated with and without glyphosate.

Vertical bars denote LSD ( $p < 0.05$ )



# Estratégias para mitigar efeitos negativos do glifosato

---

- **Gessagem: aumentar Ca na solução do solo**
  - Manganês: via solo e/ou via foliar
  - Esperar 2-3 semanas entre a dessecação e o plantio das culturas anuais
-

# **GESSO: antídoto do glifosato?**

**“...assim, um excesso de  $\text{Ca}^{2+}$  pode funcionar como antídoto do glifosato, pela sua complexação, como sugerem os dados da nossa pesquisa.”**

**Fonte: Hoagland, Duke & Elmore. Physiologia Plantarum, 46:357-366 (1979)**

## Effect of Glyphosate with and without calcium in the tank



**Glyphosate binds with the cations to form a strong complex which is not bio-available.**

**Only unbound glyphosate act as a herbicide.**

# Transferência da planta-alvo para não alvo

Clorose na planta não-alvo (girassol) induzida pela planta alvo (soja) tratada com glifosato via foliar)

*Experimento em solução nutritiva*



*Experimento em rhizobox*



**Fonte: Volker Römheld (2006)**

Acumulação de chiquimato na planta não alvo (girassol) em nmol g<sup>-1</sup> PF como indicadora da transferência via raiz/rizosfera do glifosato da planta tratada via foliar com glifosato (soja)

*Experimento em solução nutritiva*

Harvest 0 5 50 100 %  
da dose recomendada de glifosato\*  
(28.4 mM; 2L\* in 200L)

*P. aérea*

2d	46	55	136	340
6d	61	99	895	1513

*Raizes*

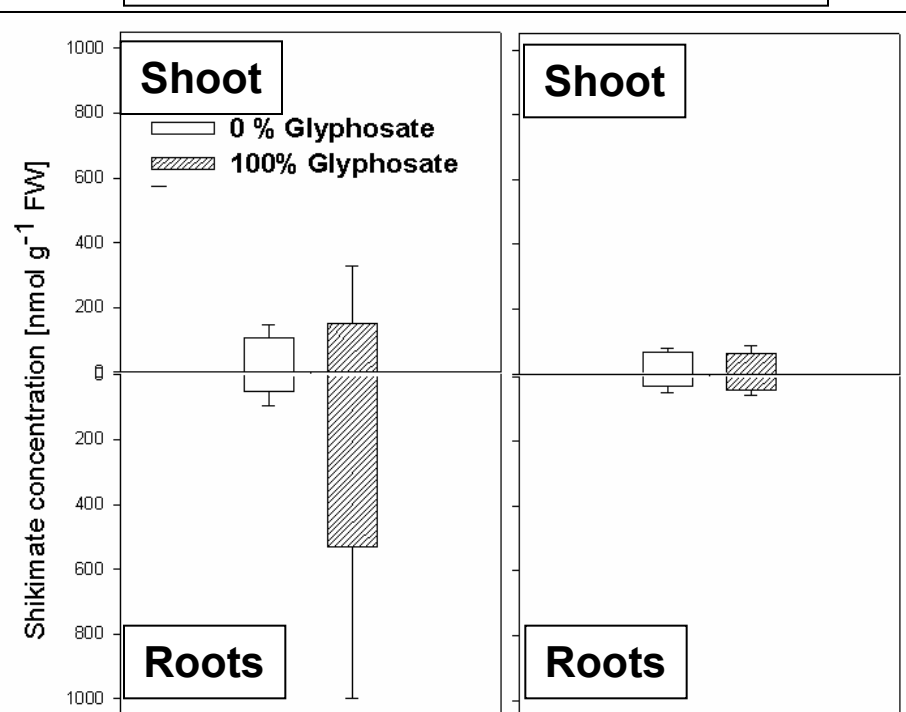
2d	0	146	92	2673
6d	57	32	6233	11455

\* Roundup Transorb

*Experimento em rhizobox*

Arenosol

Luvisol



Apenas no Arenosol sem Ca na solução foi observado a transferência de glifosato via rizosfera

# Estratégias para mitigar efeitos negativos do uso do glifosato

---

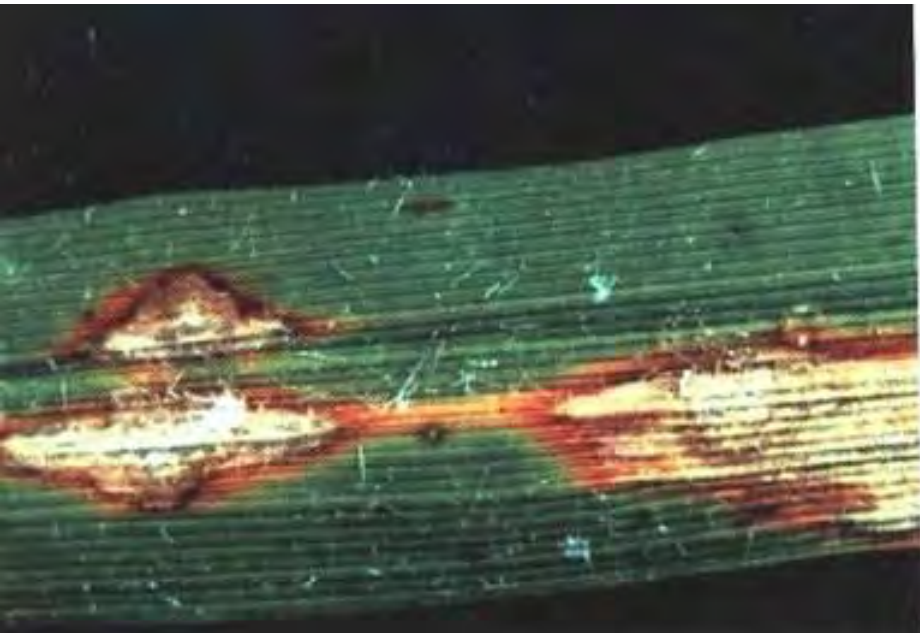
- Mensagem: aumentar Ca na solução do solo
  - **Manganês: via solo e/ou via foliar**
  - Esperar 2-3 semanas entre a dessecação e o plantio em culturas anuais
-





**Efeito do manganês na doença brusone do arroz causada por *Pyricularia grisea* (*Magnaporthe grisea*)**

---



**Fonte: Don Huber, Potafos (2005)**

**Soja + glifosato**

**Soja - glifosato**



**Severa incidência de “mal-do-pé” no trigo após glifosato aplicado na soja que o antecedeu (esquerda) que no controle não-tratado (direita)**

**Sem compactação pneus**

**Compactação pneus**



**Menor incidência de “mal-do-pé” em solo firme que no solto.**

# Imobilização de Manganês



**Clorose foliar momentânea em soja RR após aplicação de glifosato  
(Explicação: o glifosato afeta organismos redutores de Mn)**

35

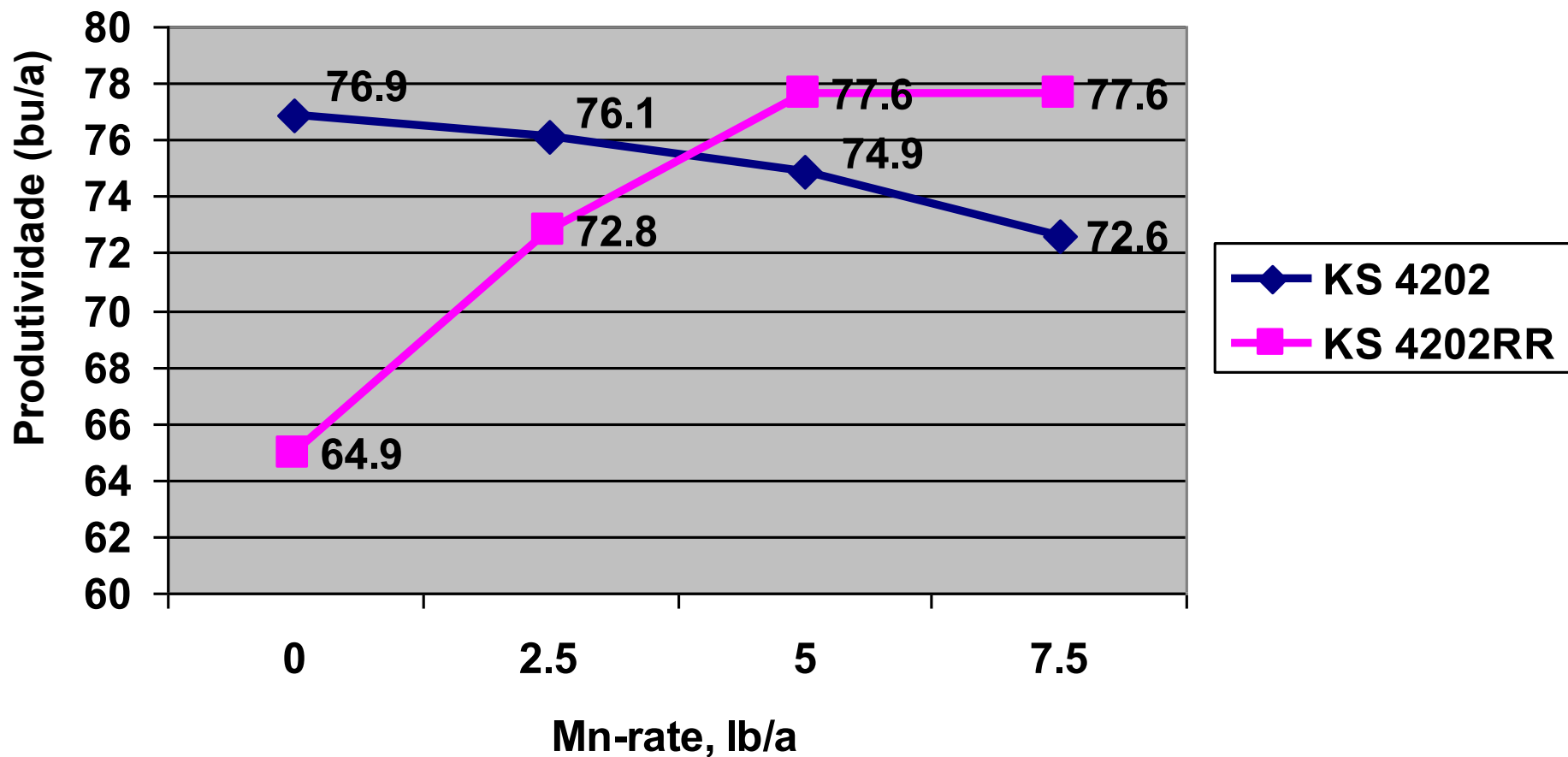
**Fonte: Don Huber, Potafos (2005)**

## Efeito do glifosato nos organismos redutores de Mn da rizosfera, 3 semanas após sua aplicação na soja RR

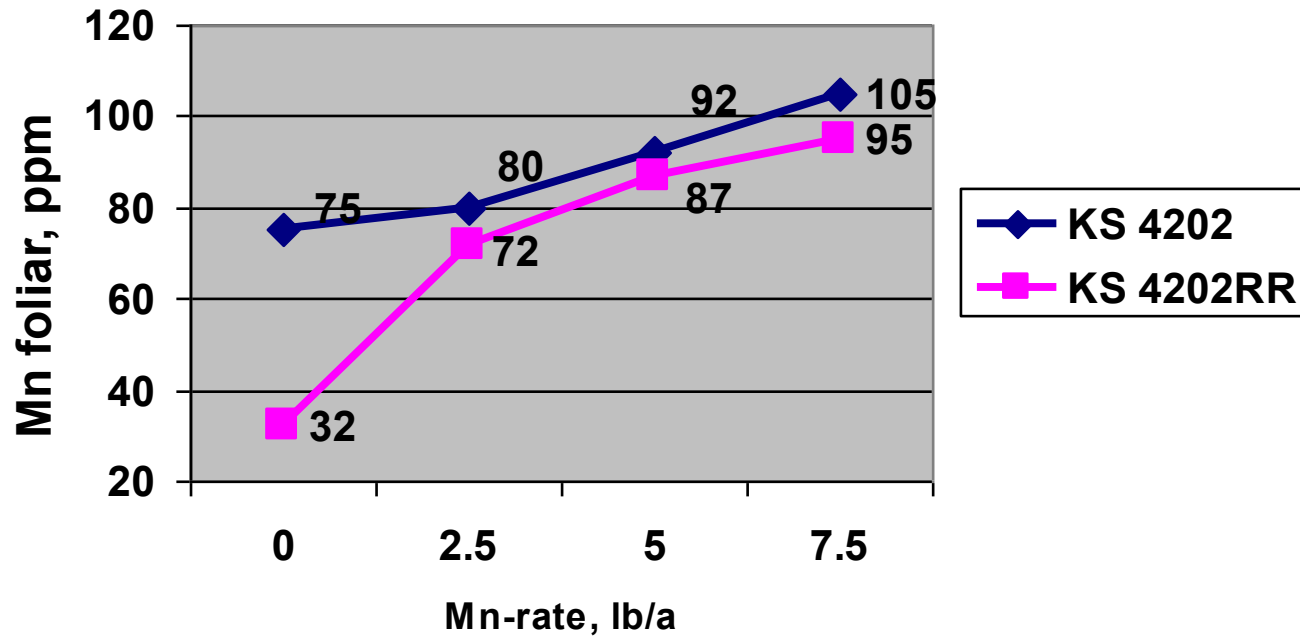
<b>Tratamentos</b>	<b>Organismos redutores de Mn *</b>	<b>Organismos oxidantes de Mn*</b>
<b>Sem glifosato</b>	<b>7.250</b>	<b>750</b>
<b>Com glifosato</b>	<b>740</b>	<b>13.250</b>

\* colônias por grama de solo  
Fonte: Don Huber, 2005



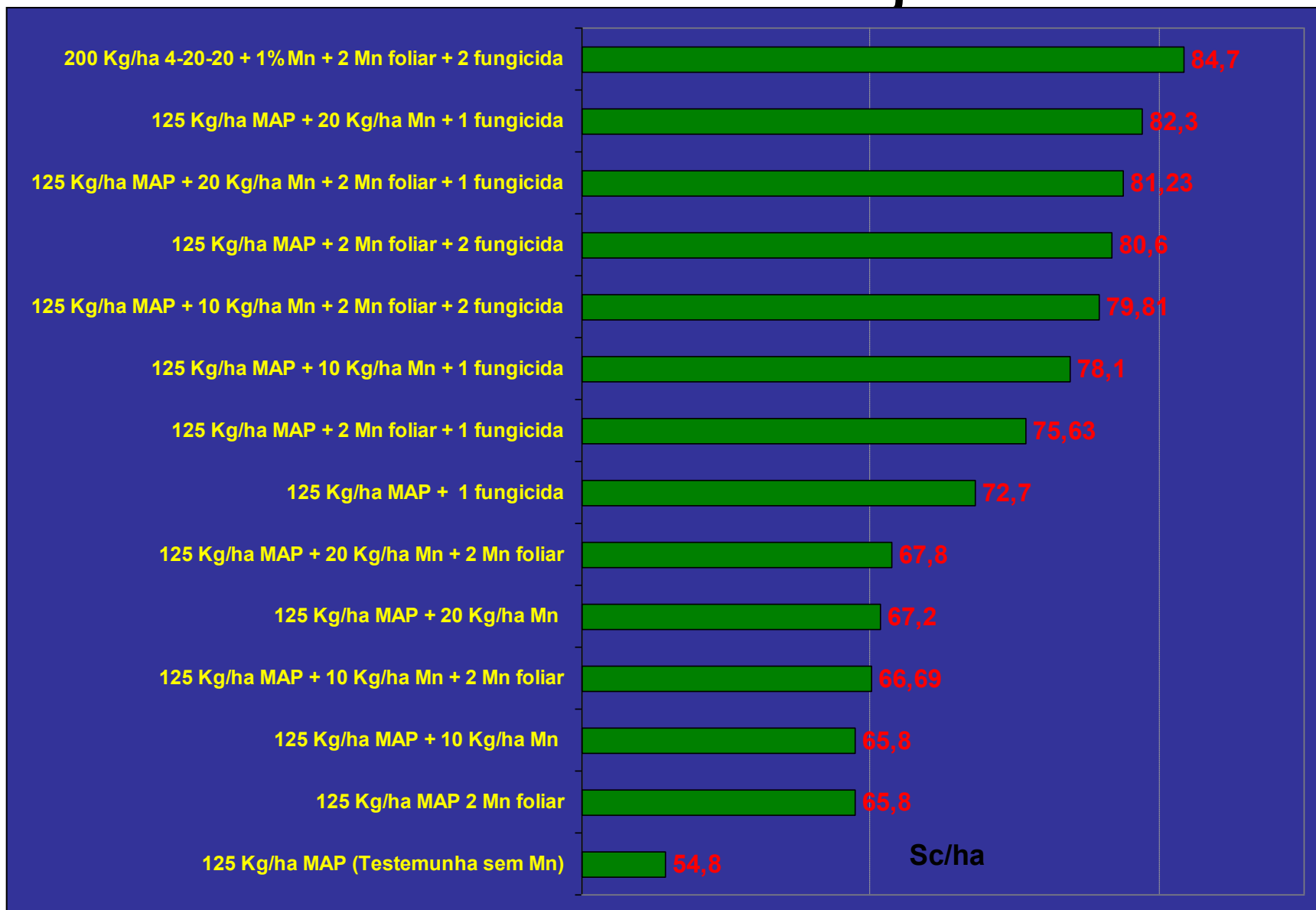


Efeito do Mn na produtividade da soja (Gordon, 2006)



Efeito da adubação de Mn no sulco, no teor foliar Mn no florescimento (Gordon, 2006)

# Uso de Mn em soja



Fonte: Carlos Eduardo T. Kimoto, Estágio Profissionalizante, 2006

# Estratégias para mitigar efeitos negativos do uso do glifosato

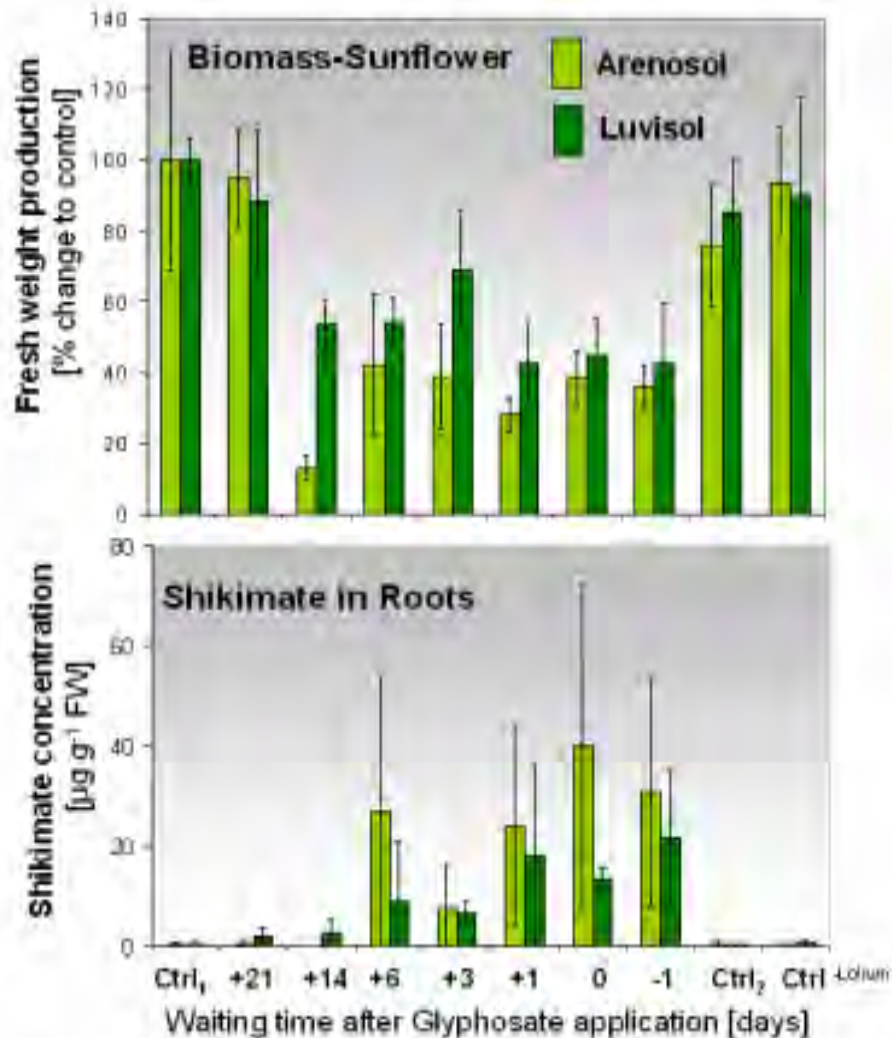
---

- Mensagem: aumentar Ca na solução do solo
  - Manganês: via solo e/ou via foliar
  - Esperar 2-3 semanas entre a dessecação e o plantio em culturas anuais
-



A absorção do glifosato remobilizado na rizosfera resultará na diminuição da produção da planta não-alvo, caso o tempo de espera entre a dessecação e o plantio não for considerado.

*Tempo de espera após a aplicação do glifosato*



- A aplicação de glifosato em *Lolium perenne* inibiu o crescimento da parte aérea do girassol semeado antes de 3 semanas após o tratamento com glifosato.
- A inibição do crescimento induzida pelo glifosato estava associada com o aumento do acúmulo de chiquimato nas raízes dos seedlings de girassol.

**Fonte: V. Römheld, comunicação pessoal, 12/Nov/2006** 41

# Efeito do intervalo de tempo entre a dessecação e a semeadura da soja



**Melhor desenvolvimento da planta após 2+ semanas da dessecação**

# **Ganhos de produtividade com o SIC**

- **Média das seis áreas de Farm-Test em soja na região da COAMO:  
SIC x Aplique-Plante: + 11,23 sacos ha<sup>-1</sup>**

**Fonte: Jamil Constantin et al. 2005**

# **Ganhos de produtividade com o SIC**

**MILHO: Média das estações experimentais  
da COAMO e da COPACOL:**

**SIC x 7 DAP: + 10,90 sacos ha<sup>-1</sup>**

**SIC x Aplique-Plante: + 18,50 sacos ha<sup>-1</sup>**

**Fonte: Jamil Constantin et al. 2005**

## Efeito da época de dessecação da planta de cobertura com glifosato na produtividade da soja RR.

Época de dessecação	Planta cobertura		
	Av. preta	Azevém	Pousio
21 dap	(100) %	(100) %	(100) %
14 dap	-2,1	-7,3	-3,7
7 dap	-6,8	-18,5	-12,3
0	-11,2	-23,4	-17,2
7 ddp	-17,4	-25,9	-21,2

dap = dias antes do plantio; ddp = dias depois do plantio

# Novas tecnologias para redução (ou a eliminação) do uso do glifosato

---

- Culturas perenes: manejo da cobertura vegetal com roçadeira ecológica  
(Apresentação dos acadêmicos do GDT POTAFOS/ESALQ)
  - Culturas anuais em SPD: uso de culturas de cobertura (ex.: aveia preta, nabo forrageiro, ervilhaca peluda) manejadas com rolo-faca ou com adubo líquido  
(Projeto em desenvolvimento pelo acadêmico do GDT POTAFOS/ESALQ Carlos Eduardo T. Kimoto)
-



**Nabo forrageiro, fazenda do Eng. Agrônomo Seiji Kimoto, Campo Mourão, que será rolado com rolo-faca, adubado via líquida, com URAN no milho e 00-00-17 na soja, que funcionarão também como dessecantes. (Foto tirada em 19/08/2006)**

# Nabo Forrageiro

- Rápida liberação de nutrientes (principalmente N, K)
- Raízes pivotantes (descompactação)
- Efeitos alelopáticos sobre plantas daninhas

Análise foliar											
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B
%						ppm					
2,39	0,20	2,73	1,08	0,15	0,70	152,00	50,00	5,00	46,00	135,00	20,70



# Nabo forrageiro: reciclagem de nutrientes em 5.200 kg/ha de matéria seca

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B
Kg/ha						g/ha					
124,28	10,40	141,96	56,16	7,80	36,40	790,40	260,00	26,00	239,20	135,00	107,64

N: 124 Kg/ha

K: 141 Kg/ha

Ca: 56 Kg/ha

S: 36,4 Kg/ha



Rápida liberação destes nutrientes (< 40 dias)

# Aveia-preta

- Maior relação C/N permite maior tempo de cobertura do solo
- Gramínea com potencial alelopático
- Altos teores de N e K

Análise foliar											
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B
%						ppm					
2,35	0,19	3,10	0,30	0,15	0,29	210,00	200,00	10,00	60,00	115,00	14,50

# Aveia preta: reciclagem de nutrientes em 2.100 kg/ha de matéria seca

Reciclagem de nutrientes											
N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	B
Kg/ha						g/ha					
49,35	3,99	65,10	6,30	3,15	6,09	441,00	420,00	21,00	126,00	241,50	30,24

**Reciclagem: Aveia-preta < Nabo forrageiro, porém com MAIOR tempo de cobertura do solo**

# **Manejos alternativos para manejo da planta de cobertura no SPD**

---

- Manejo mecânico com rolo faca ou com a colhedeira e posterior**
  - Manejo químico com adubo líquido como desseccante em pré-plantio**
-

# ROLO FACA AGRÍCOLA



**O equipamento montado em tandem de 3 unidades rola 9 ha/hora trabalhada**

**Fabricante: Agrimec, Santa Maria-RS, fone (55) 3214-2252**

# Uso do rolo-faca para manejo das plantas de cobertura





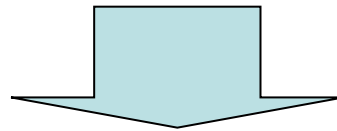
**Aveia-preta após rolagem** ←

**Nabo forrageiro após rolagem** →



# Aubos líquidos dessecantes

- 32-00-00 (Uran) - milho
  - Antecipa a cobertura nitrogenada e desseca as invasoras
  - Uso de inibidor de urease que reduz perda de N por volatilização
- 00-00-18 (líquido) – soja
  - Faz a adubação potássica e desseca as invasoras.





# Manejo do nabo forrageiro na área comercial da fazenda



**Nabo forrageiro após colheita, antes do plantio do milho.**

# Manejo do nabo forrageiro na área comercial da fazenda



**Milho em estágio inicial, com seedlings de nabo forrageiro.**

# Manejo do nabo forrageiro na área comercial da fazenda



**Entrelinha do milho, sem a presença de daninhas, após somente aplicação de atrazina em pós-emergência, sem dessecação pré-semeadura.**

# Conclusões

- **A literatura confirma que a contaminação das plantas econômicas com glifosato pode torná-las mais suscetíveis às doenças.**
- **Nas culturas perenes é possível manejar as invasoras com reduzido uso ou até a eliminação do uso do glifosato, através do uso de roçadeira ecológica junto com manejo da adubação e de plantas de cobertura (ex.: *Brachiaria ruziziensis*, *Arachis pintoii*, ervilhaca peluda).**
- **Nas culturas anuais em SPD é bastante promissor o manejo das invasoras através de plantas de cobertura como aveia preta, ervilhaca peluda e nabo forrageiro. Estas são roladas (ou colhidas) antes do plantio de verão e eventuais invasoras são controladas com adubo líquido como URAN e soluções potássicas. E também com os herbicidas convencionais, se necessários.**
- **A mudança para sistema mais sustentável somente virá com a conhecimento do problema e a vontade de enfrentar o desafio.**
- **SERÁ QUE A COMUNIDADE CIENTÍFICA VAI CONTINUAR DE BRAÇOS CRUZADOS?**