

Uso de SILÍCIO na Agricultura



GASPAR H. KORNDÖRFER

UNIVERSIDADE FEDERAL UBERLÂNDIA

Grupo de Pesquisa - Si na Agricultura

PROFESSORES - ICIAG



**ESTUDANTES DE
MESTRADO E
DOUTORADO/ICIAG-UFU**



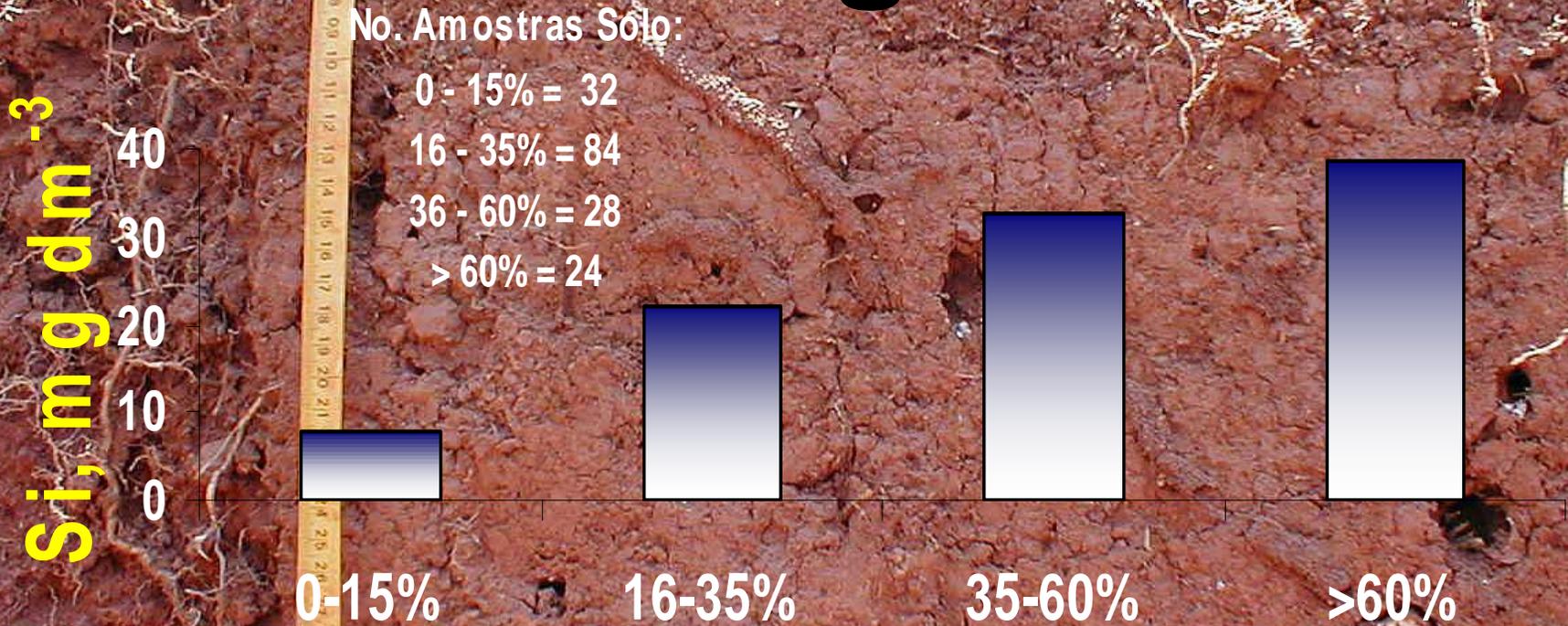
**RECÉM -DOUTORES E
PÓS-DOUTORANDOS**



**BOLSISTAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA - CNPQ**



Si “disponível” x Teor de argila



Teores de Argila

EFEITO DOS SILICATOS NO SOLO



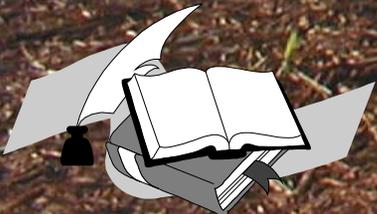
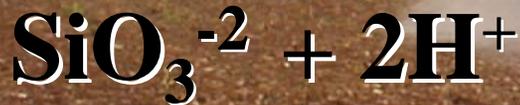
- ↑ o pH (substituição do calcário);
- ↑ disponibilidade de Ca, Mg e Si;
- ↑ disponibilidade do P (< "fixação" do P no solo ???);

- ↓ reduz o efeito tóxico do Fe, Mn e Al;
- possui efeito residual (correção do solo);
- ↑ saturação por bases.



Silicato de Ca e Mg

Reação no Solo



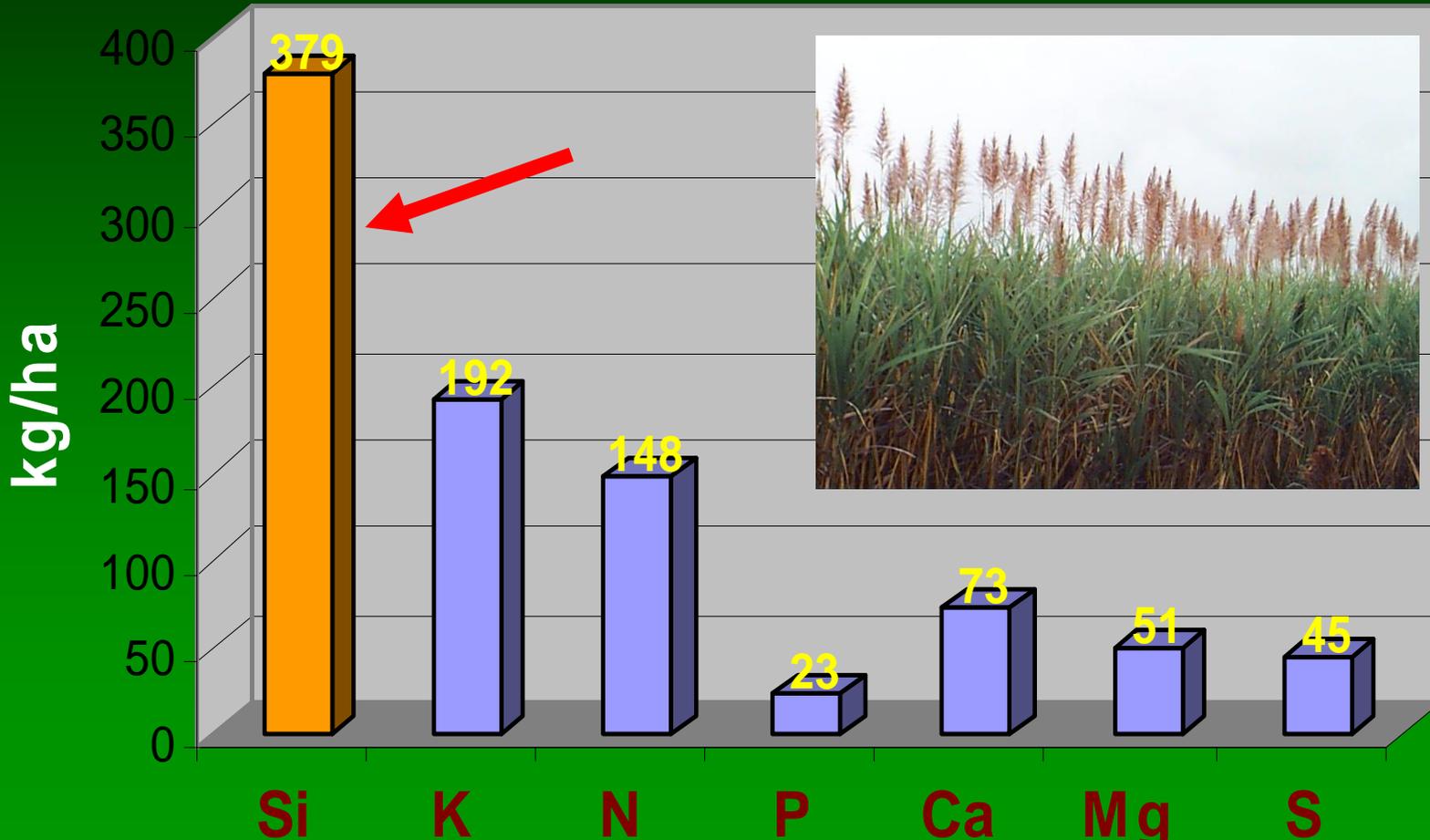


Sina Planta



Extração de Nutrientes

Cana 12 meses – Samuels (1969)





Elemento “benéfico” para as Plantas

FATORES ABIÓTICOS

- ✓ Reduz a toxidez do Al, Mn e Fe para as plantas;
- ✓ Reduz a fixação do P;
- ✓ Alivia os efeitos da salinidade;
- ✓ Ameniza os efeitos da geada;
- ✓ Regula a transpiração (economia de água);
- ✓ Plantas mais eretas (> taxa fotossintética);

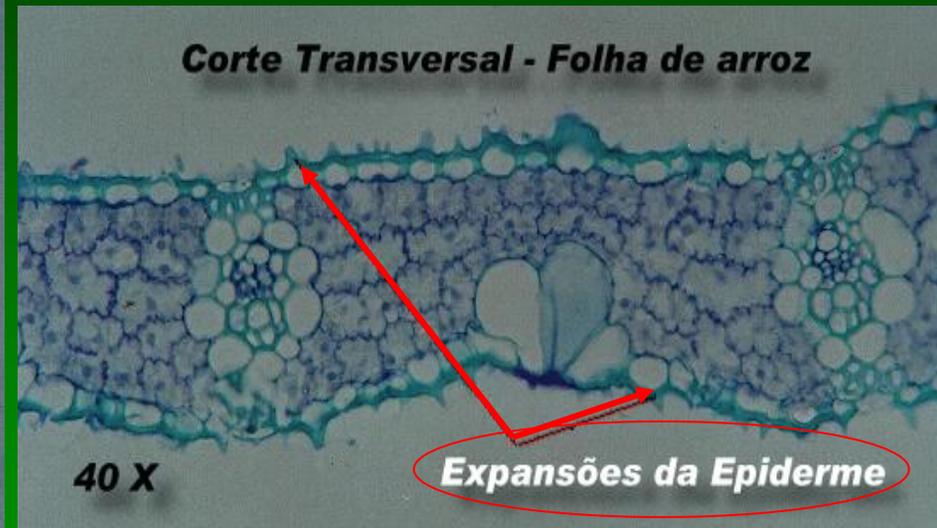
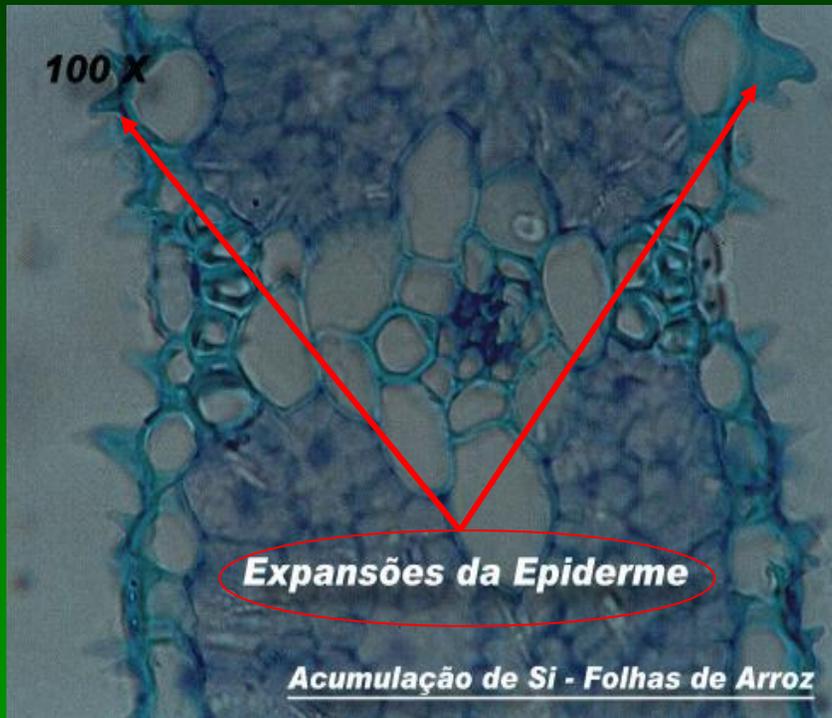
FATORES BIÓTICOS

- ✓ < ataque de doenças (fungos);
- ✓ < ataque de pragas.



= > **Produtividade**

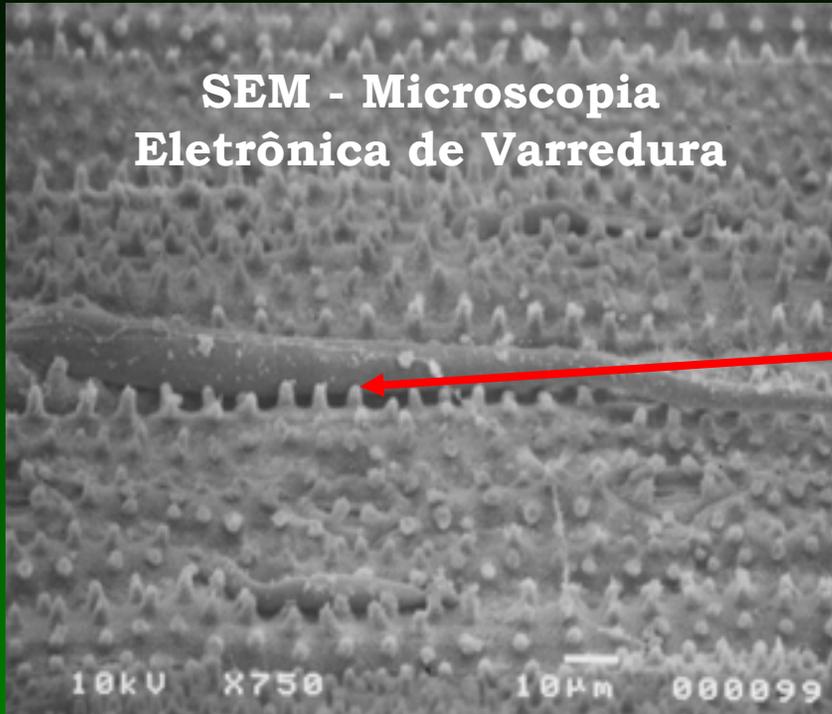
Acumulação Si - Arroz



Mauad, et al 2001

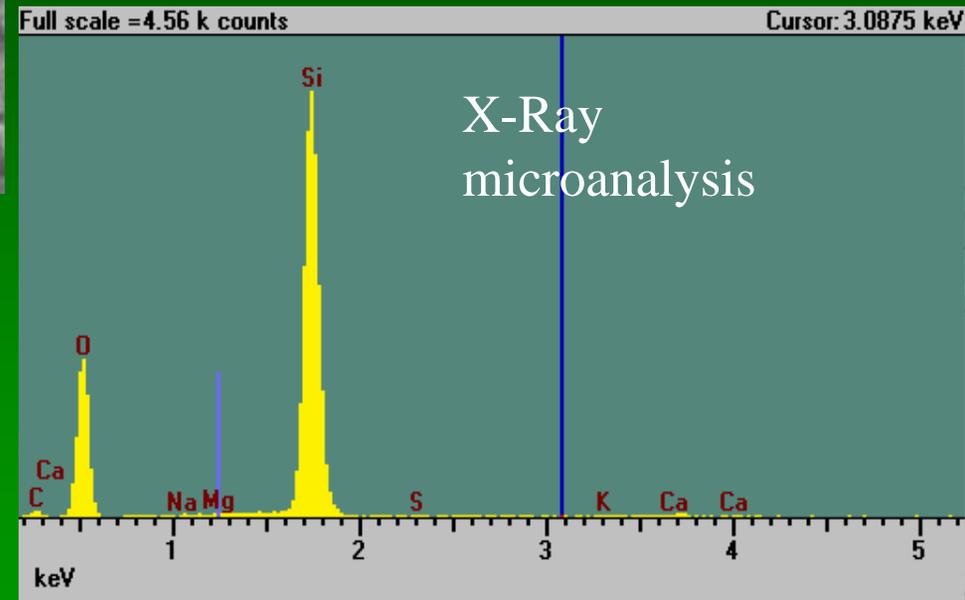


SEM - Microscopia
Eletrônica de Varredura



Acumulação de Si

Superfície da
folha de
arroz



Korndörfer, et al. 1999

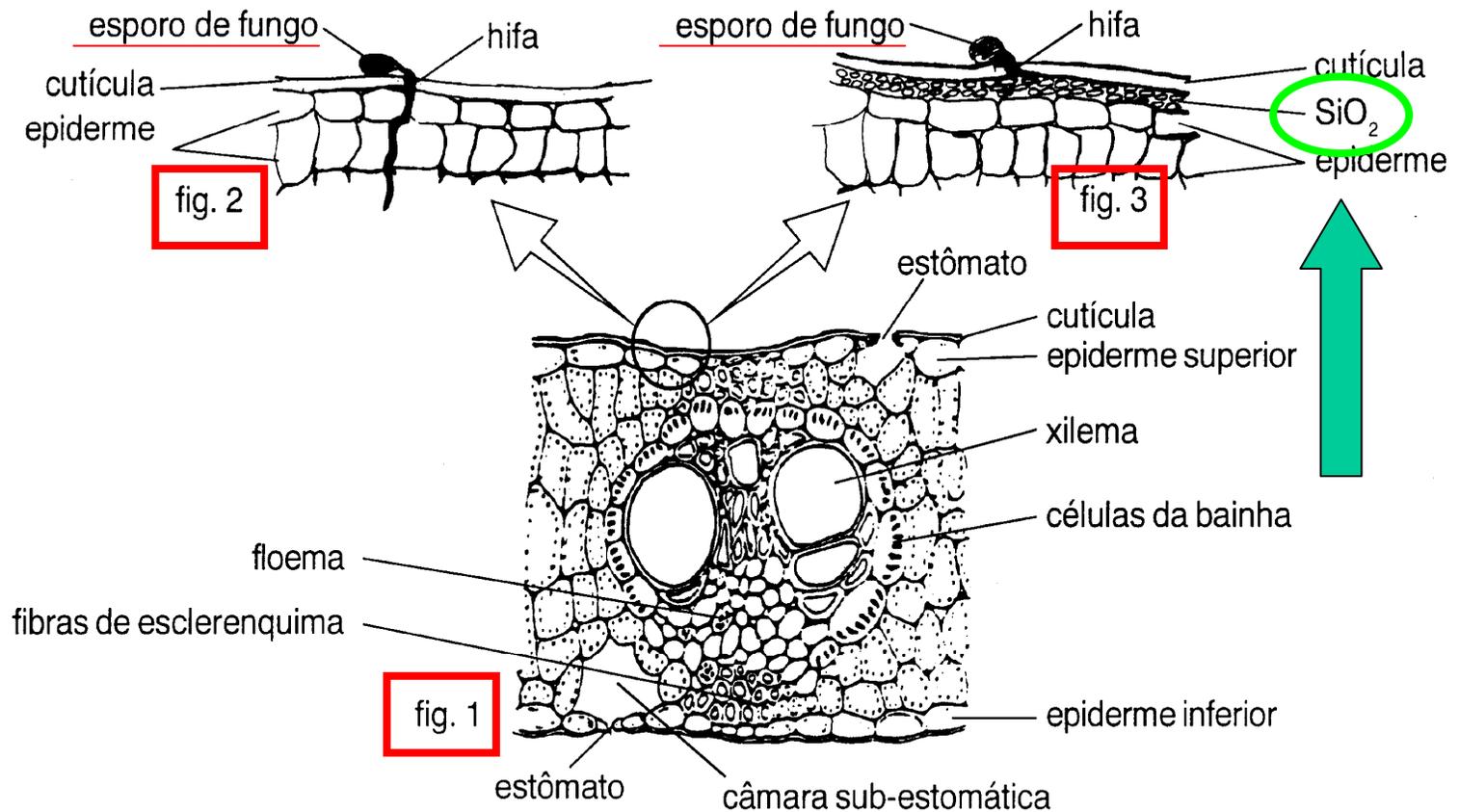


Fig. 1. Corte transversal do limbo foliar de monocotiledônea (Bidwell, RGS, 1974)

Fig. 2. Desenvolvimento de hifa de fungo em tecido foliar sem acúmulo de sílica.

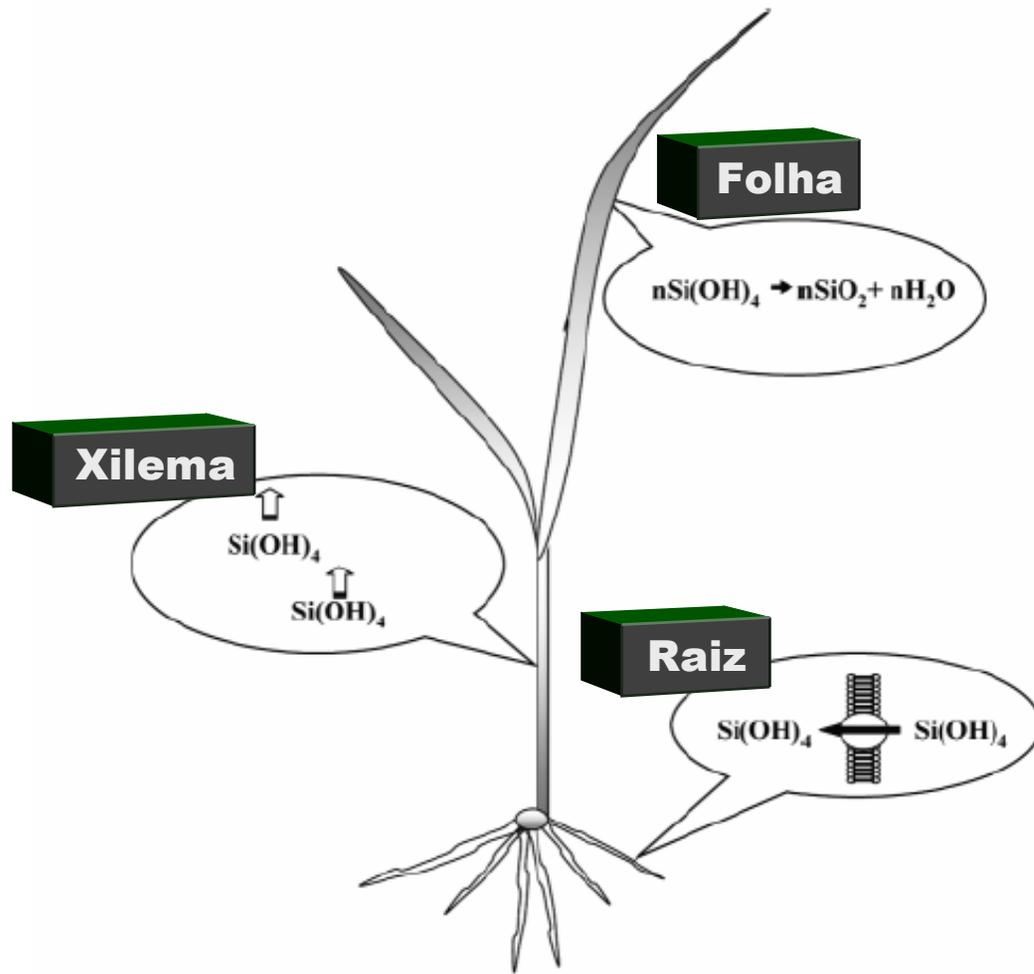
Fig. 3. Camada de sílica abaixo da cutícula dificultando o desenvolvimento da hifa.

TRASNSLOCAÇÃO DO SILÍCIO NA PLANTA (CAFÉ)



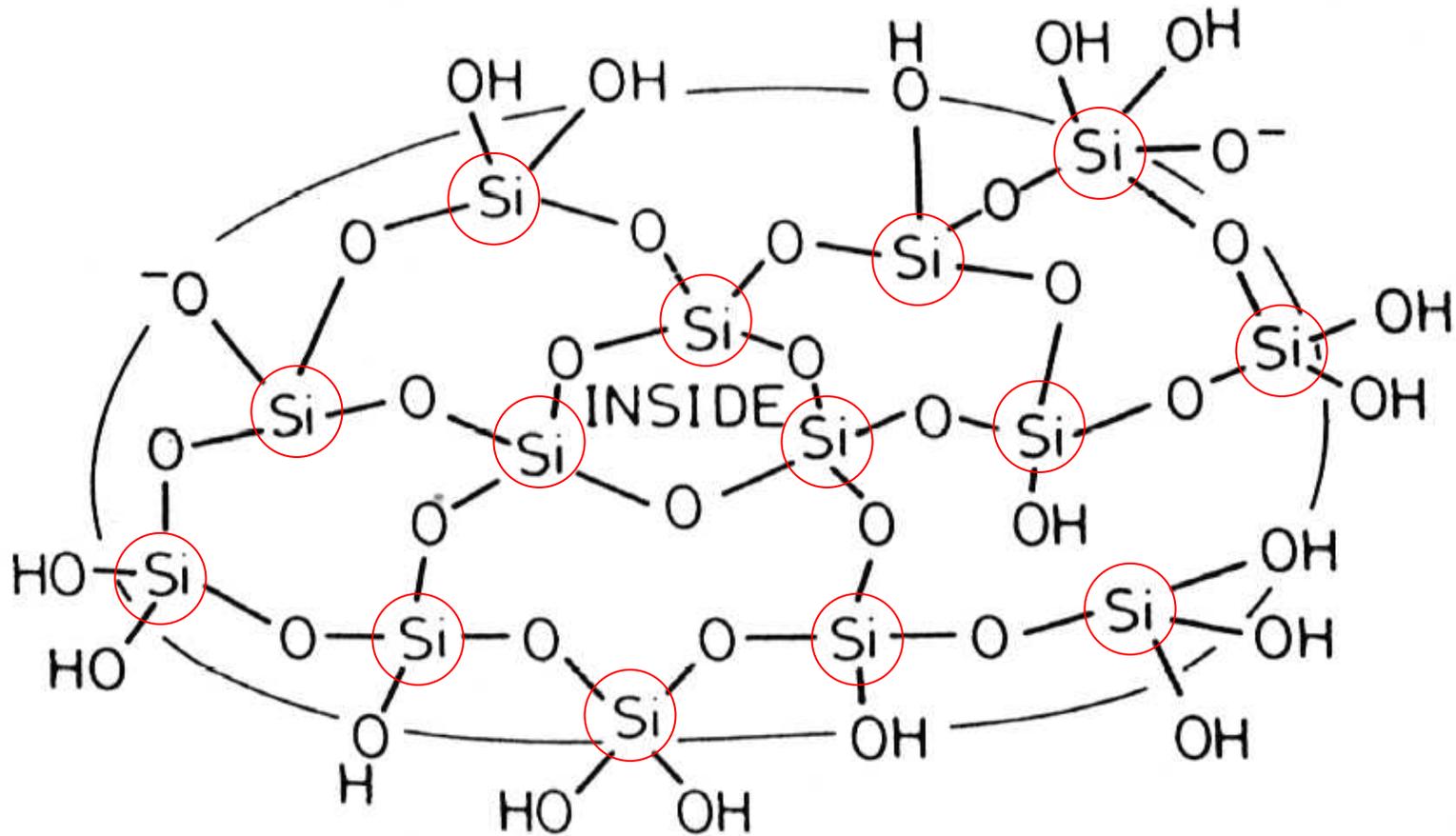
+ Si (foliar)

Foto: Fabrício Á. Rodrigues,
2006



Translocação do Si após Absorção

Fig. 6 Schematic presentation of the Si form from uptake to accumulation in rice. Si is taken up into the cortical cells in the form of silicic acid and then loaded into the xylem in the same form. After translocation into the shoot, Si in the form of silicic acid is concentrated with water loss (transpiration) and polymerized into silica.



Estrutura da sílica amorfa hidratada (SiO_2) com sua superfície reativa aumentada pelos grupos OH^- (Williams, 1986)



PAPEL do SILÍCIO X PROTEÇÃO DAS PLANTAS

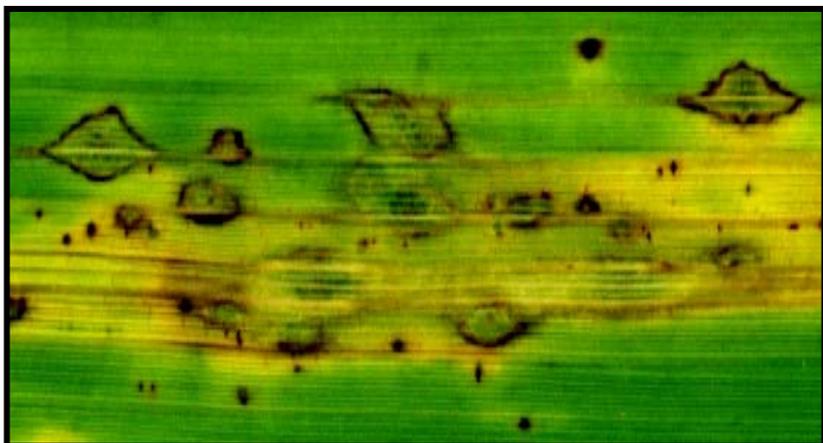
- ✓ **MECANISMO I** - Barreira Mecânica - Acumulação de Si polimerizado na parede celular (Japão) – Pragas & Doenças
- ✓ **MECANISMO II** - Barreira Química - Si induz a formação de FENÓIS (fitoalexinas) – Doenças fungicas
- ✓ **AÇÃO CONJUNTA** - Barreira Mecânica & Barreira Química





ARROZ

- Si



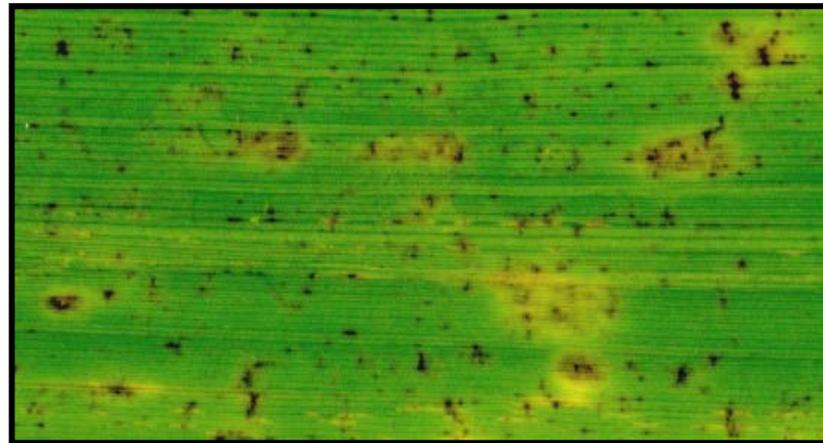
**Baixo níveis de
momilactonas**

e

Maior severidade

≠

+ Si



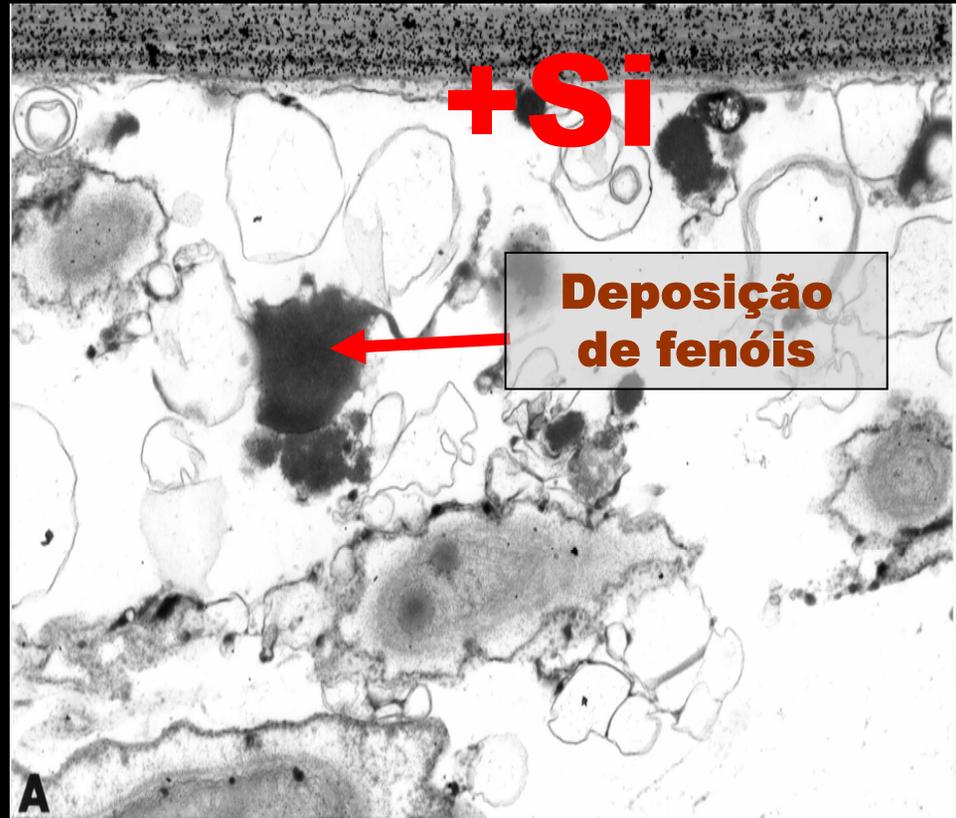
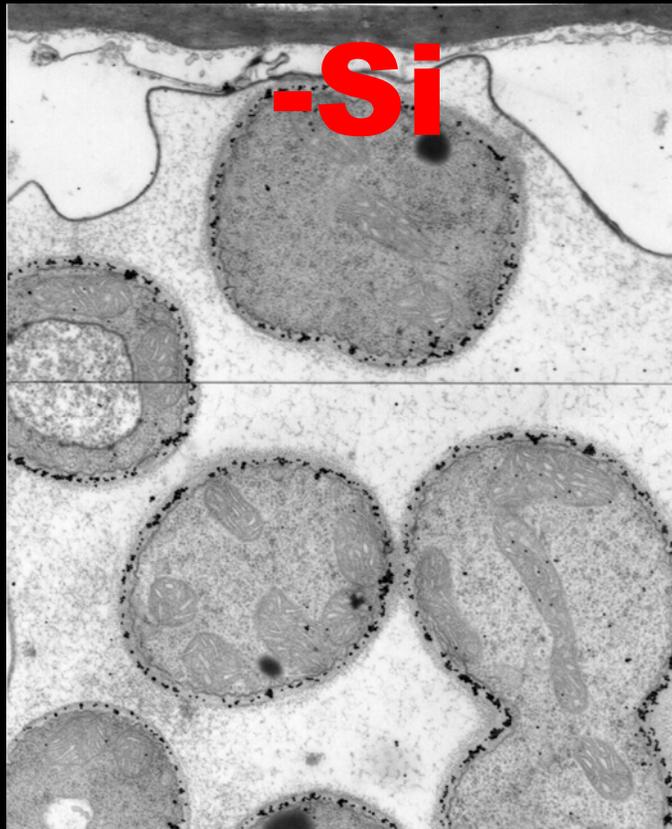
**Alto níveis de
momilactonas**

e

Menor severidade

Trigo – Oídio

Powdery Mildew





Controle Pragas (CANAL)

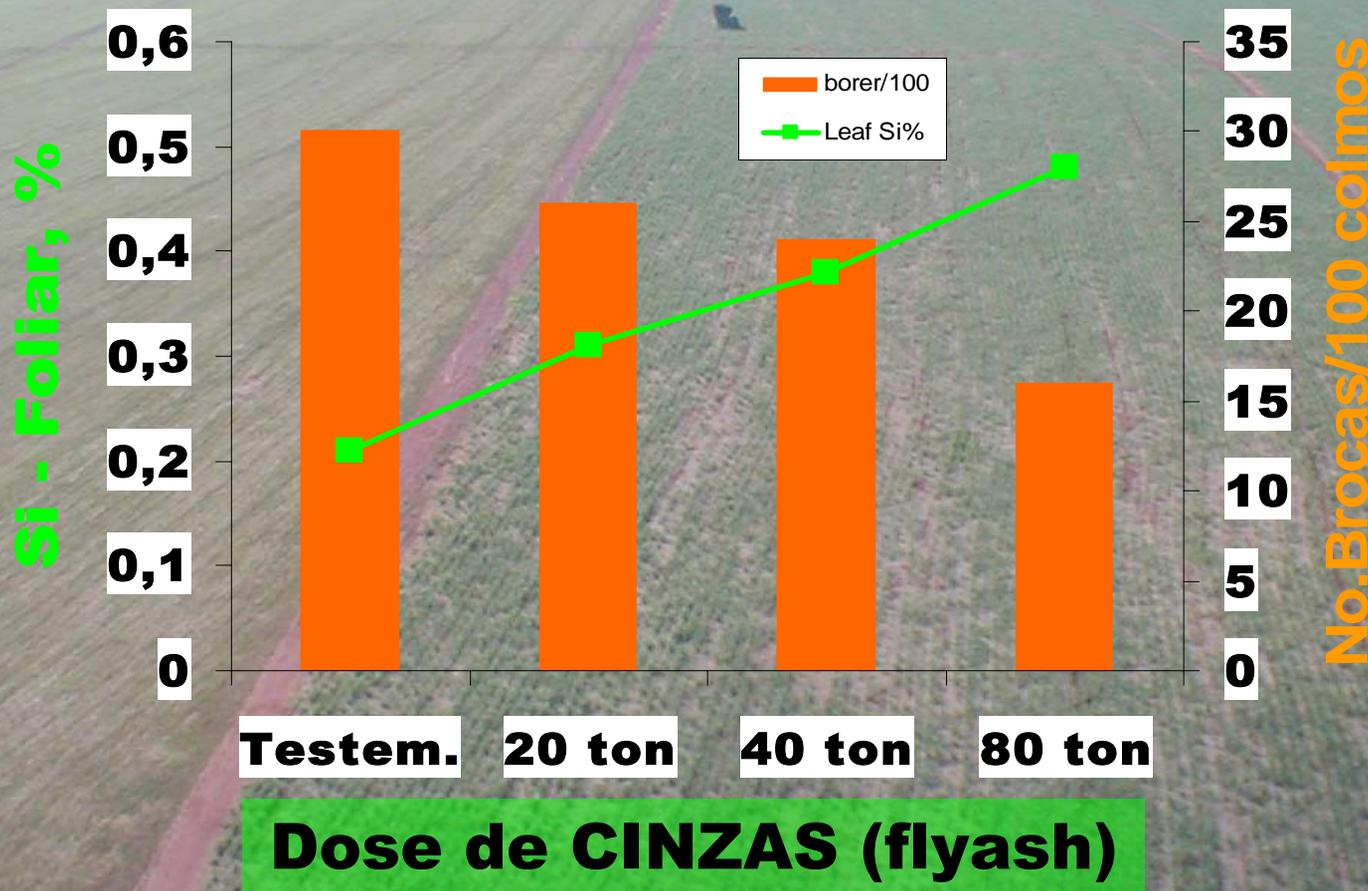


Efeito da aplicação de Si na resistência da cana-de- açúcar ao ataque da broca do colmo *Eldana saccharina* (África do Sul)

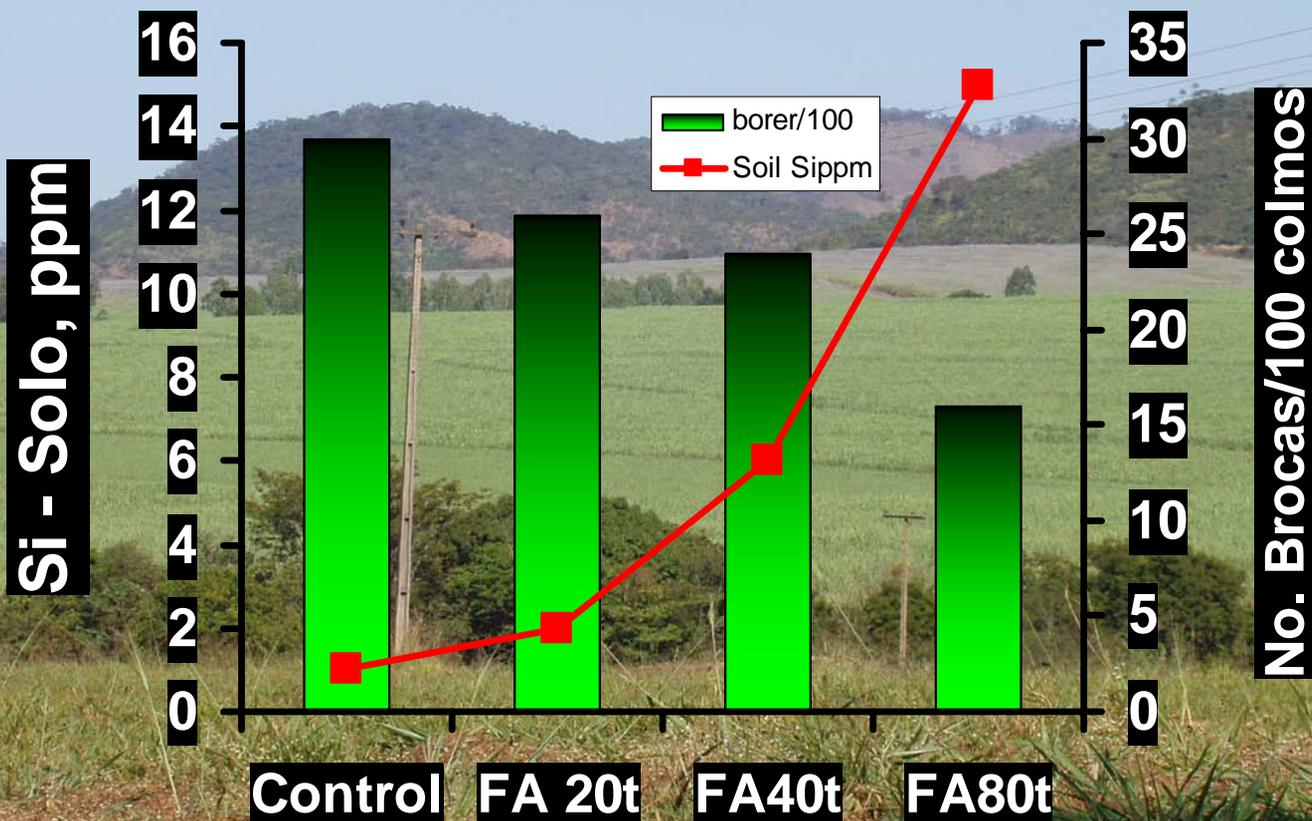
Silicato de cálcio (t ha ⁻¹)	Peso Médio dos Colmos (g)	Comp. dos danos (cm)	Número entrenós brocados	Número Total brocas	Peso Total brocas (g)
Testemunha	1035	114	112	110	115
2,5	1203	100	100	98	93
5,0	1220	87	88	92	92

Fonte: Keeping & Meyer (1999)

EFEITO DA CINZA DE CALDEIRA (FONTE DE Si) NO CONTROLE DA BROCA (ELDANA) - AFRICA DO SUL

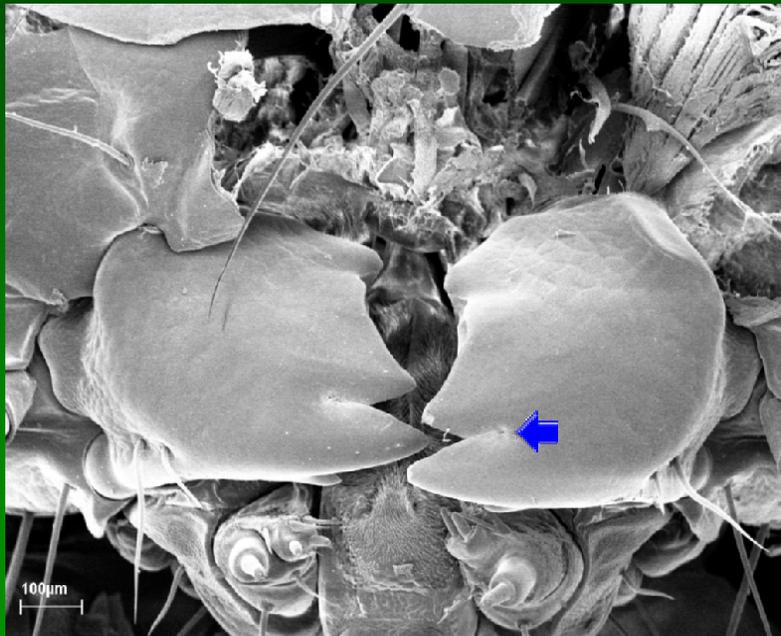


Teores de Si no solo x danos causados pela broca (Eldana) (África do Sul)

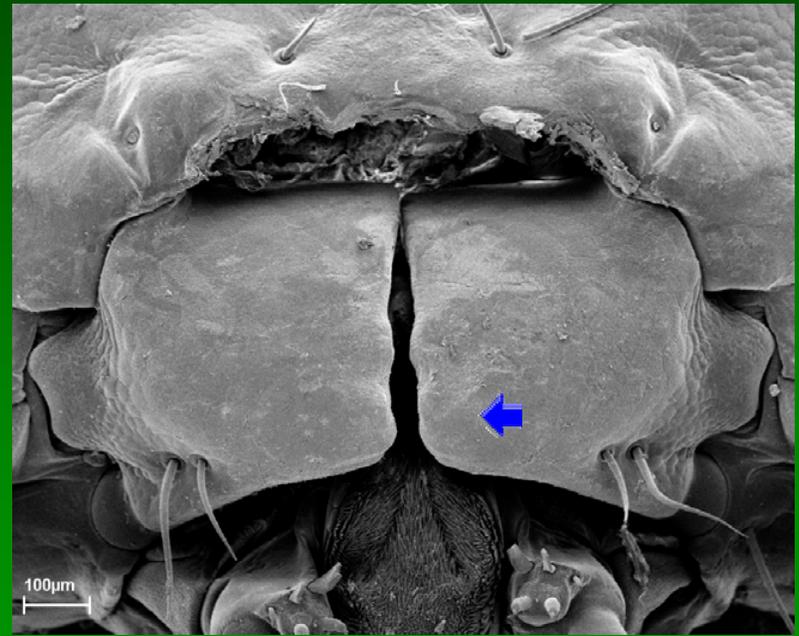




Larvas de *Eldana saccharina* alimentadas com cana-de-açúcar tratada e não tratada

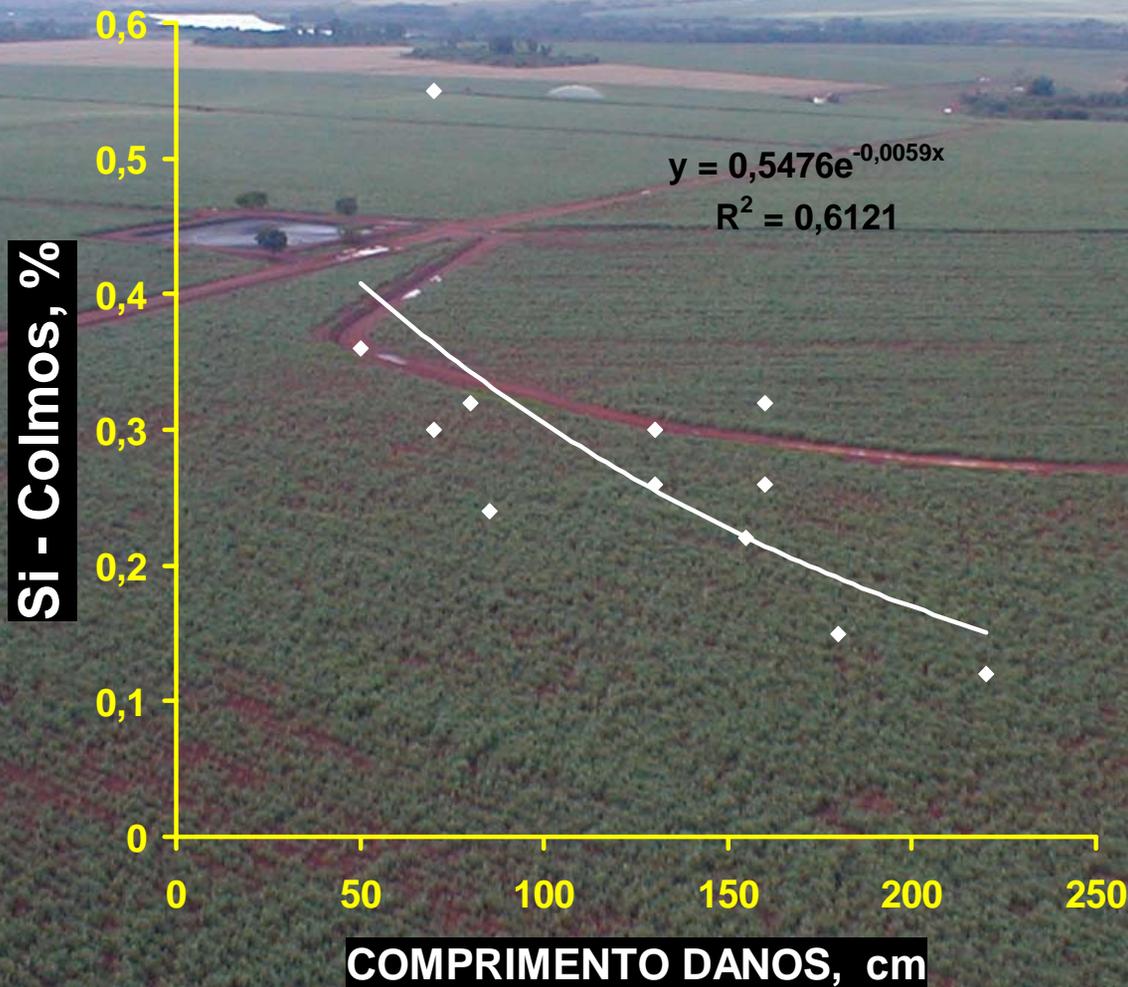


- Si



+ Si

Teor de Si% nos colmos x comprimento danos causados pela broca (Eldana) - África do Sul

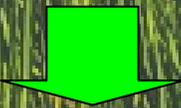




Estresse Hídrico



Efeito do Si na transpiração do Arroz

TRATAMENTOS	TRANSPIRAÇÃO	
	Perfilhamento	Elongamento
	-- Peso H ₂ O transpirada/M.Seca/ 7 dias --	
+ Si	377 	280 
- Si	442	400
+ Si/ - Si	0.85	0.70

Fonte: Takahashi (1995)

Si x ECONOMIA DE ÁGUA

Efeito da aplicação de silicato na cultura de arroz 1997-1999 sobre a quantidade de água utilizada na irrigação e a taxa de transpiração das plantas com e sem Si

Tratamentos	Consumo Água		Transpiração	
	L ha ⁻¹	%	mm dia ⁻¹	%
<u>Inundado</u> -Si	3140	100	2,87	0
+Si	2790	90	2.44	-15
<u>Saturado</u> -Si	1880	62	3,23	0
+Si	1480	51	2.81	-13

* Aplicação de 2,5 Mg ha⁻¹ de silicato com 25% de SiO₂

(Kang et al. 2000)





Fontes de SI



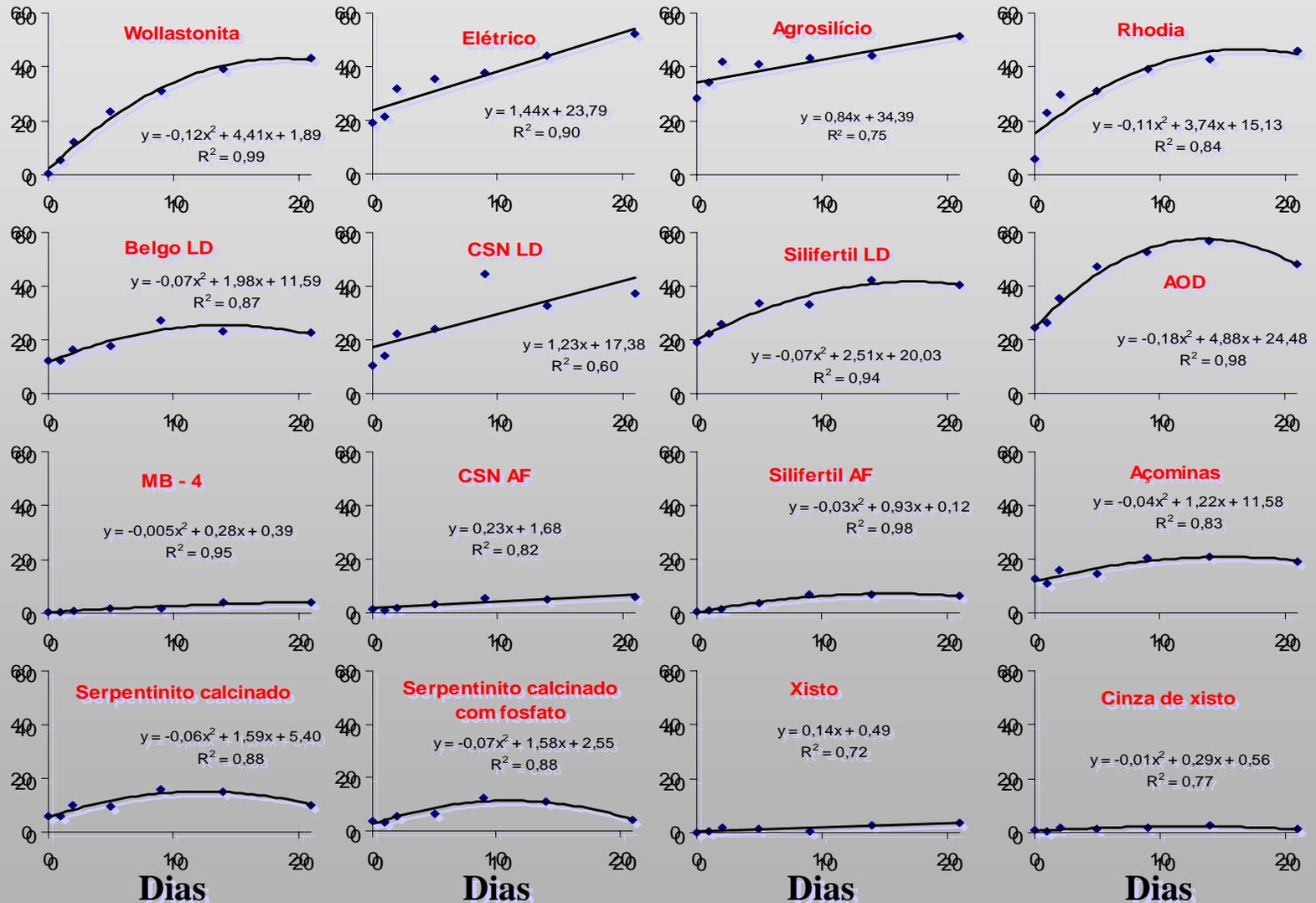
Solubilidade Fontes Si

AMOSTRA	Lixiv. 24h* mg. SiO ₂	Lixiv. 48h mg. SiO ₂
Wollastonita	45,0	39,5
CaSi Corp. - USA	46,5	36,0
RECMIX - BR/USA	75,0	45,0
Wollastonita	42,6	35,0
Aciaria (Aços Finos Piratini) - BR	8,5	6,0
Albright Wilson (Rhodia) - USA	40,7	30,9
Wollastonita	44,0	38,9
AF-Alto Forno (Silifétil, 42% SiO ₂) - BR	17,9	8,7
LD-Aço - Fe Gusa (Silifétil, 20% SiO ₂) - BR	46,3	21,8
MB-4 (47,9% SiO ₂) - BR	4,1	2,1
Wollastonita	46,7	40,6
Talco Friável 01	4,6	2,8
Anfibolito Friável 02	5,1	2,9

* 10 g da fonte de Si + 1g polietileno. Lixiviado com Tampão Tris (pH 7,0) usando bomba peristáltica por 56 horas

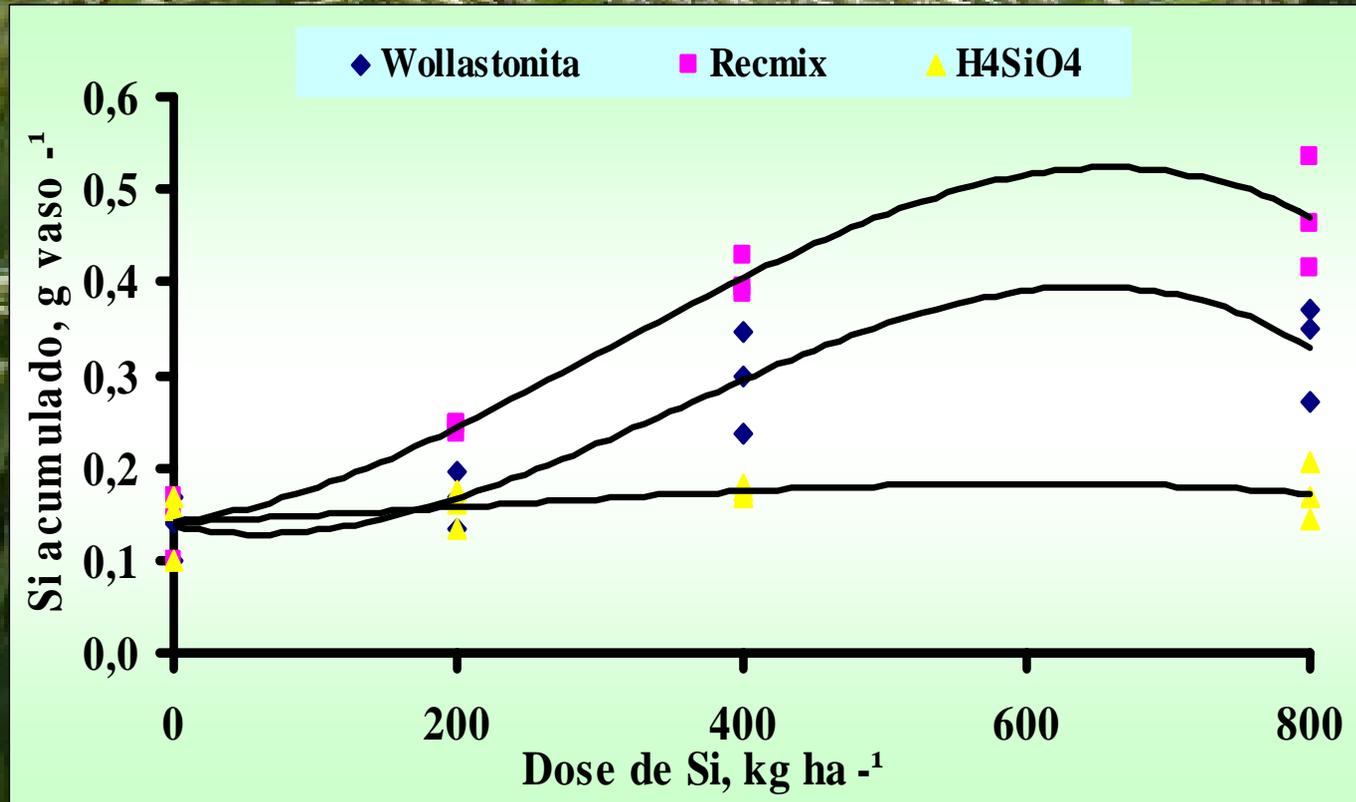
% Si EXTRAÍDA ($\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3$) em relação ao Si TOTAL X TEMPO DE REPOUSO

Porcentagem de Si liberado



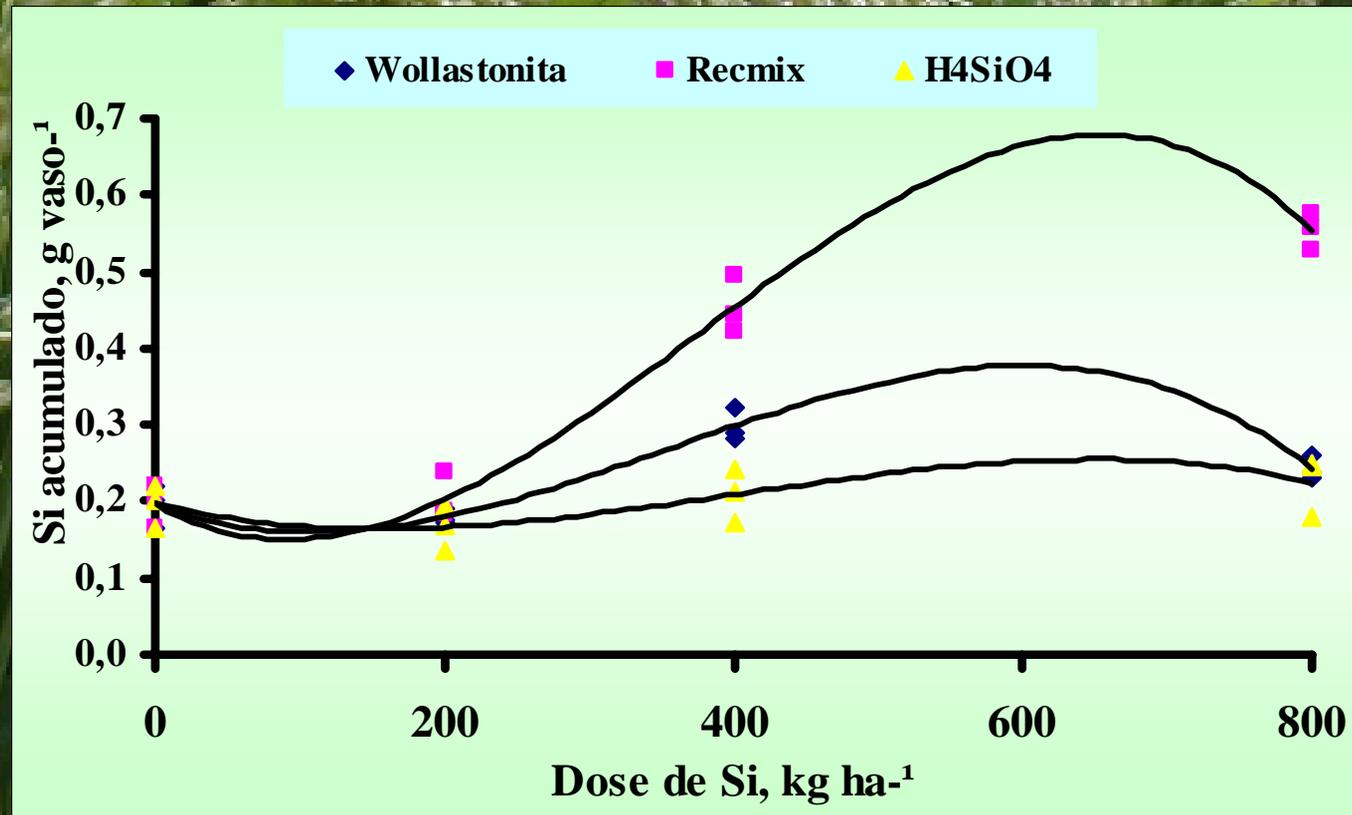


Si acumulado em plantas de arroz cultivadas em solo LVa

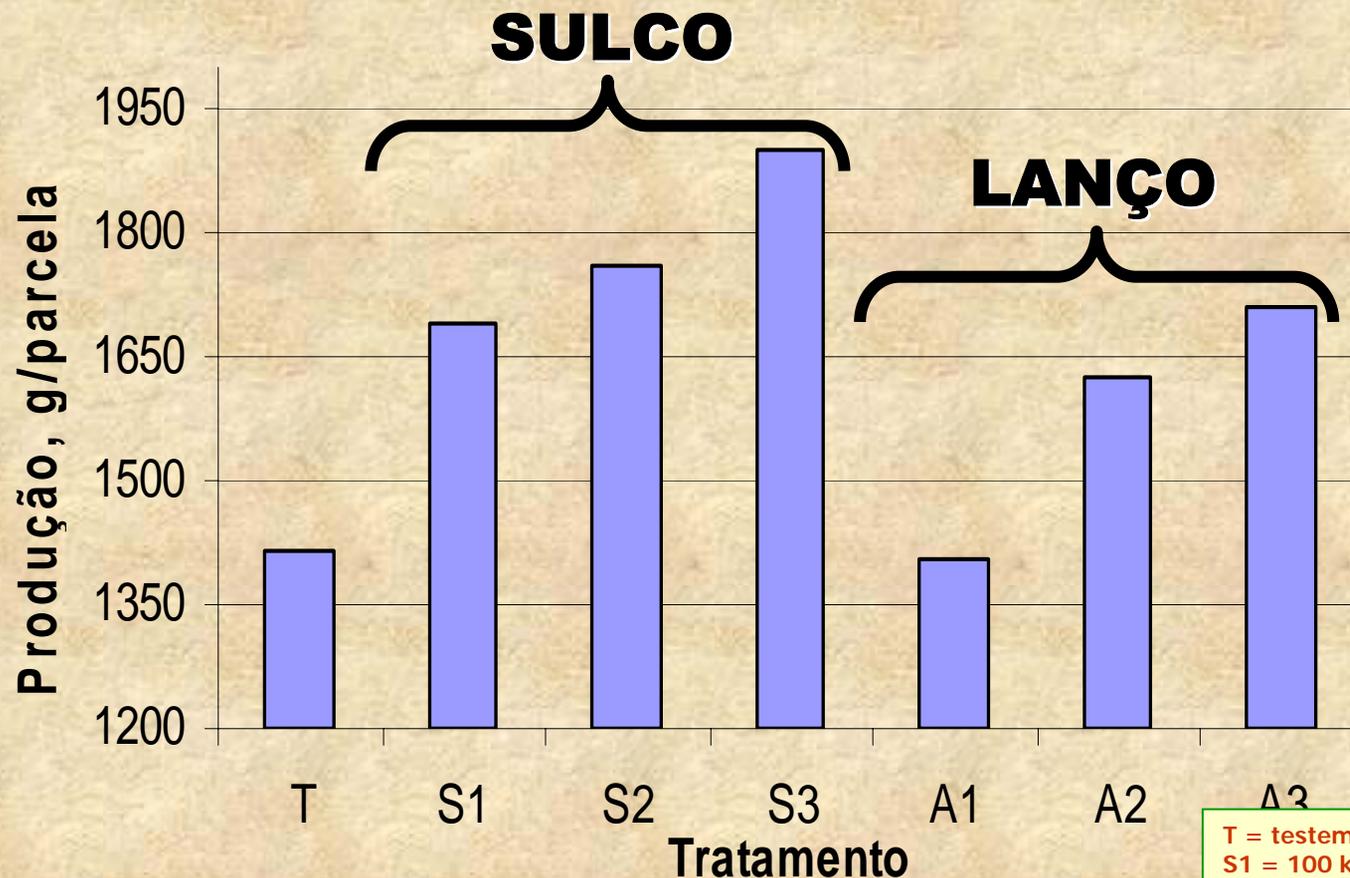




Si acumulado em plantas de arroz cultivadas em solo RQ



Silicato aplicado em linha e lanço (sorgo) - Jataí (GO) - 2004

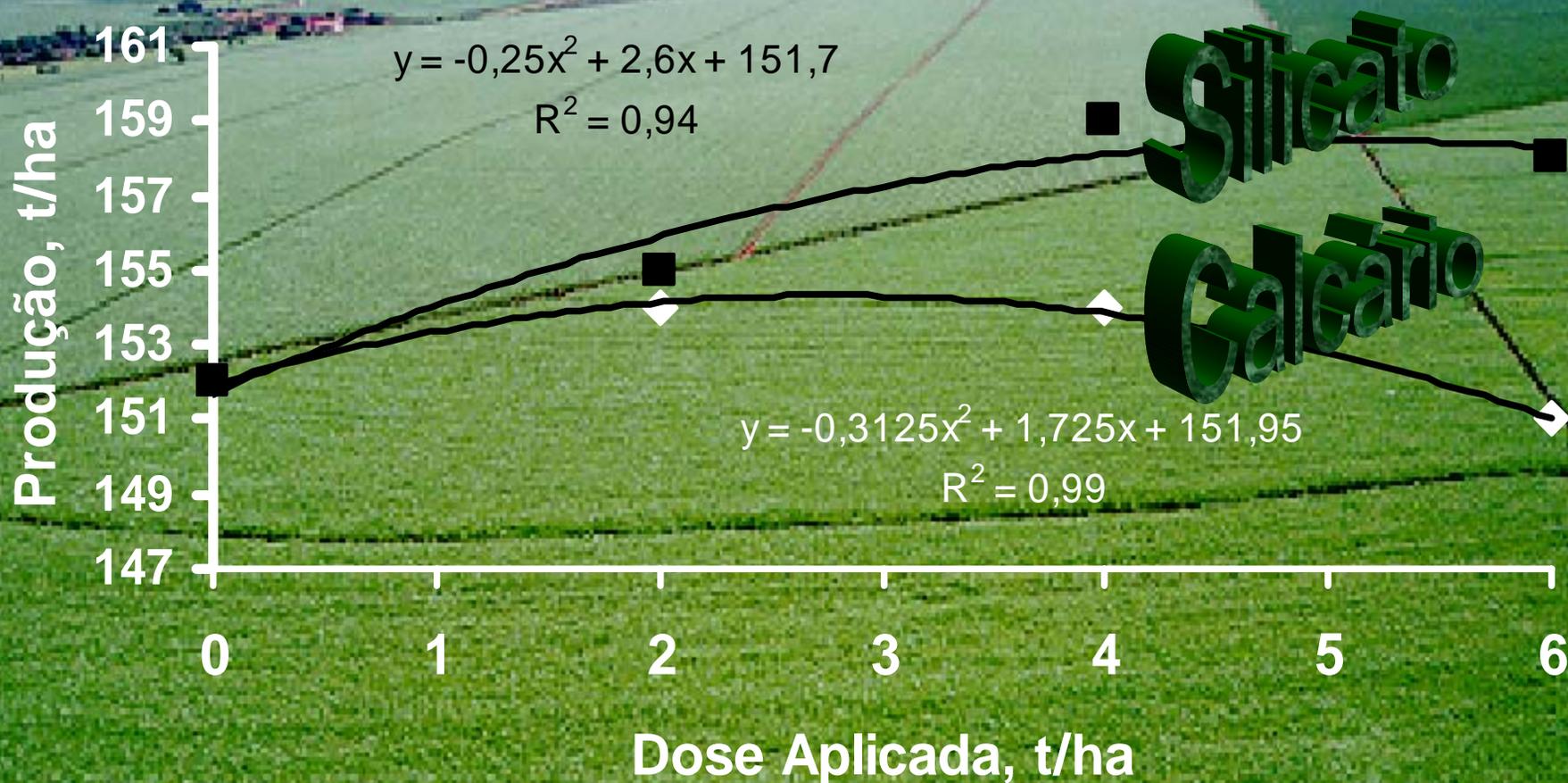


T = testemunha
S1 = 100 kg/ha silicato no sulco
S2 = 200 kg/ha silicato no sulco
S3 = 300 kg/ha silicato no sulco
A1 = 1000 kg/ha silicato área total
A2 = 2000 kg/ha silicato área total
A3 = 3000 kg/ha silicato área total

Produtividade

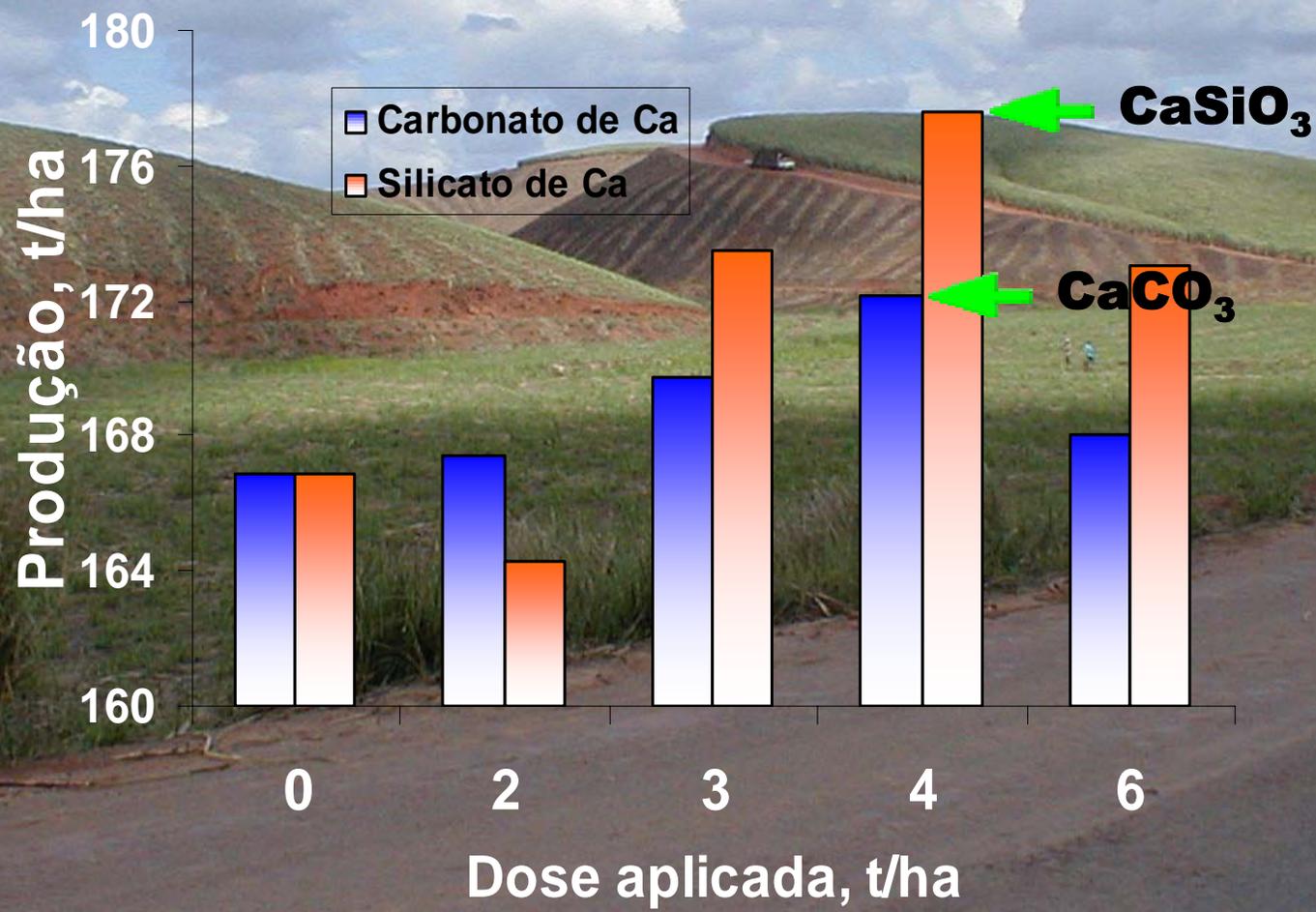
(canal)

Produtividade média de 4 experimentos – Usinas: São Luiz, São Martinho, Catanduva e Santa Adélia (Cana Planta – Safra 2001)



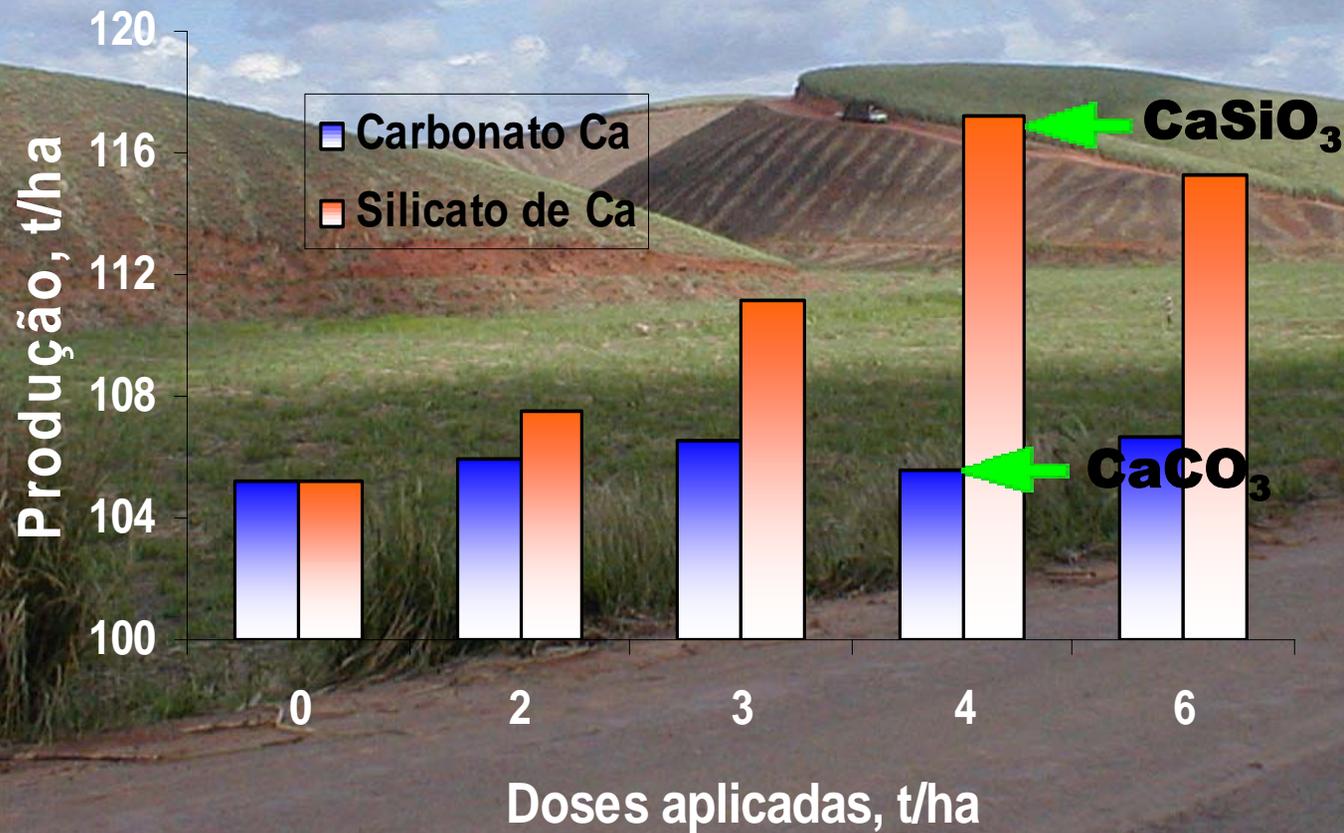
US. CATANDUVA – CANA PLANTA

SAFRA 2001



US. CATANDUVA – CANA SOCA

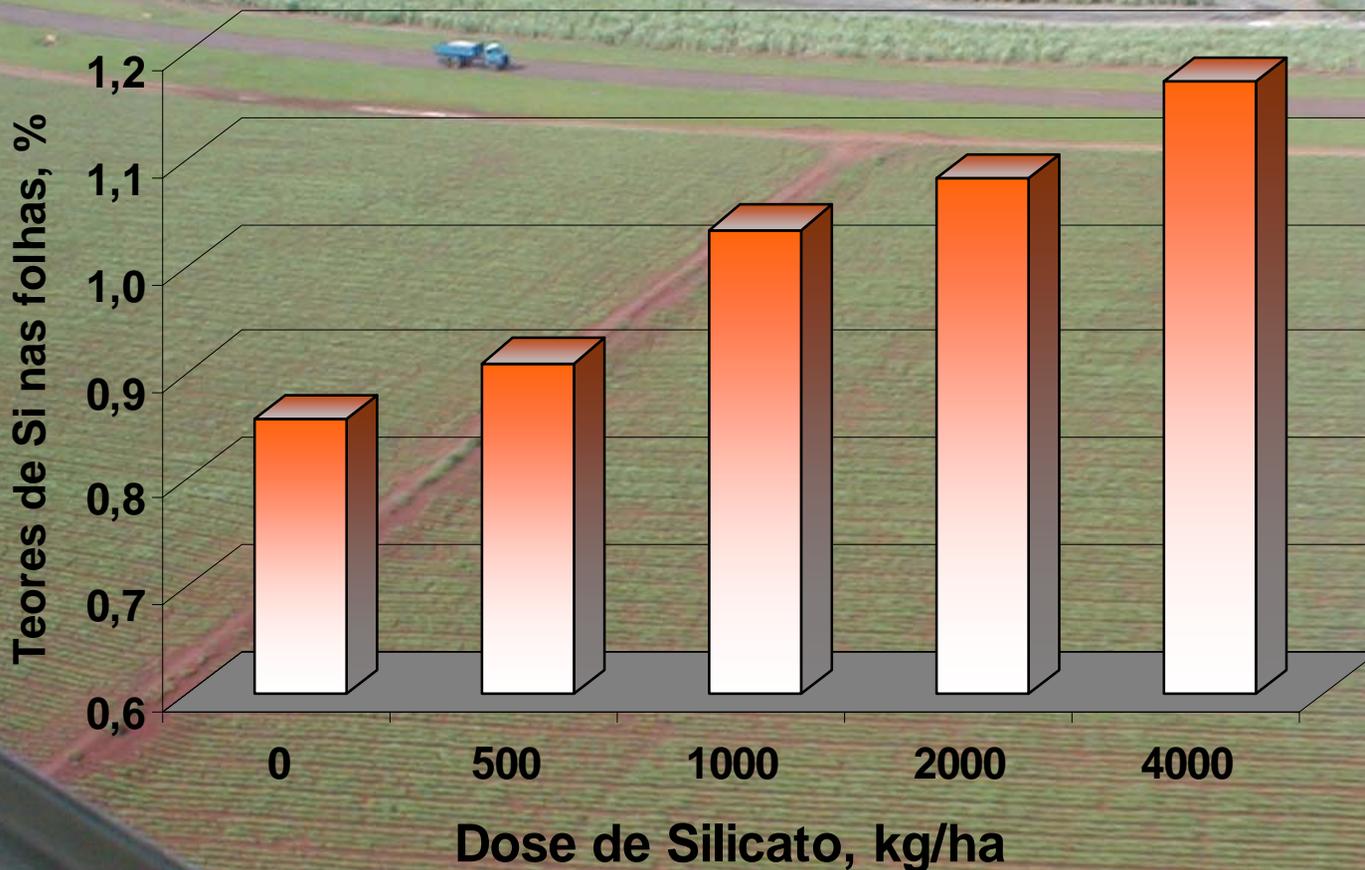
SAFRA 2002 – Var. SP84-1431 (2º Corte)



Teor de Si na Folha

Usina Guaíra – Faz. Sta Cruz

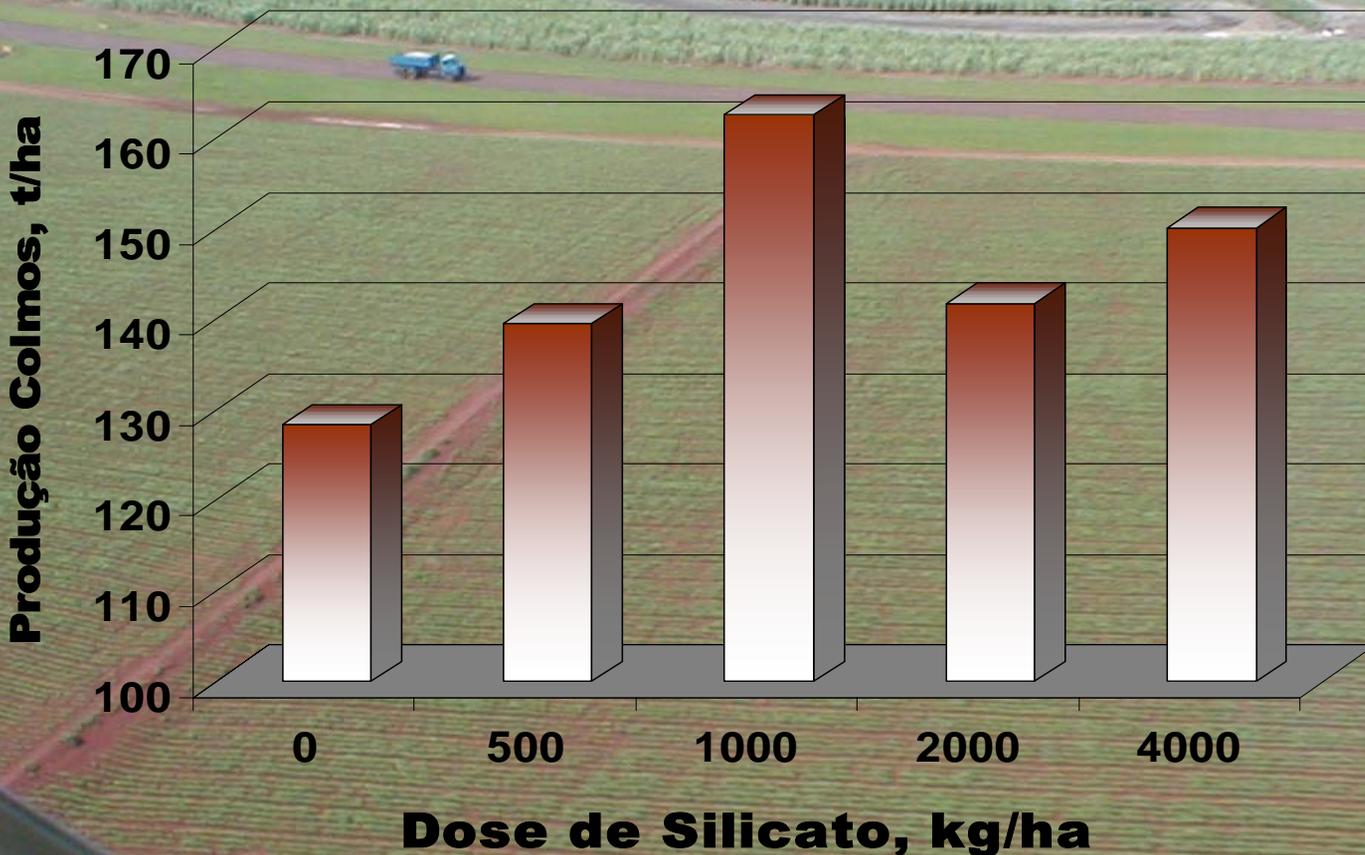
Var.RB80-6043



Produção Cana Planta

Usina Guaíra – Faz. Sta Cruz

Var.RB80-6043

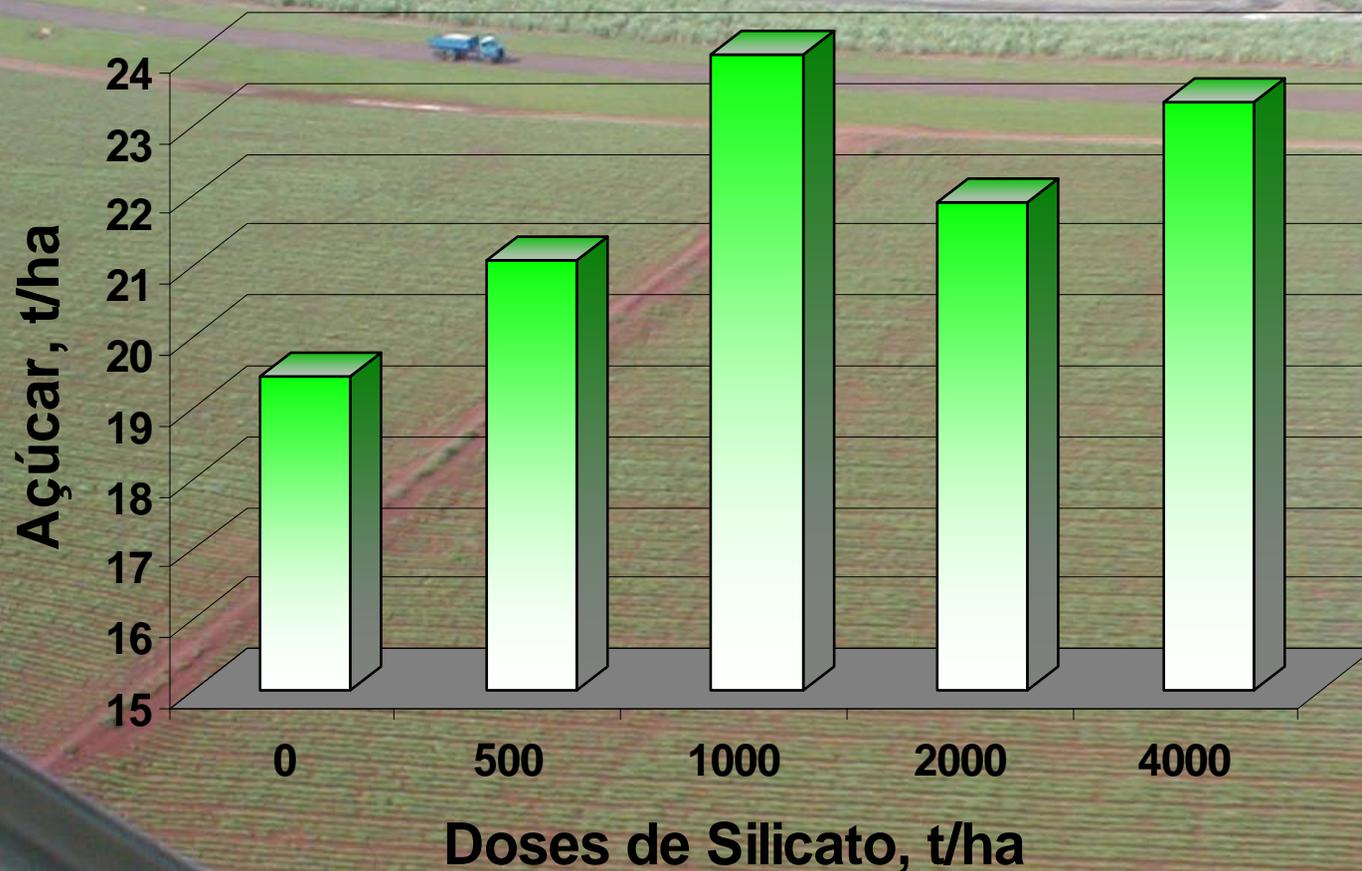


Teor de Si no solo = 23 mg/dm³ (ác.acético)

AÇÚCAR - TPH

Usina Guaíra – Faz. Sta Cruz

Var.RB80-6043





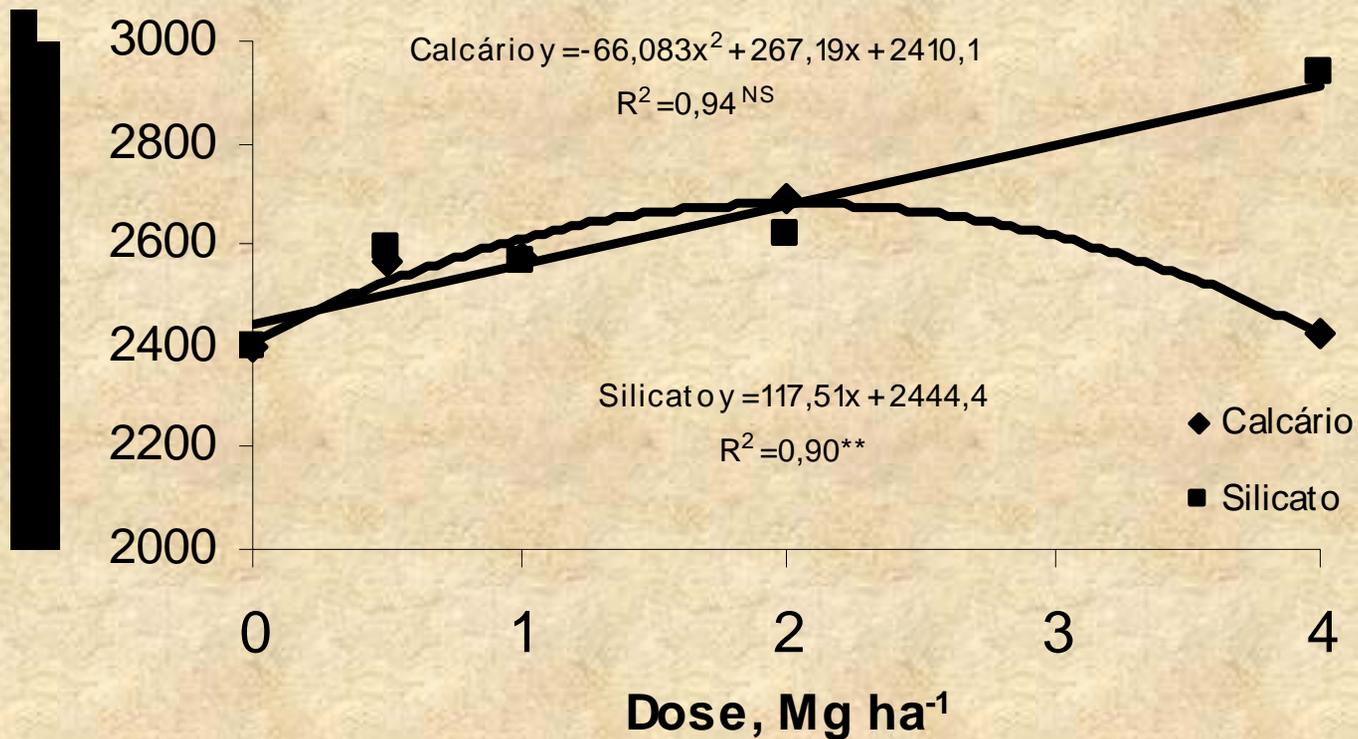
Prováveis **BENEFÍCIOS** do **SILICATO** para a cana-de-açúcar

- a) Fonte de Si, Ca e Mg;
- b) Corretivo de acidez do solo (reduz Al, aumenta eficiência adubo fosfatado, etc.);
- c) Aumenta tolerância ao estresse hídrico (veranicos) e a geada;
- d) Ajuda no controle da ferrugem e outras doenças fungicas;
- e) Melhora a arquitetura da planta (plantas mais eretas = maior eficiência fotossintética)
- f) Reduz a incidência de nematóides;
- e) Reduz a infestação de pragas, principalmente broca (Ex. Eldana, Diatrea e cigarrinha;
- f) Reduz o tombamento (facilita colheita);
- g) Maior facilidade em corrigir a acidez do solo em profundidade em relação ao calcário;
- h) Maior PRODUTIVIDADE

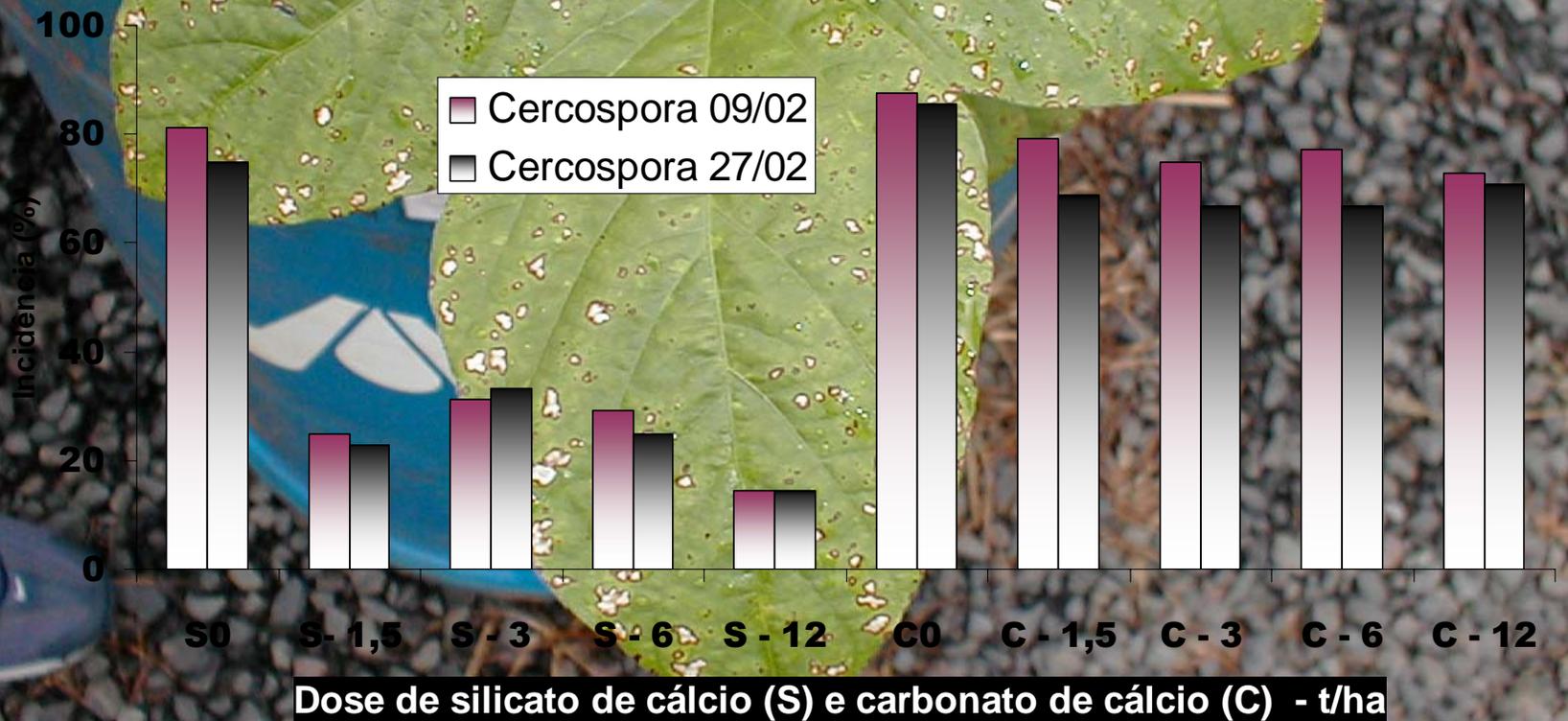


Six Soja

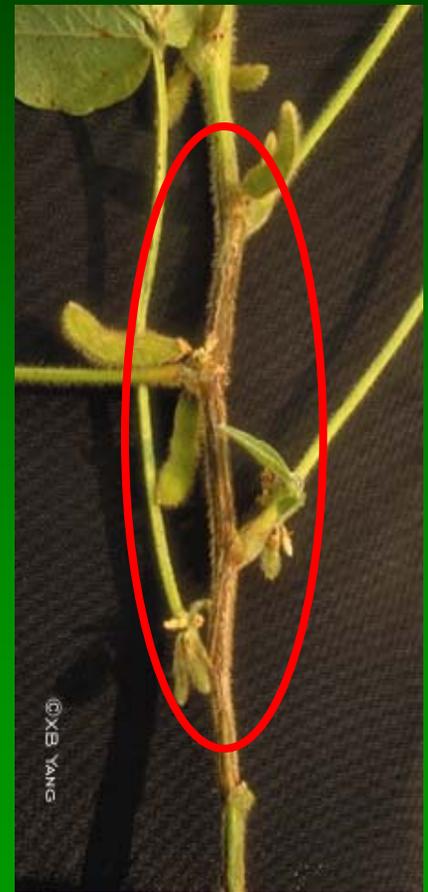
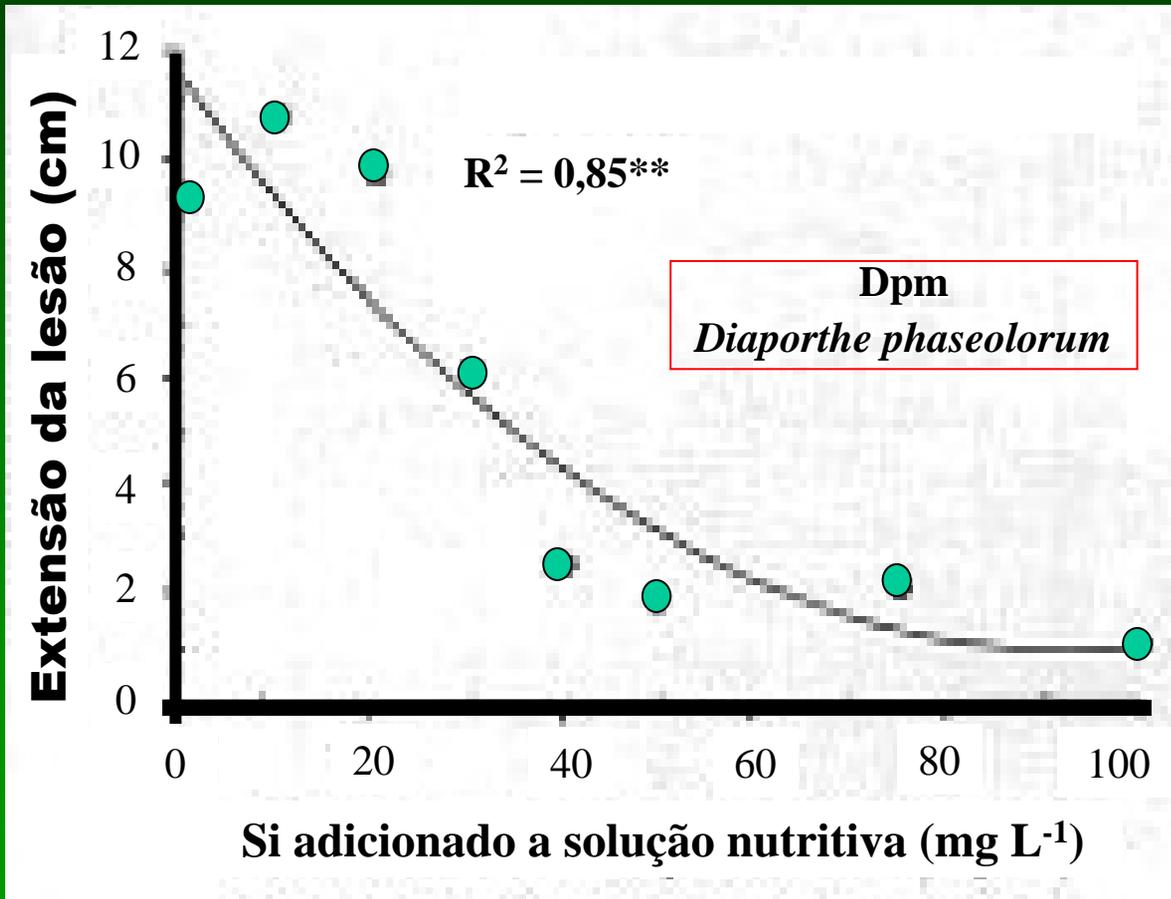
Efeito da aplicação de diferentes doses de calcário e silicato sobre a produção de grãos de soja



Incidência foliar de Cercospora na SOJA (cultivar Vencedora), avaliação em 09 e 27/02/2004.



Efeito do Si sobre a extensão da lesão medular, em plantas de soja (cultivar Garimpo comum – suscetível ao fungo) infectadas com o cancro da haste (*D. phaseolorum*), cultivadas em solução nutritiva, 21 dias após a inoculação

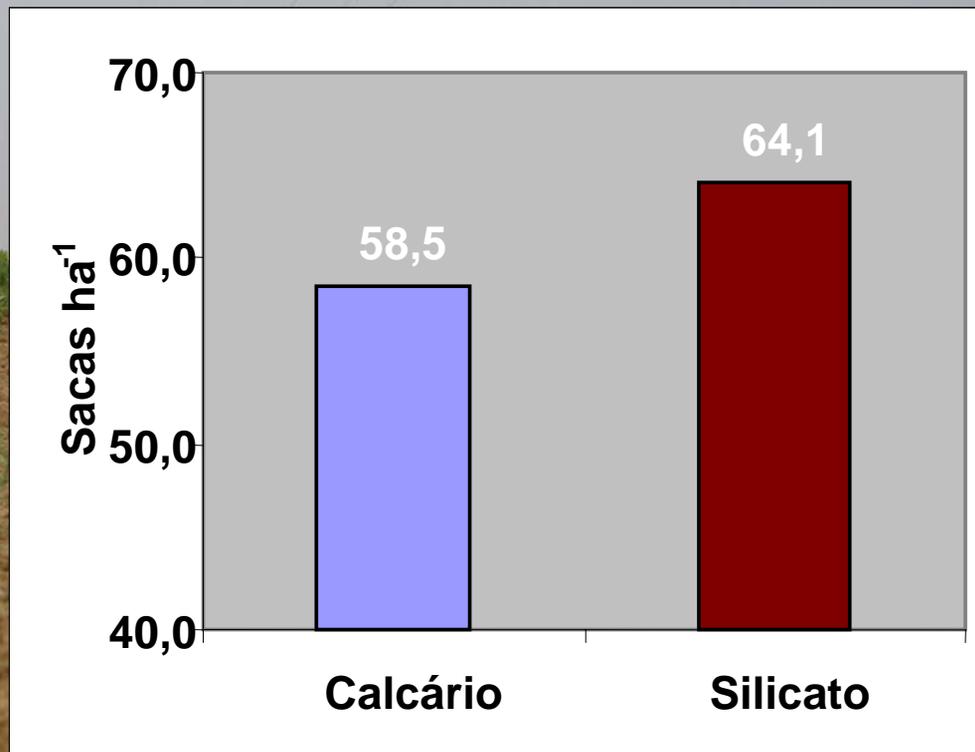


Silicato x Calcário na cultura da SOJA - CAT/Uberlândia

Local experimento: Siriema I
Proprietário: S. A. Eldorado
Município de Uberlândia – MG
Cultura anterior: Milho
Data semeadura: 11/2004
Variedade: MS 8001
Adubação semeadura: 250 kg 02-25-20 ha⁻¹
Colheita: 4/2005

TRATAMENTO	Doses * (kg ha ⁻¹)
Calcário	1.000
Silicato	1.000

* Aplicações em área total, com doses respeitando recomendação para aplicação de calcário pelo método de saturação por bases, recomendada para a cultura do milho no estado de MG.

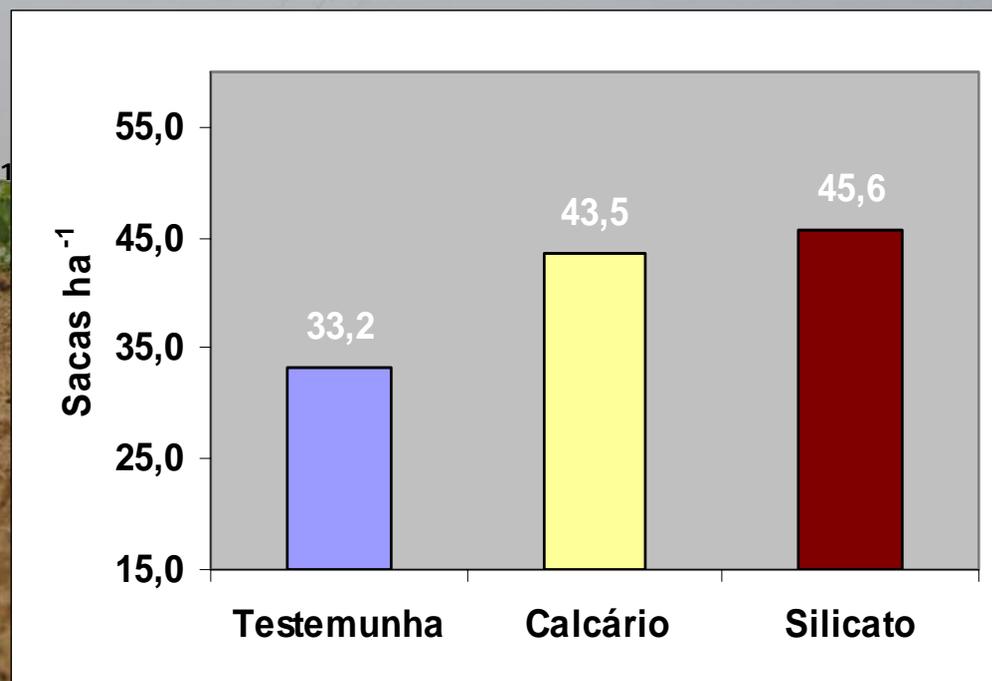


Silicato x Calcário na SOJA em Área de 1º Ano de Cultivo (CAT/Uberlândia)

Proprietário: S. A. Eldorado
Município de Uberlândia – MG
Cultura anterior: Eucalipto
Data semeadura: 11/2004
Variedade: DM 309
Adubação corretiva: 500 kg 00-30-20 ha⁻¹
Semeadura: 275 kg 00-22-20 ha⁻¹
Colheita: 4/2005

TRATAMENTO	Doses * (kg ha⁻¹)
Testemunha	-----
Calcário	4.300
Silicato	4.300

* Aplicações em área total, com doses respeitando recomendação para aplicação de calcário pelo método de saturação por bases, recomendada para a cultura do milho no estado de MG.

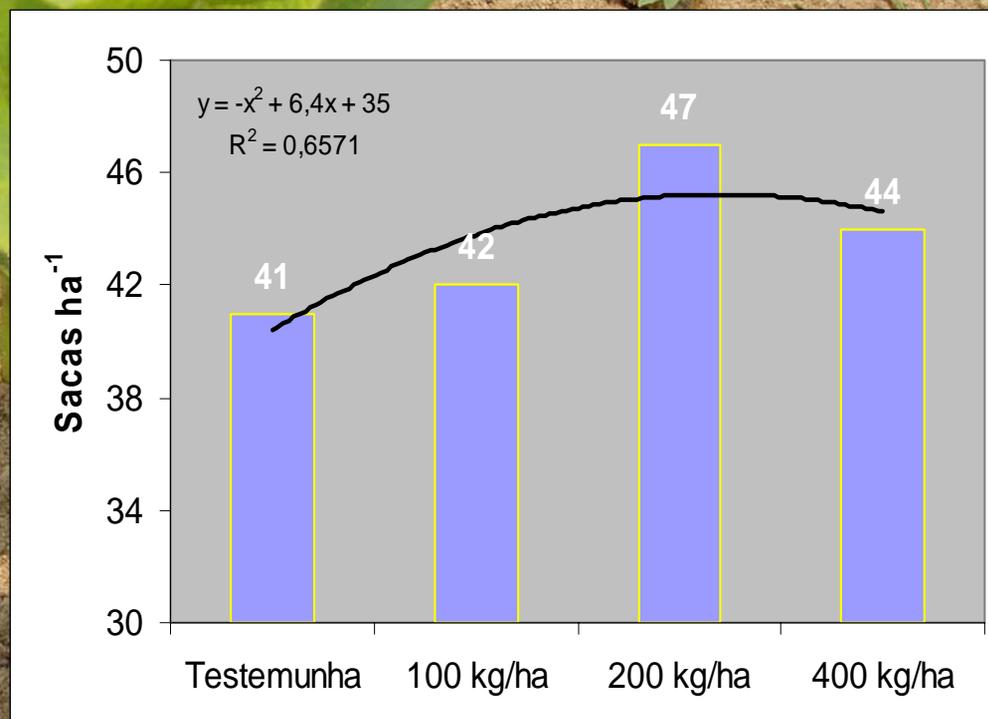


Si - NUTRIENTE na SOJA (Ad. Semeadura) - CAT/Uberlândia

Proprietário: S. A. Eldorado
Município de Uberlândia – MG
Cultura anterior: Milho
Data semeadura: 29/10/2004
Variedade: DM 309
Adubação corretiva: 500 kg 00-30-20 ha⁻¹
Semeadura: 390 Kg 09-18-15 ha⁻¹
Colheita: 4/2005

TRATAMENTO* Silicato ha ⁻¹	FORMA DE APLICAÇÃO*
Testemunha	-----
100	Linha
200	Linha
400	Linha

* Aplicações na linha de semeadura, juntamente com o adubo de plantio, misturados na caixa de fertilizantes da semeadora.



População de cistos de *Heterodera glycines* (raças 1 e 14) após 150 dias da inoculação em solo de vaso cultivado com soja (Conquista) e submetido a diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio. Uberlândia, 2005.

Doses (kg ha ⁻¹ - Silicato de Ca e Mg)		Número de cistos/vaso
0		1674*a**
800		1162 ab
1650		760 b
3300		772 b

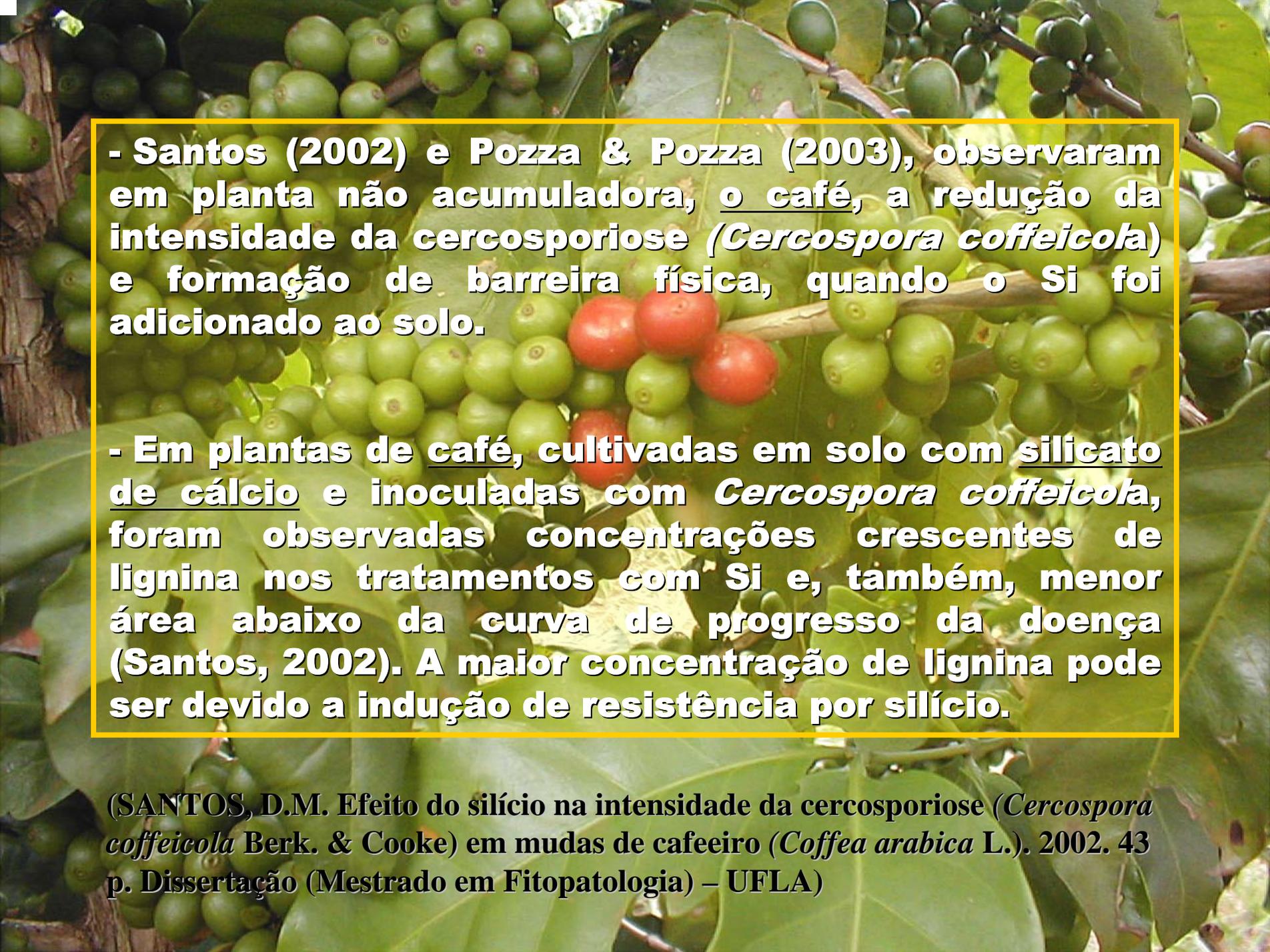
C.V(%) = 3,96

*médias originais. Para análise estatística, os dados foram transformados em log X.

**letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



café



- Santos (2002) e Pozza & Pozza (2003), observaram em planta não acumuladora, o café, a redução da intensidade da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e formação de barreira física, quando o Si foi adicionado ao solo.

- Em plantas de café, cultivadas em solo com silicato de cálcio e inoculadas com *Cercospora coffeicola*, foram observadas concentrações crescentes de lignina nos tratamentos com Si e, também, menor área abaixo da curva de progresso da doença (Santos, 2002). A maior concentração de lignina pode ser devido a indução de resistência por silício.

(SANTOS, D.M. Efeito do silício na intensidade da cercosporiose (*Cercospora coffeicola* Berk. & Cooke) em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2002. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – UFPA)

TABELA 1 - Porcentagem de folhas de café (*Coffea arabica*), lesionadas por *Cercospora coffeicola*, por planta e total de lesões por planta, nas variedades catuaí, mundo novo e icatú, com e sem aplicação de silicato ao substrato para mudas em tubetes

Variedade	<u>Folhas lesionadas</u> por planta (%)			<u>Total de lesões</u> por planta		
	<u>Com</u> silicato	<u>Sem</u> silicato	Média	<u>Com</u> silicato	<u>Sem</u> silicato	Média
Catuaí	16,0 a	25,3.b	20,6B	18,8 a	43,3 b	31,1B
Mundo Novo	22,9 ^{ns}	23,3 ^{ns}	23,1B	24,2 ^{ns}	30,5 ^{ns}	27,4B
Icatú	14,5 ^{ns}	16,0 ^{ns}	15,3A	13,3 ^{ns}	21,8 ^{ns}	19,1A

^{ns}não significativo. Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna não diferem entre si (Tukey, 5%).

-63%

-43%

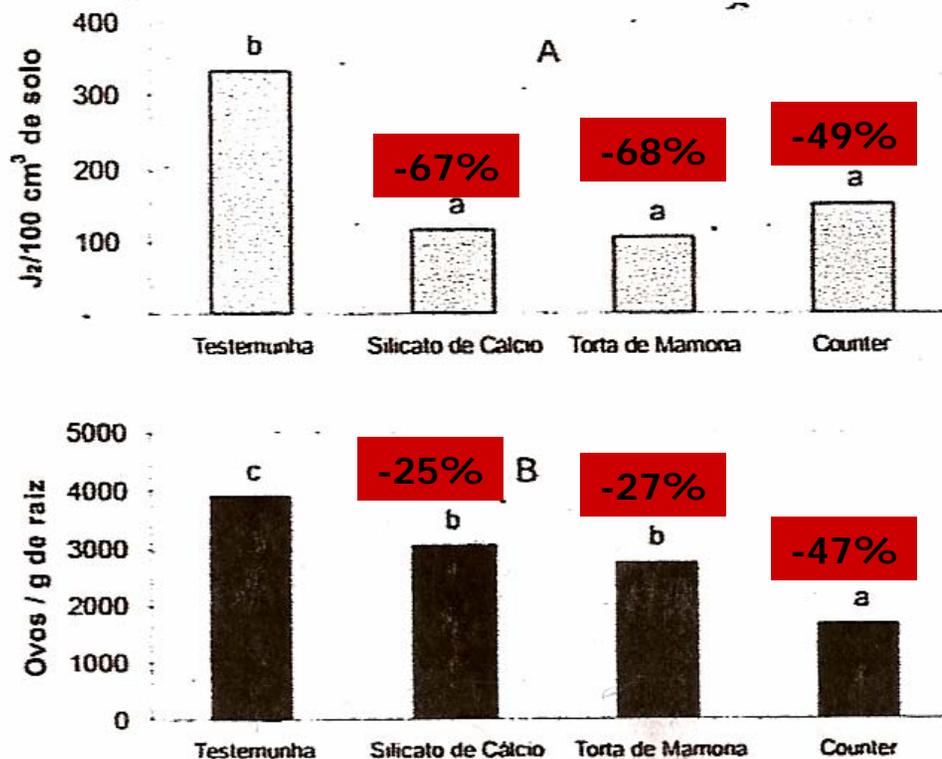
Controle do Nematóide *Meloidogne exigua* em Cafeeiros com Produtos Alternativos no Município de Varginha-MG

Local ensaio: Fazenda Experimental
Município de Varginha – MG, Procafé
Cultivar: Mundo Novo Acaiá com 14 anos de idade, altamente infestada pelo nematóide.
Delineamento em blocos ao acaso com 4 rep., com parcelas de 5 plantas.

<i>Tratamentos</i>	<i>J₂/100cm³ de solo</i>	<i>Ovos / g de raiz</i>
<i>Testemunha</i>	330	4.000
<i>Counter GR – 50 Kg/ha</i>	170	2.100
<i>Silicato de Ca e Mg – 1.000 kg/ha</i>	110	3.000
<i>Torta de Mamona – 1.000 kg/ha</i>	109	2.900

Controle do Nematóide *Meloidogne exigua* em Cafeeiros com Produtos Alternativos no Município de Varginha-MG

Figura 1. Efeito da aplicação de silicato de cálcio e torta de mamona em aplicação conjunta ou não com o nematicida Counter no (A) número de juvenis do segundo estágio (J_2) e no (B) número de ovos de *M. exigua* em cafeeiros de 14 anos, Varginha, MG.



Letras iguais indicam que os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott (1974) com 5% de probabilidade.

Controle do Nematóide *Meloidogyne Exigua* com Silicato de Cálcio.

Resultados e Conclusões

O silicato de cálcio reduziu ($P \leq 0,5$) em mais de 50% o número de galhas de *M. exigua* por sistema radicular do cafeeiro. Também a reprodução expressa em número de ovos por sistema radicular ou por grama de raiz foi significativamente reduzida pelo silicato (tabela I). A inoculação de *M. exigua*, a aplicação do silício ou ambos, não afetaram significativamente o peso fresco de raiz, peso fresco parte da aérea e a altura das mudas (tabela I).

Tabela 1. Efeito do silicato de cálcio no crescimento do cafeeiro, na formação de galhas e na reprodução de *Meloidogyne exigua*, a partir da inoculação com juvenis do segundo estágio (J_2).

Tratamentos	Número de ovos / sistema radicular (CV=20.97)	Número de ovos / g de raiz (CV=19.51)	Peso fresco do sistema radicular (N.S.)	Número de galhas / sistema radicular (CV=16.17)	Peso seco da parte aérea (N.S.)	Altura das plantas (N.S.)
Testemunha	0.0 a	0.0 a	5.25 a	0.0 a	6.25 a	20.25 a
Silicato de cálcio	- 41% 0.0 a	0.0 a	- 24% 5.75 a	0.0 a	- 62% 7.00 a	20.5 a
Nematóide	105 c	17 c	6.25 a	60 c	7.25 a	21 a
Nematóide+ Silicato de cálcio	62 b	13 b	5.45 a	23 b	6.75 a	20 a

CV= coeficiente de variação, N.S.= sem diferença significativa letras iguais em coluna indica que o tratamento não difere entre si com 5% de probabilidade segundo o teste de Scott & Knott (1974).

The image features a close-up of several brown, speckled beans scattered on a dark, textured surface. Overlaid on the beans is the text "Six Feijão" in a large, bold, 3D font. The letters are a vibrant yellow-orange color with a gradient and a shadow effect, making them stand out prominently against the background of the beans.

Six Feijão

Silício no controle de *Rhizoctonia solani* do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) sob temperatura de 20°C

Tabela 1 - Índice médio de infecção (IMI) por *Rhizoctonia solani* Kuhn em feijoeiro.

Tratamento	IMI
T-1: semente com silício, substrato com silício e inóculo.	12,790 b
T-2: semente com silício, substrato sem silício e inóculo	23,825 c
T-3: semente sem silício, substrato com silício e inóculo	16,402 b
T-4: semente sem silício, substrato sem silício e inóculo.	22,850 c
T-5: semente tratada, substrato sem silício e inóculo.	0 a

Os dados seguidos pela mesma letra, não diferem entre si por Tukey(5%). CV(%)=34.31

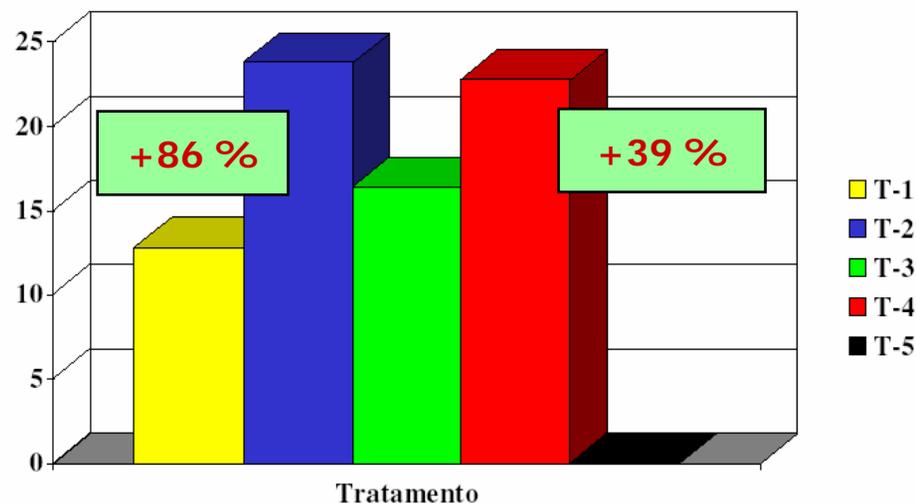


Figura 1 - Percentual médio de infecção por *Rhizoctônia solani* Khun em feijoeiro em função do efeito dos tratamentos.

Fonte: Dutra, et. al. (2003) UFLA

Si no controle de nematóides em FEIJOEIRO

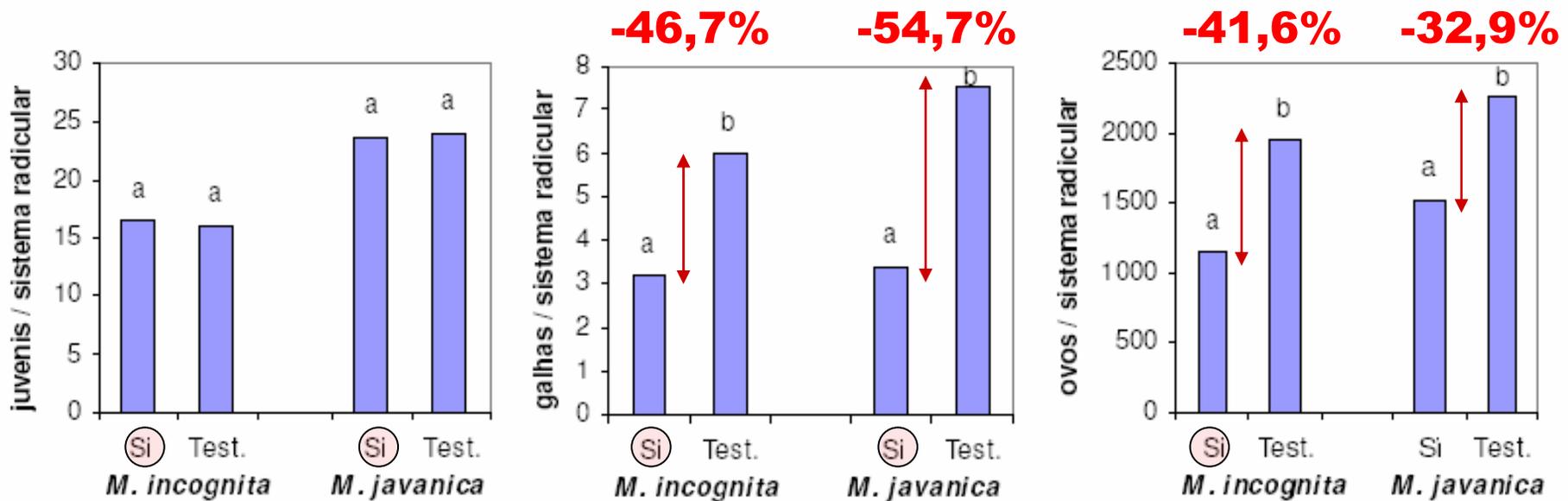


Figura 1. Número de juvenis por sistema radicular de feijoeiros 7 dias após a inoculação.

Figura 2. Número de galhas por sistema radicular de feijoeiros 30 dias após a inoculação.

Figura 3. Número de ovos por sistema radicular de feijoeiros 30 dias após a inoculação.

SIX MILHO

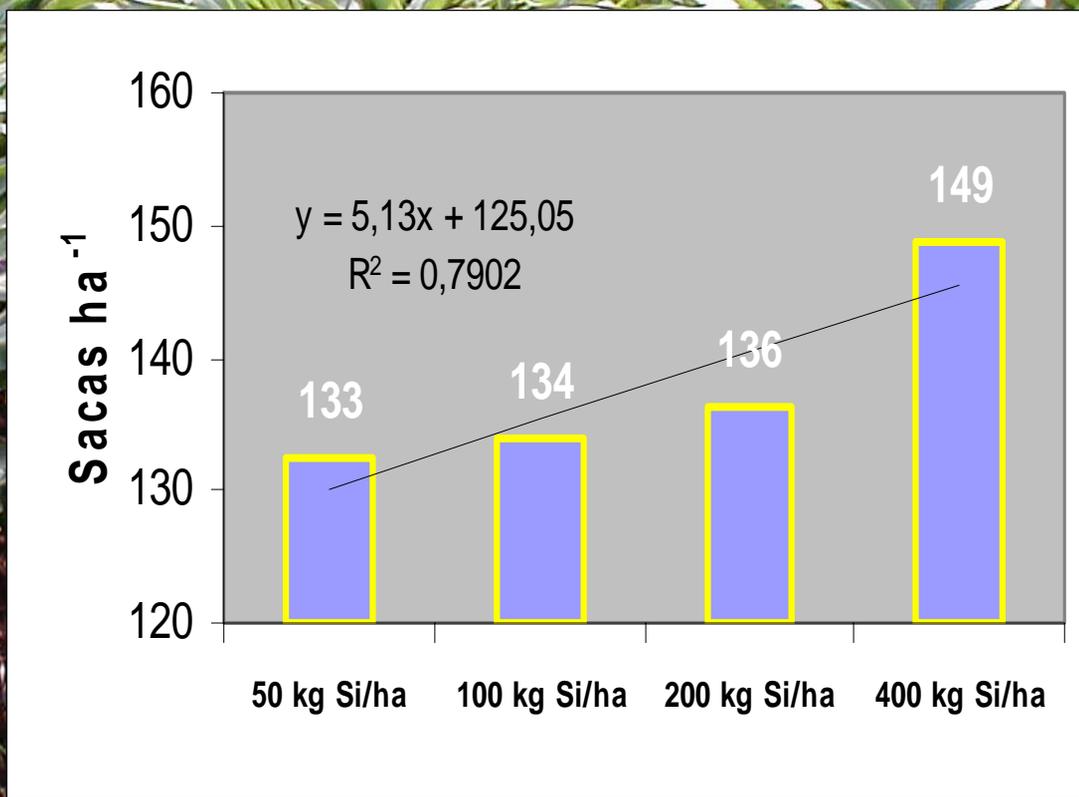
Espiga verde

Foto: Milan

Si - NUTRIENTE no MILHO (Semeadura) - CAT/Uberlândia

Proprietário: S. A. Eldorado
Município de Uberlândia - MG
Cultura anterior: Soja
Data de semeadura: 8/11/2004
Híbrido: 30K75
Adubação: 395 kg 09-18-15 ha⁻¹
Cobertura: 450 kg 18-00-12 ha⁻¹
Colheita: 4/2005

TRATAMENTO* Silicato ha ⁻¹	FORMA DE APLICAÇÃO*
Testemunha	-----
50	Linha
100	Linha
200	Linha
400	Linha

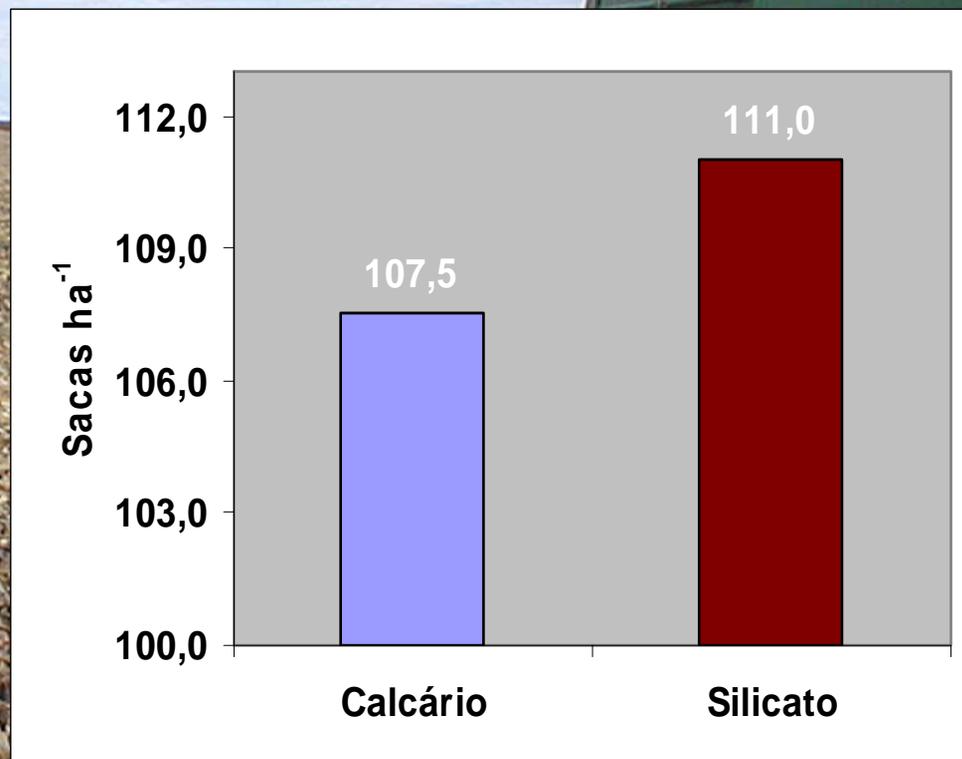


* Aplicações na linha de semeadura, juntamente com o adubo de plantio, misturados na caixa de fertilizantes da semeadora.

Silicato x Calcário no MILHO CAT/Uberlândia

Proprietário: S. A. Eldorado
Município de Uberlândia – MG
Cultura anterior: Soja
Data semeadura: 11/2004
Híbrido: Pointer
Adubação semeadura: 390 kg 09-18-15 ha⁻¹
Gobertura: 450 kg 18-00-12 ha⁻¹
Colheita: 4/2005

TRATAMENTO	Doses * (kg ha ⁻¹)
Calcário	1.000
Silicato	1.000



* Aplicações em área total, com doses respeitando recomendação para aplicação de calcário pelo método de saturação por bases, recomendada para a cultura do milho no estado de MG.

Silicato de Ca e Mg no MILHO CAT/Uberlândia

Local experimento: Faz. Vale Verde
 Proprietário: Antônio Carlos de Oliveira
 Município de Uberlândia – MG, Martinésia
 Cultura anterior : Pastagem degradada
 Data semeadura: 12/12/2003
 Híbrido: Dekalb747
 Adubação plantio: 08 28 16 420 Kg/ha
 Cobertura: 180 kg 30 00 20
 Colheita: 4/4/2004

TRATAMENTO	Silicato	Calcário
$Kg\ ha^{-1}$	2000	0
2	1500	500
3	1000	1000
4	500	1500
5	0	2000
6	0	0

Tratamento	Produção em sc/ha	Varição em sc / ha	Teste de Tukey a 5%
2000 Si + 0 Ca	94.08	30,56	a
1500 Si + 500 Ca	91.47	27,95	a
0 Si + 2000 Ca	83.56	20,04	ab
1000 Si + 1000 Ca	72.05	8,53	ab
500 Si + 1500 Ca	71.77	8,25	ab
0 Si + 0 Ca	63.52	-	b



SI-LEGISLAÇÃO/BR





Presidência da República

Casa Civil

Subchefia para Assuntos Jurídicos

DECRETO Nº 4.954, DE 14 DE JANEIRO DE 2004.

XIV - nutriente: elemento essencial ou benéfico para o crescimento e produção dos vegetais, assim subdividido:

a) **macronutrientes primários:**

b) **macronutrientes secundários:**

c) **micronutrientes:** Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe),

Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn), Cobalto (Co), **Silício**

(Si) e outros elementos que a pesquisa científica vier a definir, expressos nas suas formas elementares;



<u>NUTRIENTE</u>	TEOR MÍNIMO (%)	
	Prod. Sólido (1) Teor total	Produto Fluido Solúvel em H₂O
Boro (B)	0,03	0,01
Cloro (Cl)	0,1	0,1
Cobalto (Co)	0,005	0,005
Cobre (Cu)	0,05	0,05
Ferro (Fe)	0,2	0,1
Manganês (Mn)	0,05	0,05
Molibdênio (Mo)	0,005	0,005
Silício (Si)	1,0	0,5
Zinco (Zn)	0,1	0,05

Para as misturas sólidas ou fluidas de macronutrientes primários e/ou secundários contendo micronutrientes para aplicação no solo, diretamente ou via fertirrigação, as garantias mínimas não poderão ser inferiores a:

(1) - Poderá ser declarado também o teor solúvel em água, se a solubilidade atingir pelo menos 25% do teor total.





MICRONUTRIENTE	Teor Mínimo (%)	
	Sólido Solúvel em H ₂ O	Fluido Solúvel em H ₂ O
Boro (B)	0,02	0,01
Cloro (Cl)	0,1	0,1
Cobre (Cu)	0,05	0,05
Ferro (Fe)	0,1	0,02
Manganês (Mn)	0,1	0,02
Molibdênio (Mo)	0,02	0,005
Silício (Si)	0,5	0,05
Cobalto	0,005	0,005
Zinco (Zn)	0,1	0,1

Teor mínimo de micronutrientes (% em peso) para as misturas sólidas ou fluídas de fertilizantes de nutrientes primários e/ou secundários com micronutrientes para aspersão foliar

<u>NUTRIENTES</u>	TEOR TOTAL MÍNIMO (%)
Boro (B)	1
Cloro (Cl)	0,1
Cobalto (Co)	0,01
Cobre (Cu)	0,5
Ferro (Fe)	0,5
Manganês (Mn)	1
Molibdênio (Mo)	0,1
Silício (Si)	5
Zinco (Zn)	1

Para as misturas exclusivamente de fertilizantes de micronutrientes para aplicação no solo.

- 1) quando essas misturas contiverem 2 micronutrientes, a soma de seus teores deverá ser igual ou superior a 4%;
- 2) quando contiverem mais de 2 micronutrientes, a soma de seus teores deverá ser igual ou superior a 7%.



FERTILIZANTE: Silicatos de Cu, Fe, Mn, Zn, Mo, Co e B (fritas)

GARANTIA MÍNIMA: Cu = 1%; Mn = 2%; Fe = 2%; Zn = 3%; Mo = 0,1%; Co = 0,1%; B = 1%; **Si = 5%**;

CARACTERÍSTICAS: Teor total

OBTENÇÃO: Fusão da sílica com fonte de diversos micronutrientes

OBSERVAÇÃO: Deve conter no mínimo silício mais 1 micronutriente.

FERTILIZANTE: Escória silicatada

GARANTIA MÍNIMA: **Si = 10%**; Ca = 10%;

CARACTERÍSTICAS: Silício total na forma de silicato. Natureza física: Pó

OBTENÇÃO: Tratamento térmico a no mínimo 1000 °C de compostos silicatados gerados no processo de produção de aços inoxidáveis

OBSERVAÇÃO: Apresenta também características de corretivo de acidez



FERTILIZANTE: Silicato de Cálcio

GARANTIA MÍNIMA: Si = 20%; Ca = 29%;

CARACTERÍSTICAS: Silício total na forma de silicato

OBTENÇÃO: 1) a partir do beneficiamento do silicato de Ca natural ou produção de P elementar; 2) a partir do tratamento térmico a no mínimo 1000 °C de compostos silicatados com compostos calcínicos

OBSERVAÇÃO:

FERTILIZANTE: Silicato de Cálcio e Magnésio

GARANTIA MÍNIMA: Si = 10%; Ca = 7%; Mg = 1,8%

CARACTERÍSTICAS: Silício total na forma de silicato;

OBTENÇÃO: 1) Tratamento térmico a no mínimo 1000 °C de compostos silicatados com compostos magnesianos e dolomíticos; 2) A partir do tratamento e moagem de escórias silicatadas geradas no processo de produção de aços inoxidáveis;

OBSERVAÇÃO: Apresenta também características de corretivo de acidez;



FERTILIZANTE: Solução de Silicato de Potássio

GARANTIA MÍNIMA: Si = 10%; K₂O = 15%;

CARACTERÍSTICAS: Silício solúvel em água

OBTENÇÃO: Reação de minerais silicatados com hidróxido de potássio

OBSERVAÇÃO:





Si-Aplicação



Us. GUAÍRA/SP

2002



Gesso



Silicato





GUAÍRA SUGAR-MILL 2002



Mistura = Silicato + Gesso

INFORMAÇÃO IMPORTANTE

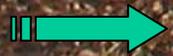


GUAÍRA SUGAR-MILL

(AGO - 2002)



Silicato



Silicato + Gesso Agrícola



Silicato + Calcário



IMPLEMENTO UTILIZADO (Nevoeiro) – Us.GUAÍRA (2003)



Aplicação

GPS



Computador



Controlador de vazão



**Menos
SILICATO**

**Mais
SILICATO**

Implemento



Us. GUAÍRA/SP

(AGO - 2002)



Distribuição uniforme (melhor do que o calcário isoladamente);



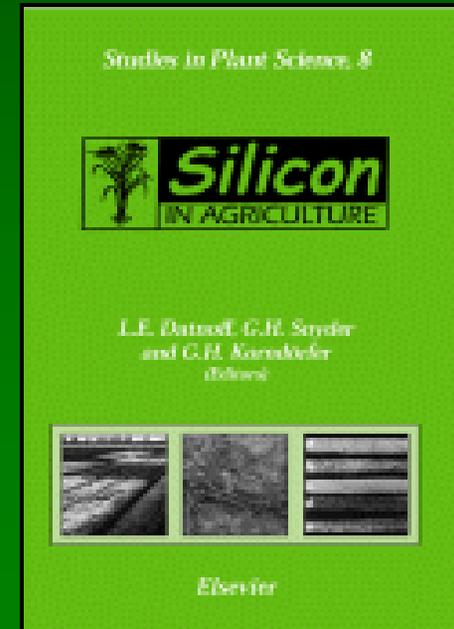
Mistura bem com o gesso (CaSO_4);

INFORMAÇÃO IMPORTANTE



Endereços na Internet

- **Aubos & Adubaço:** www.dpv24.iciag.ufu.br/
- **Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura”:**
www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/silicio.htm
- **Livro - Silício na Agricultura:**
Número páginas: 424pg.; Preço: US\$159
Endereço:
www.elsevier.com/inca/publications/store/6/2/1/9/6/3
- **{ghk53@terra.com.br}**





Agradecimentos



APOIO FINANCEIRO

