



Seminário STAB-Fenasucro Agroindustrial



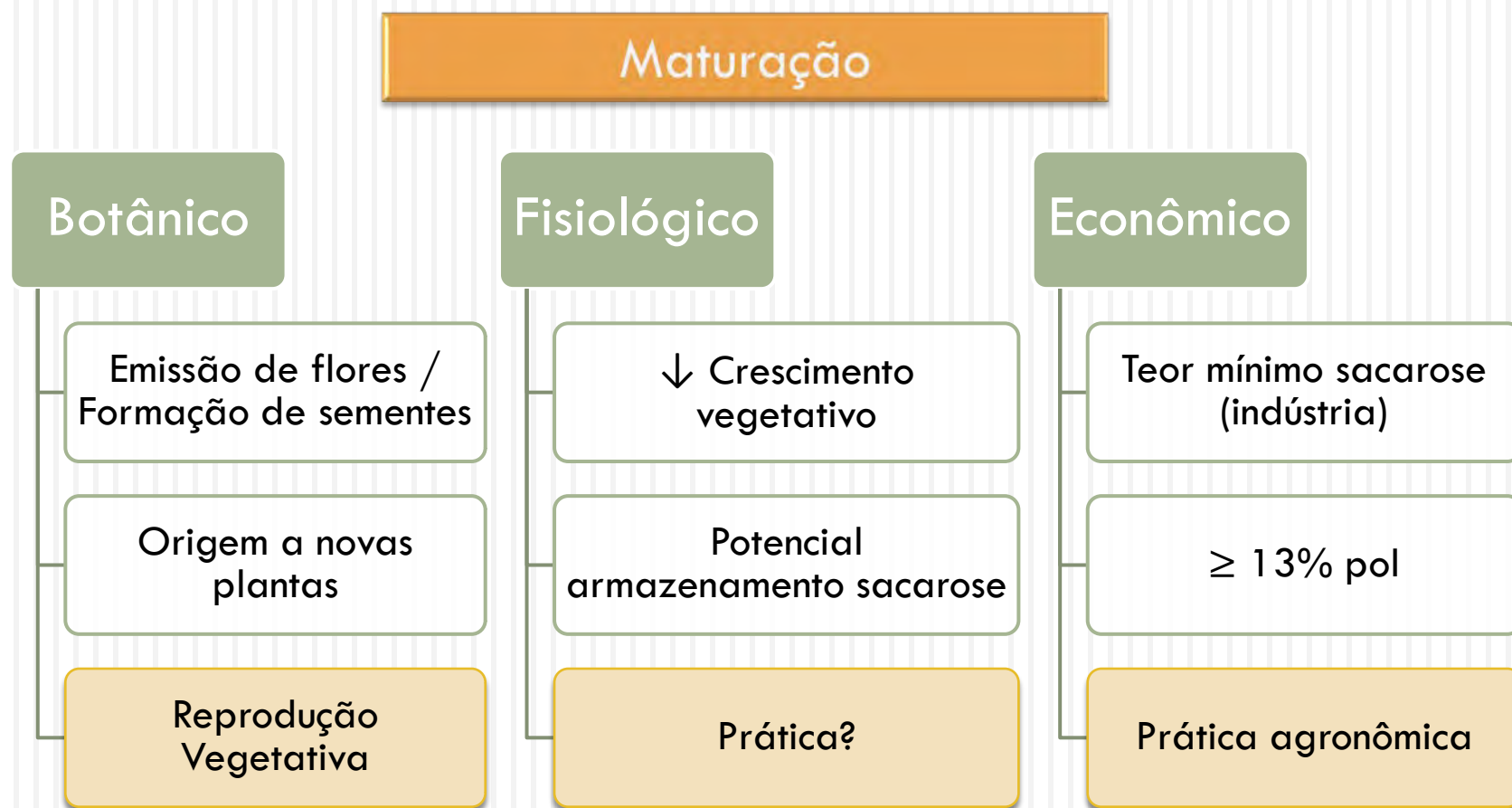
MATURADORES EM CANA-DE-AÇÚCAR

Efeitos de Misturas de Produtos

Agenda

- Introdução
- Maturação da cana-de-açúcar
- Maturadores
 - ▣ Mistura de maturadores
 - ▣ Maturadores + Boro
 - ▣ Maturadores + Silício
- Considerações Finais

Introdução



Introdução

Ciclo da Cana-de-Açúcar

Condições de Crescimento

- Temperatura ↑
- Umidade ↑
- Nutrição ⇌

Condições de Maturação

- Temperatura ↓
- Umidade ↓
- estresse

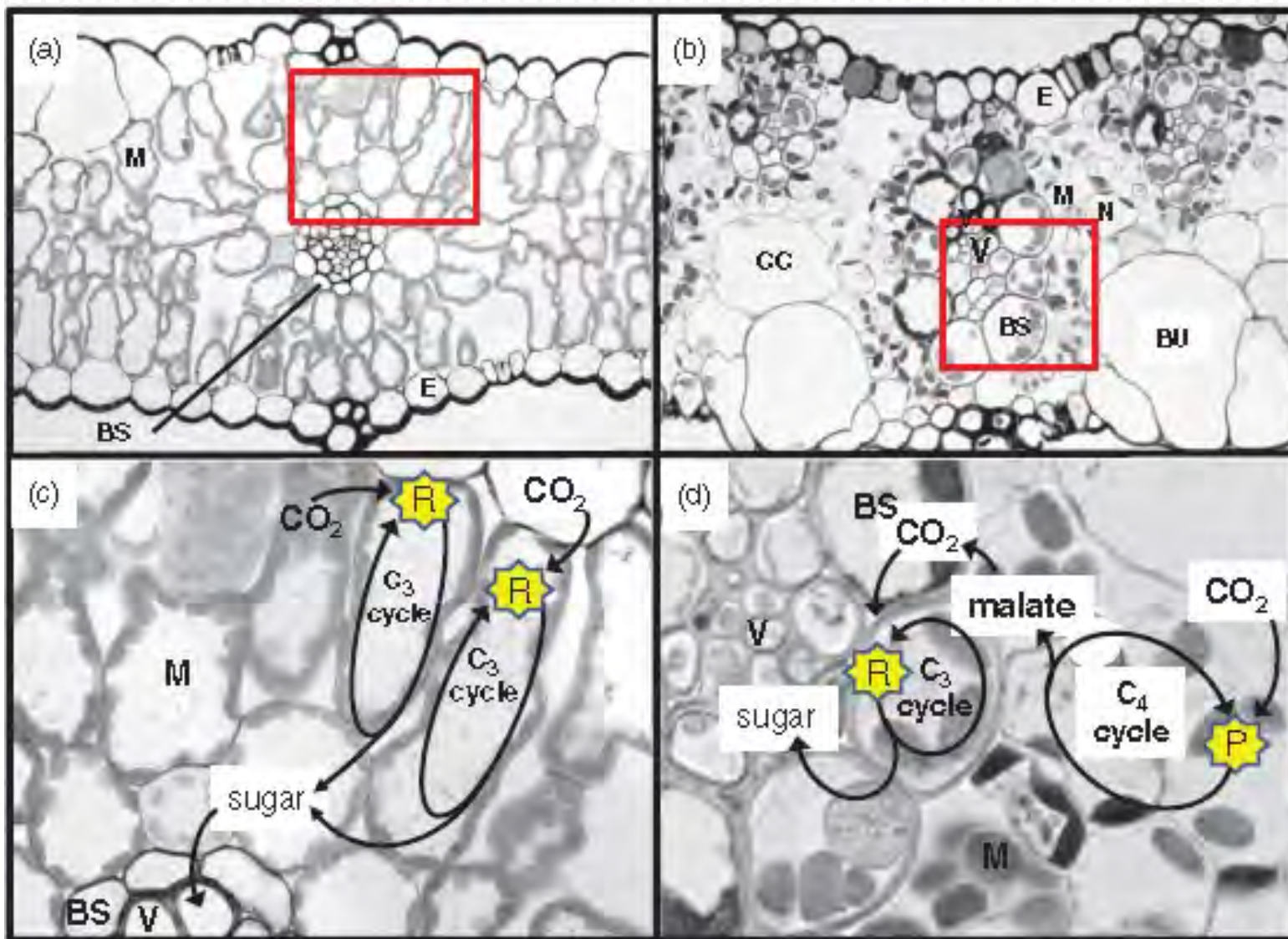
Plantio ou Soca

Colheita

Fotoassimilados direcionados ao crescimento (Biomassa)

Fotoassimilados direcionados ao acúmulo de sacarose

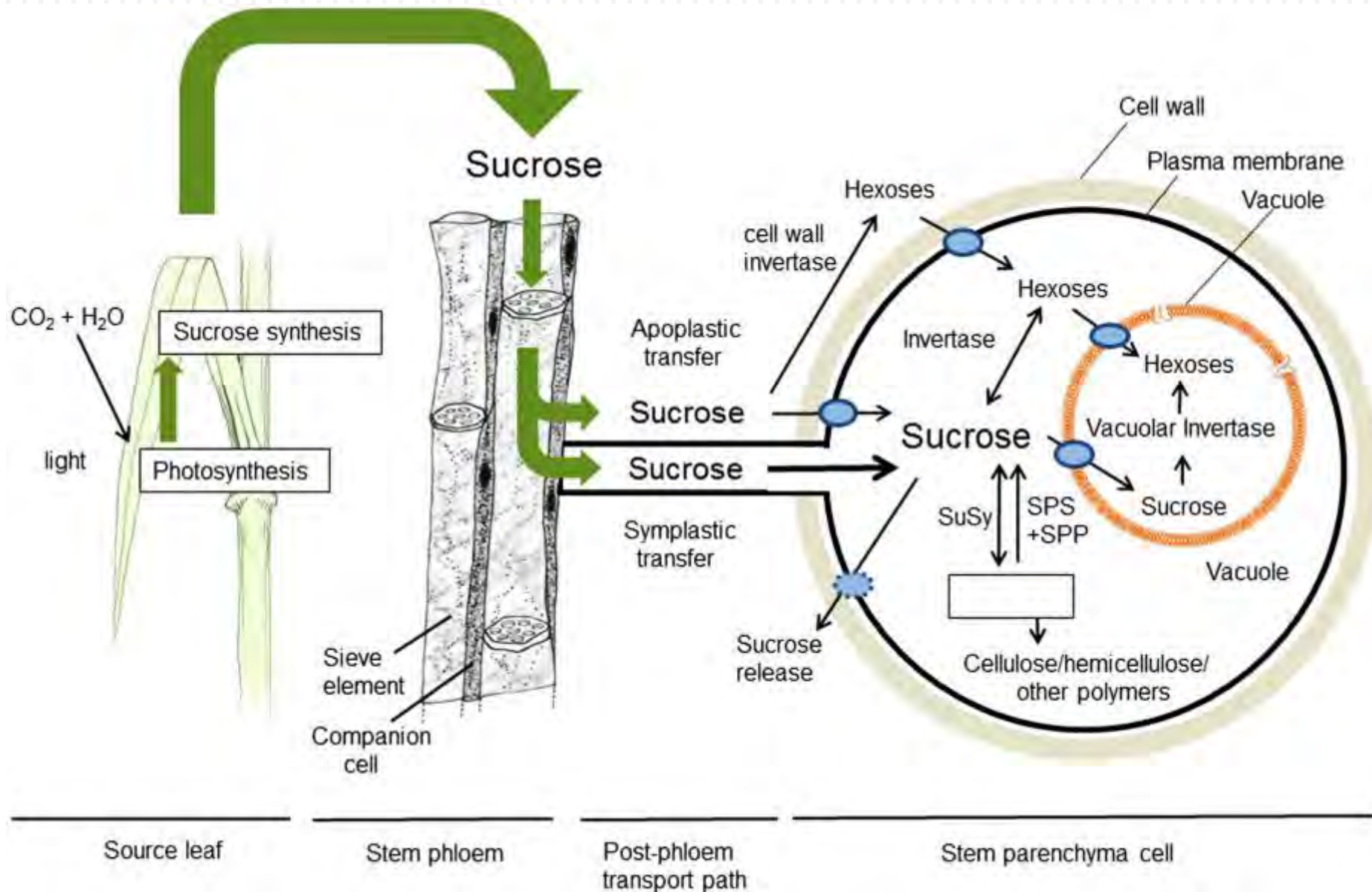
Estrutura anatômica da folha de aveia (a e c) e da cana-de-açúcar (b e d) – ampliação do tecido fotossintético



Aveia

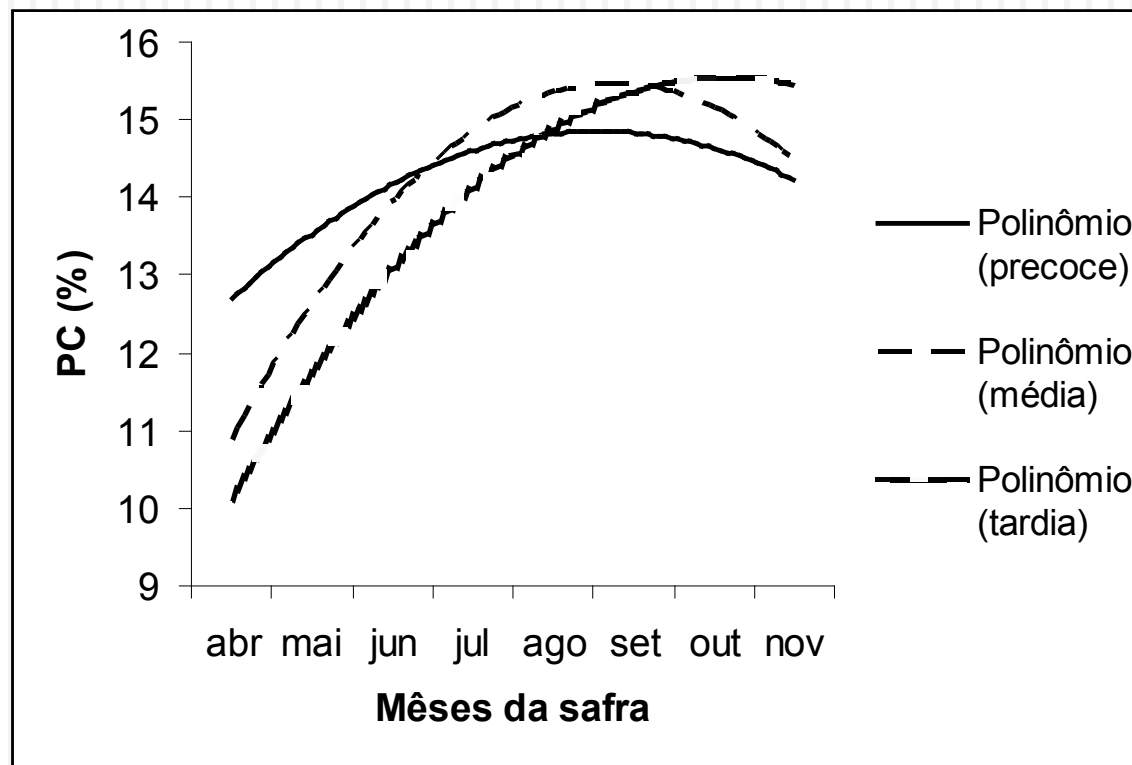
Cana de açúcar

Transporte de sacarose



Acúmulo de sacarose

- ▶ É a etapa final do processo de biossíntese, translocação, acúmulo e armazenamento dos fotoassimilados produzidos no processo fotossintético.



Exemplos de curvas de maturação de variedades precoces, médias e tardias.

Maturação Fisiológica da Cana

O processo de maturação fisiológica na cana-de-açúcar consiste em frear a taxa de desenvolvimento vegetativo sem afetar o processo fotossintético de maneira que haja saldo de produtos fotossintetizados os quais serão transformados em sacarose para armazenamento nos tecidos.

Fatores que afetam a maturação

- Variedade
- Luminosidade
- Temperatura
- Umidade
- **Nutrientes**
- **Maturadores**



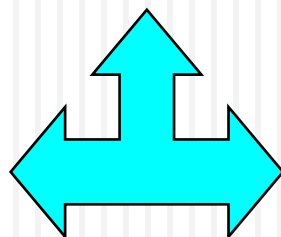
Maturação

- Região sudeste do Brasil

Abril / maio
Clímax agosto

Temperatura
Precipitação

Deficiente ???



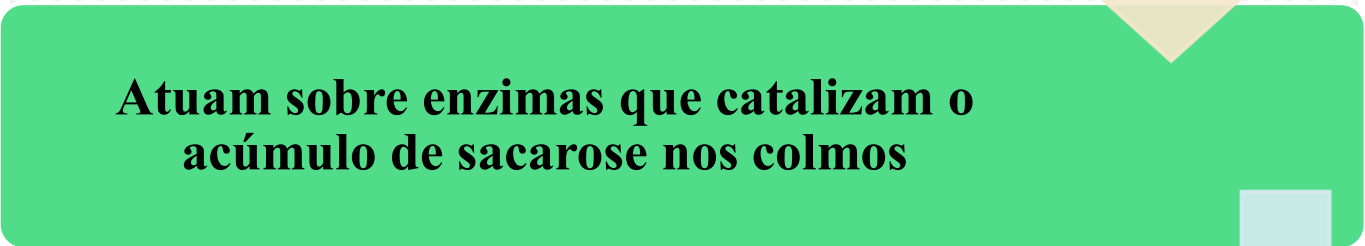
Maturadores

Maturadores

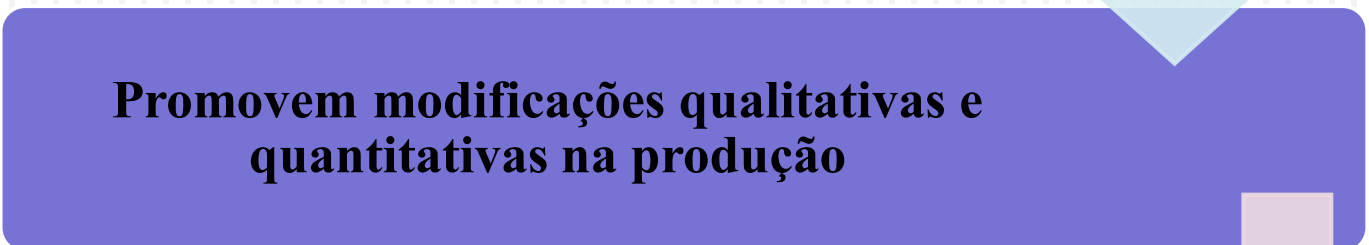
Alteram a morfologia e a fisiologia da planta



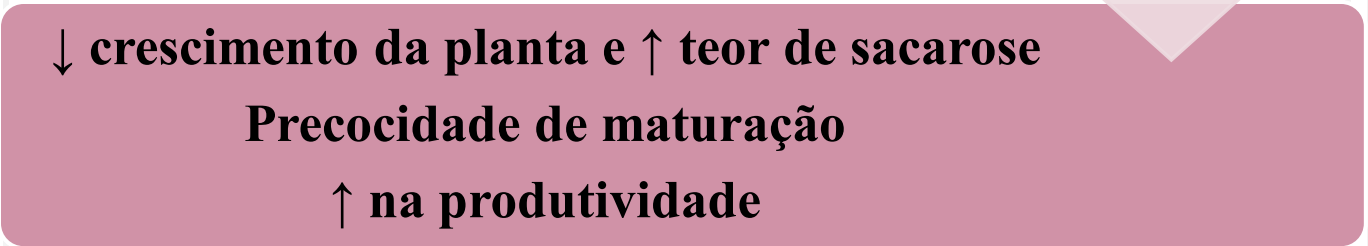
**Atuam sobre enzimas que catalizam o
acúmulo de sacarose nos colmos**



**Promovem modificações qualitativas e
quantitativas na produção**



**↓ crescimento da planta e ↑ teor de sacarose
Precocidade de maturação
↑ na produtividade**



ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DOS MATURADORES

INÍCIO DE SAFRA

- Diminui a taxa de crescimento da planta;
- Possibilita incremento no teor de sacarose;
 - Precocidade da maturação;
 - Aumento de produtividade;
 - Inibe o florescimento.

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DOS MATURADORES

MEIO DE SAFRA

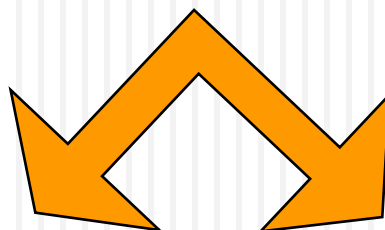
- **Aumenta o teor de sacarose das variedades da época (regiões chuvosas)**

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DOS MATURADORES

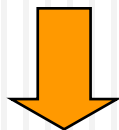
FINAL DE SAFRA

- Inibe a retomada do desenvolvimento vegetativo;
- Mantem o teor de sacarose que a planta apresentava no período de baixa disponibilidade hídrica e temperaturas amenas (outono/inverno e início de primavera da região centro-sul brasileira).

MATURADORES



Inibidores do
crescimento:



Glifosato
Sulfometuron metil
Fluazifop-p-butil

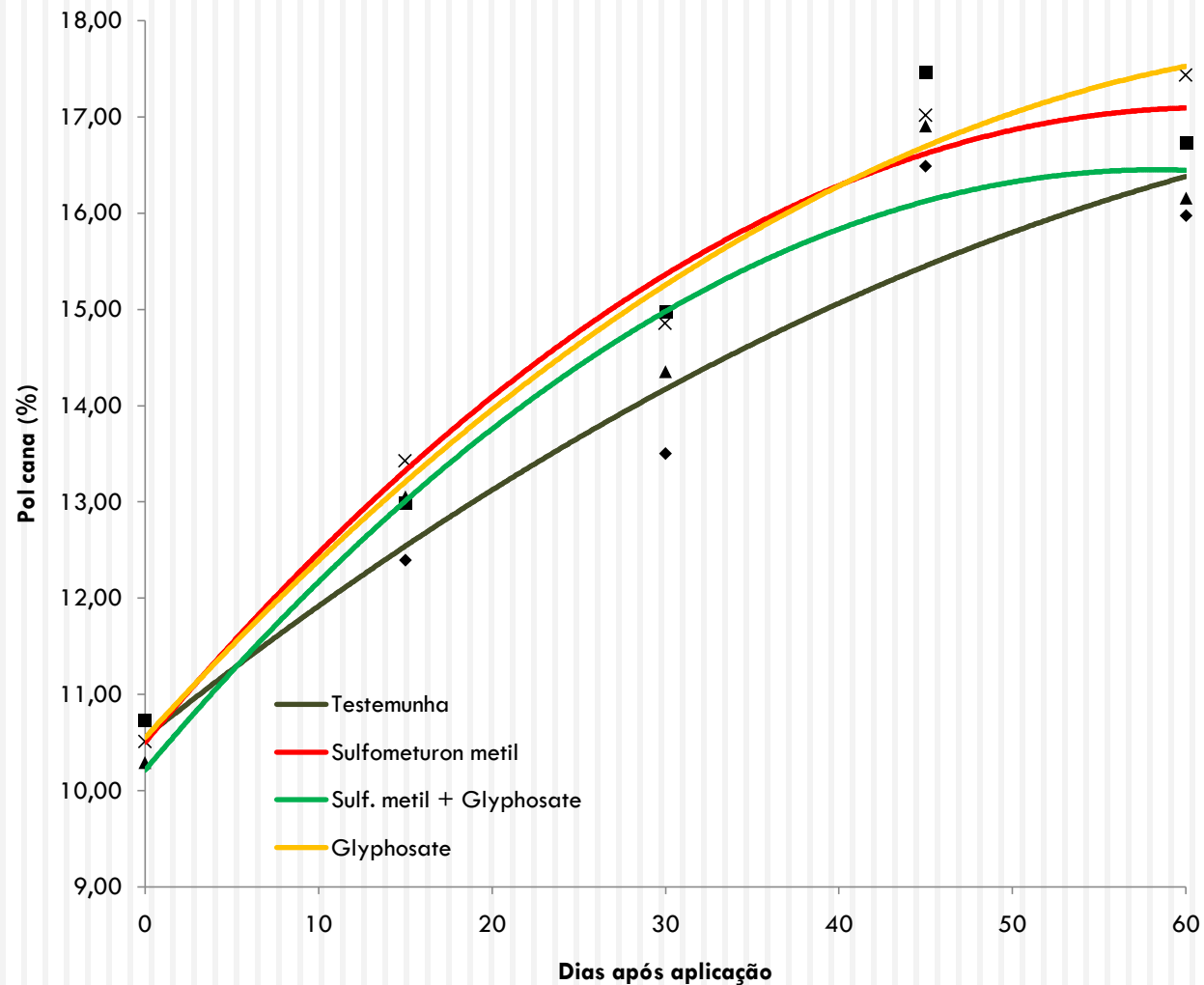
Retardantes
do
crescimento:



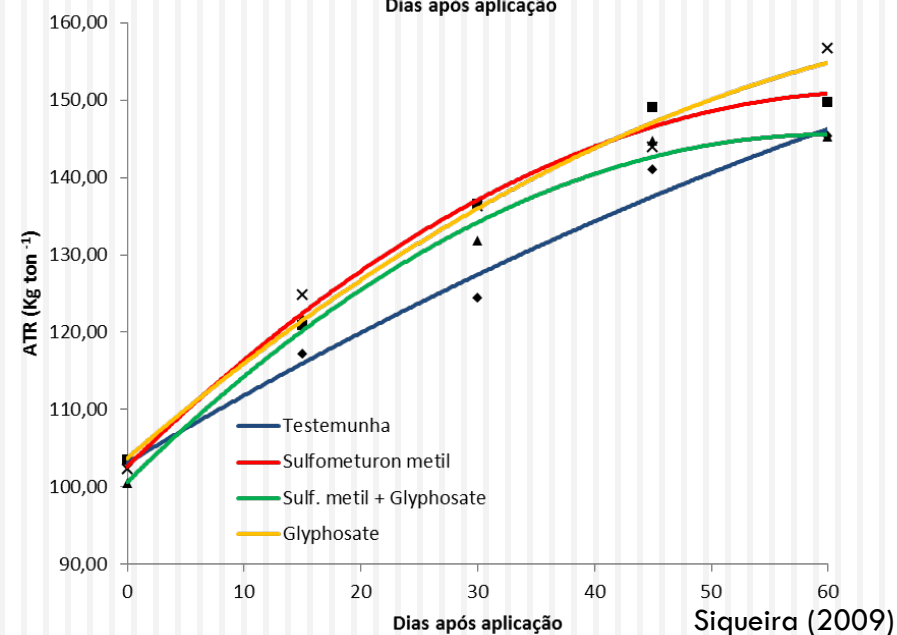
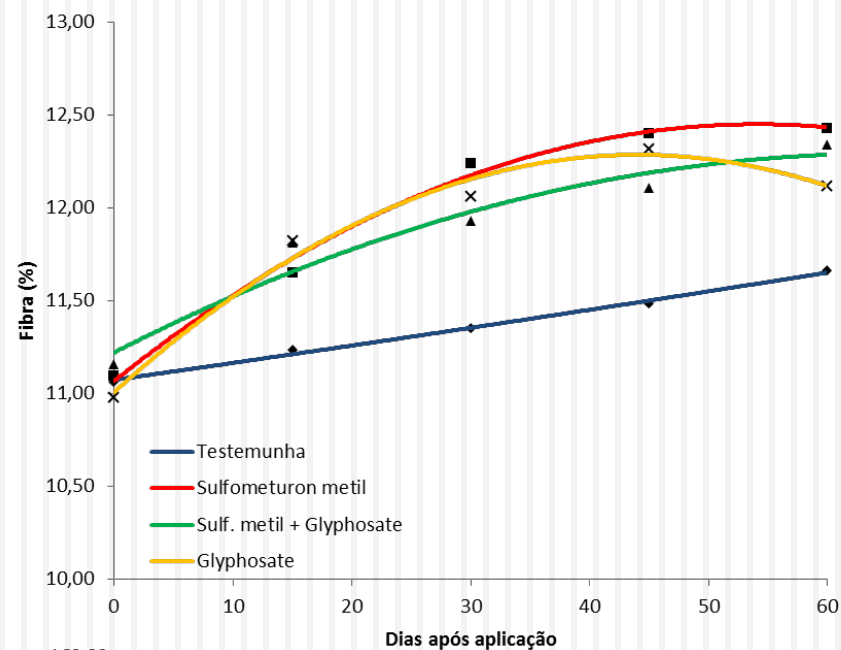
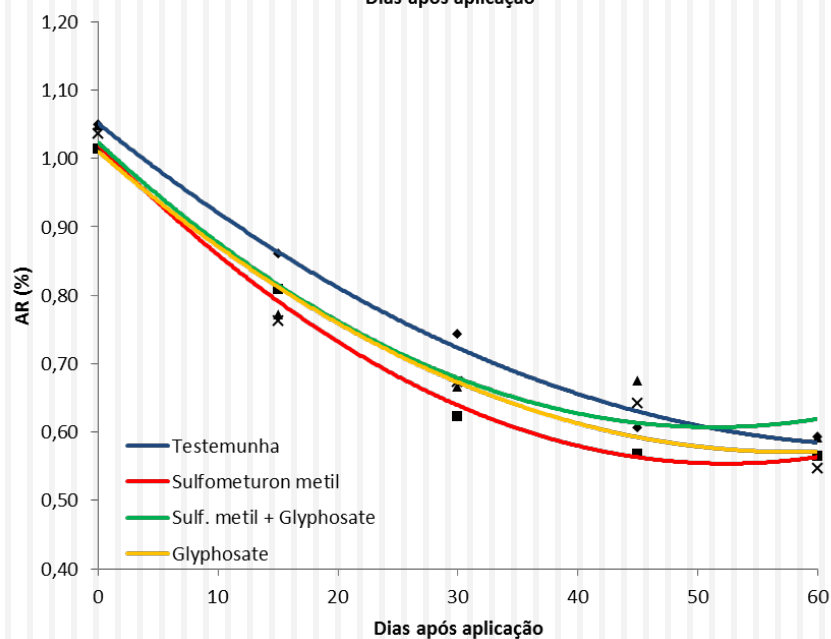
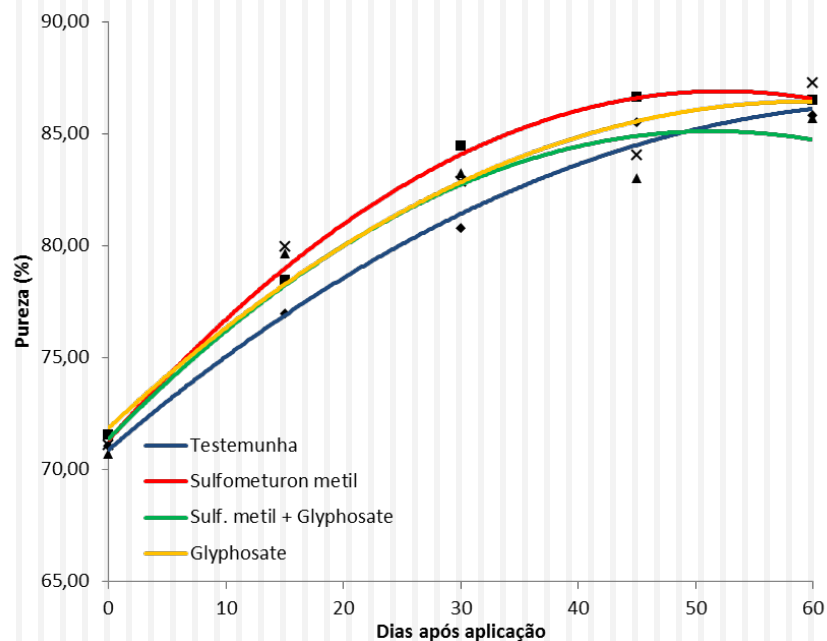
Etil-trinexapac
Etefon

Maturadores em mistura

Sulfometuron metil + Glifosate

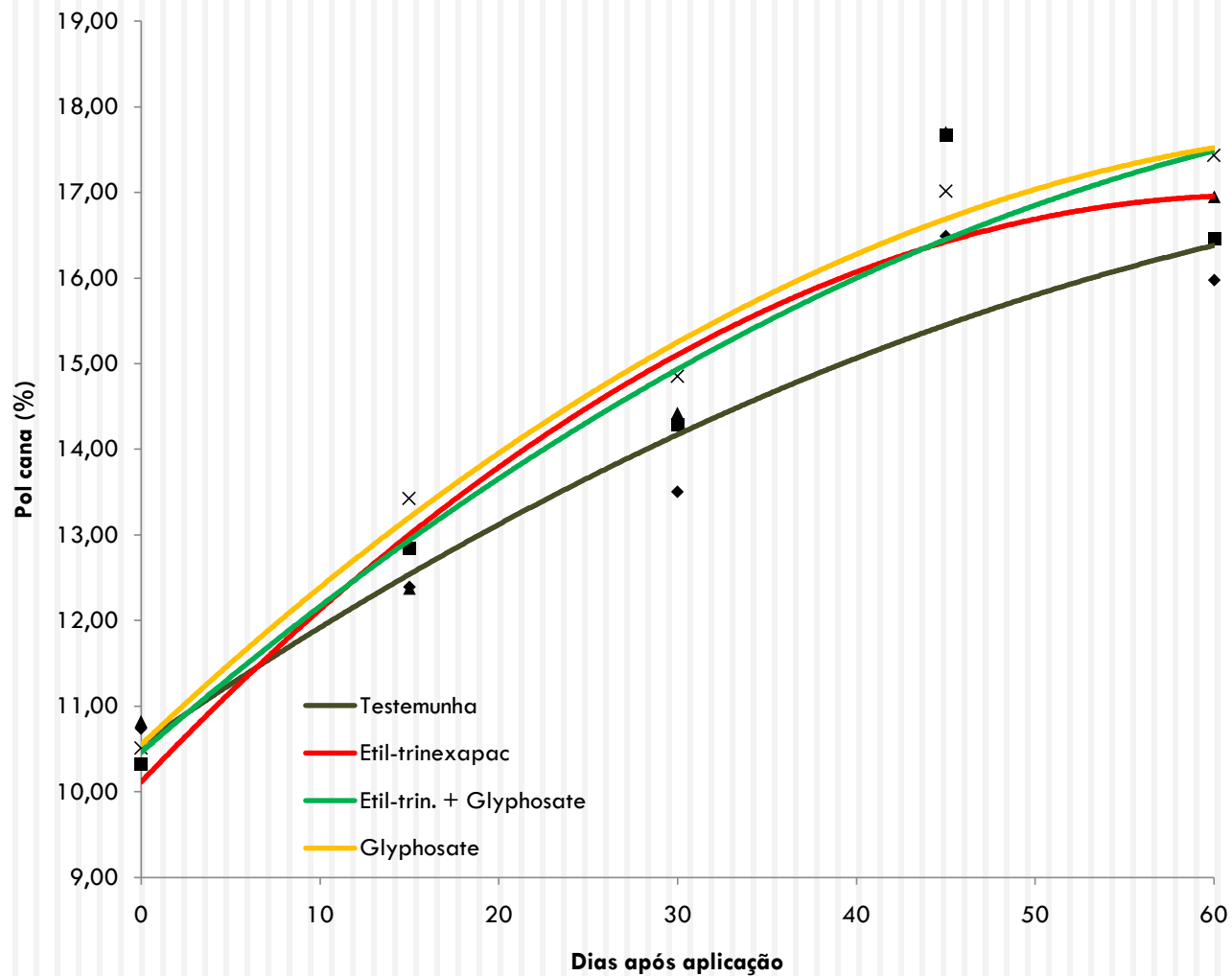


Sulfometuron metil + Glifosate

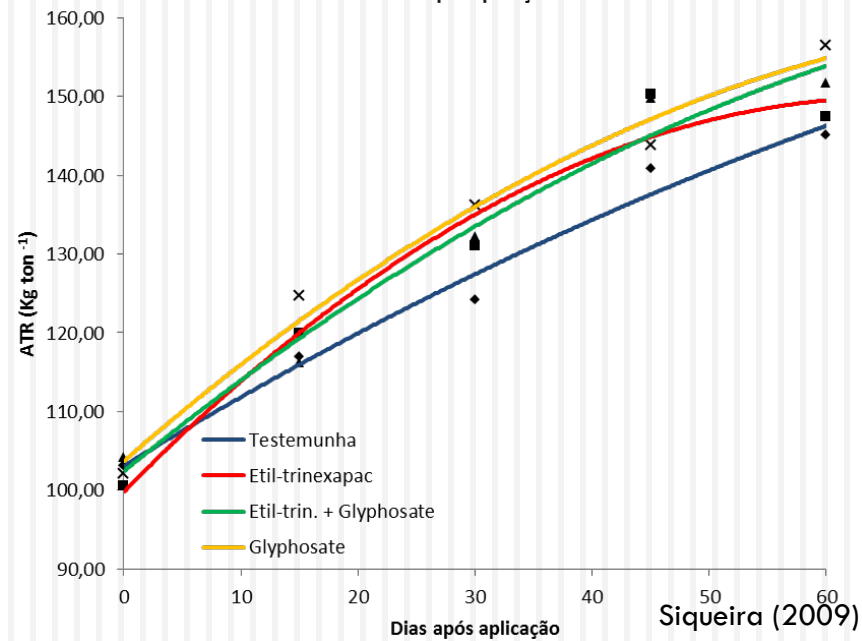
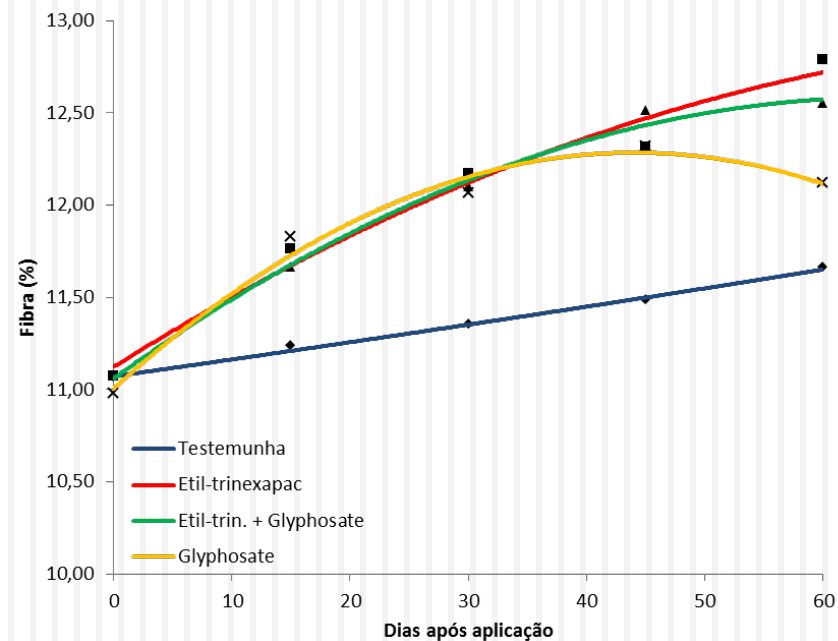
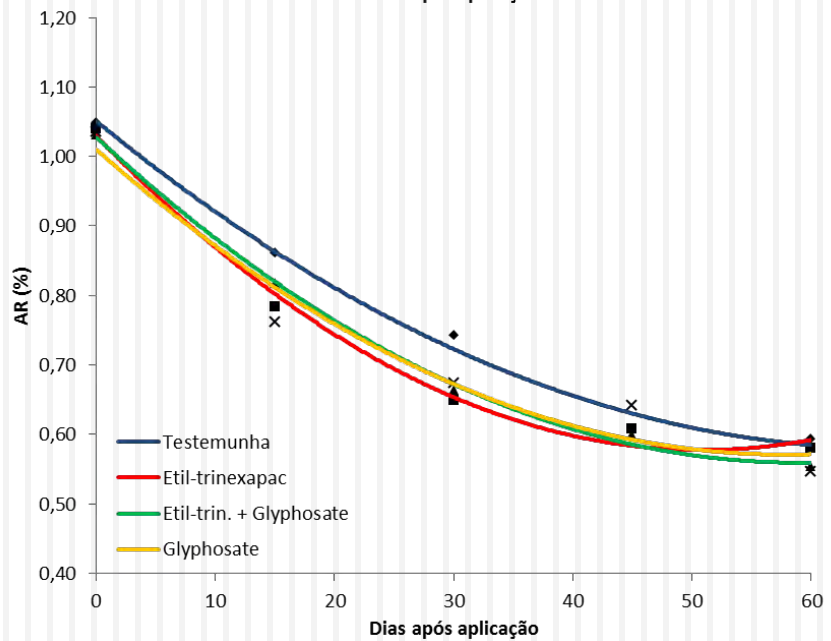
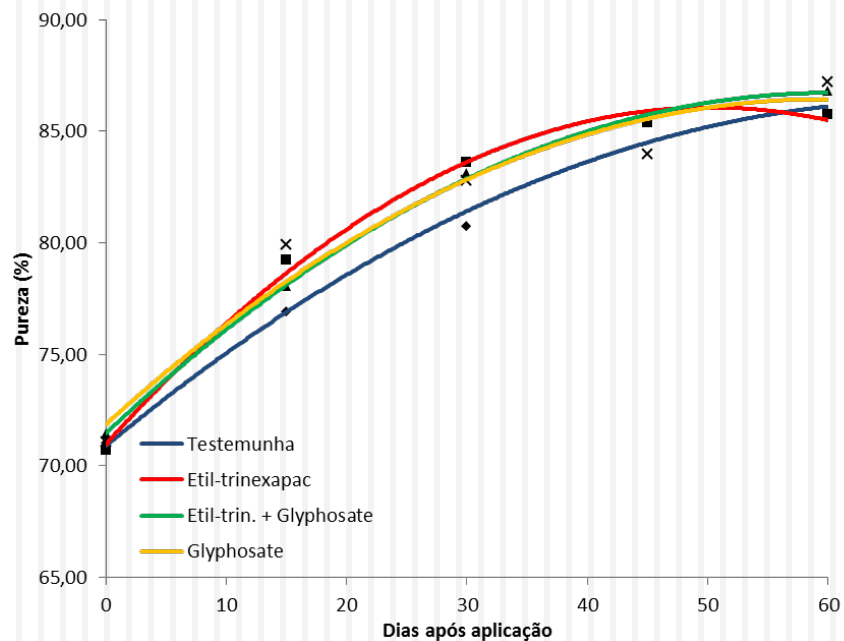


Siqueira (2009)

Etil-trinexapac + Glifosate



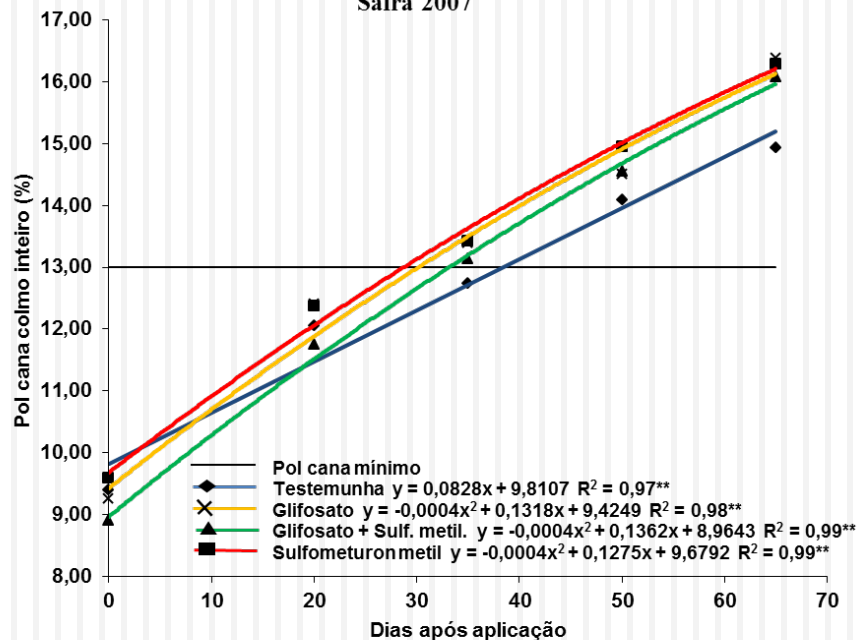
Etil-trinexapac + Glifosate



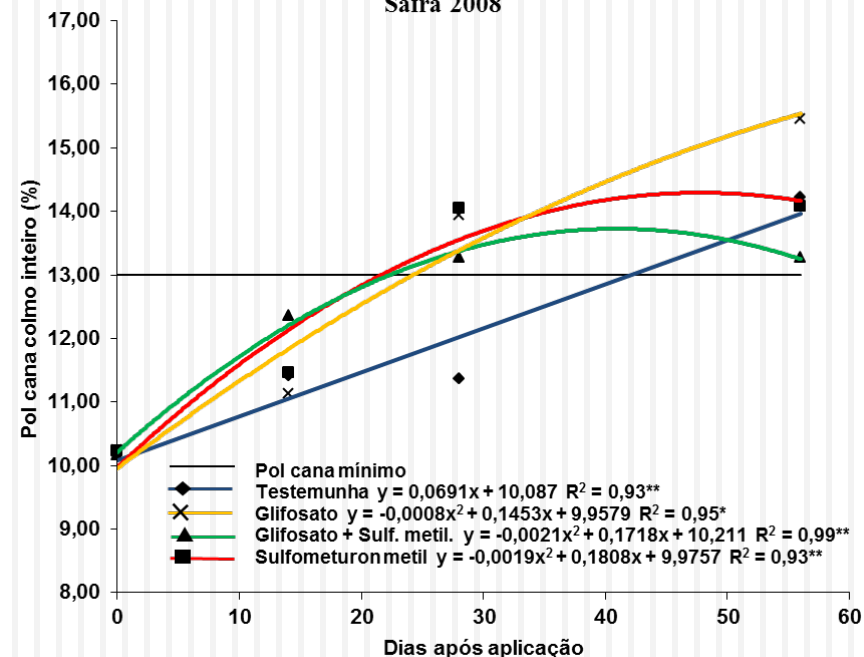
Siqueira (2009)

Efeito do clima

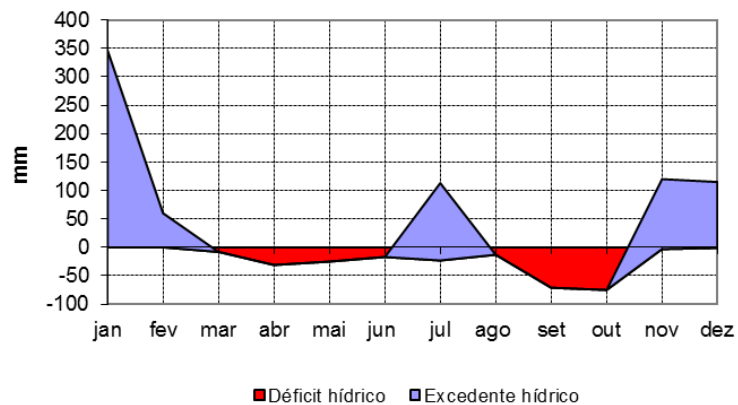
Safra 2007



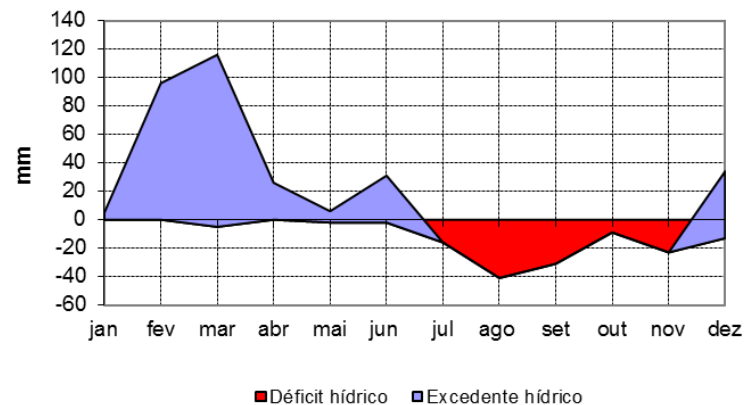
Safra 2008



Ano 2007



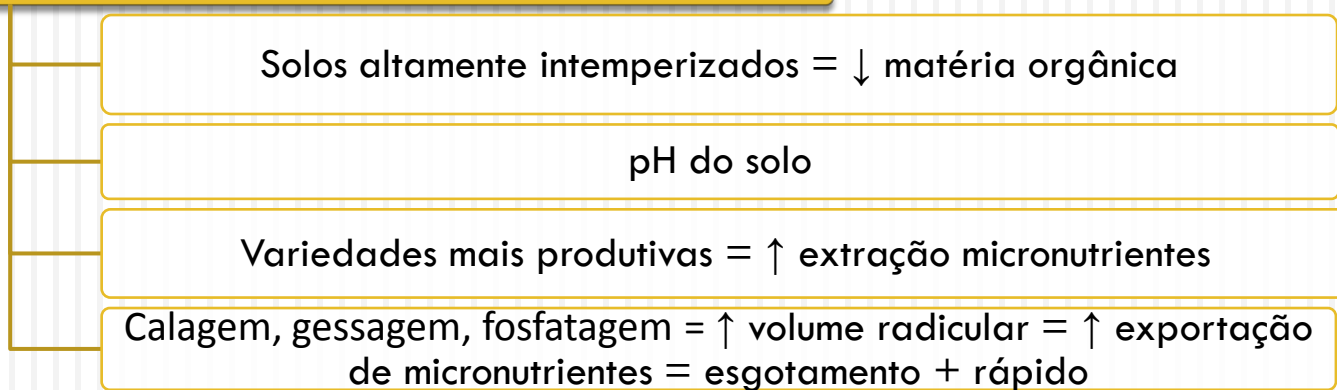
Ano 2008



❑ Micronutrientes



Fatores que afetam a disponibilidade



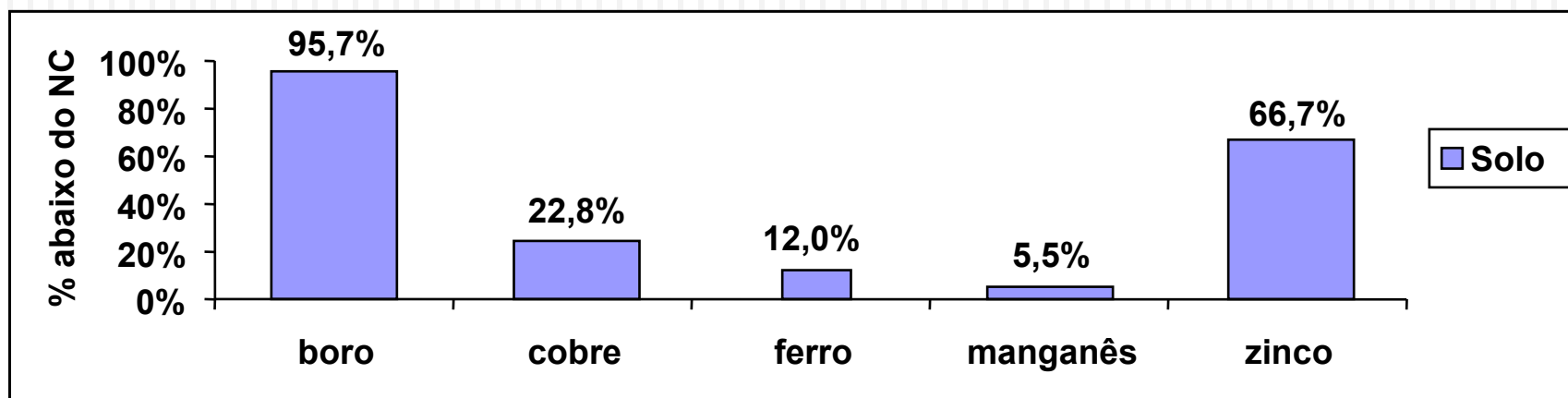
Estado Nutricional dos Canaviais (Brasil)

Deficiência generalizada de B e Zn

890 análises – Região: Ribeirão Preto e Catanduva

Vale et. al. (2008)

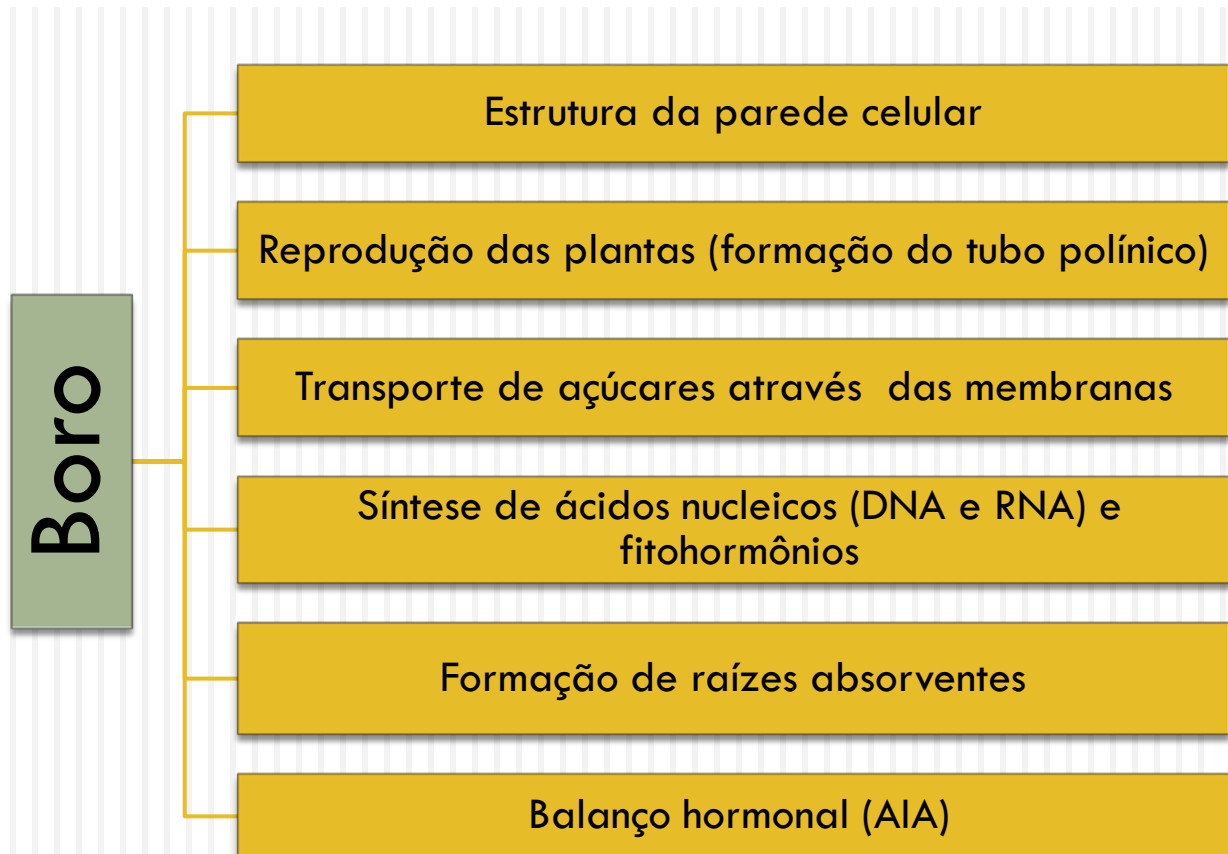
Slide Vitti



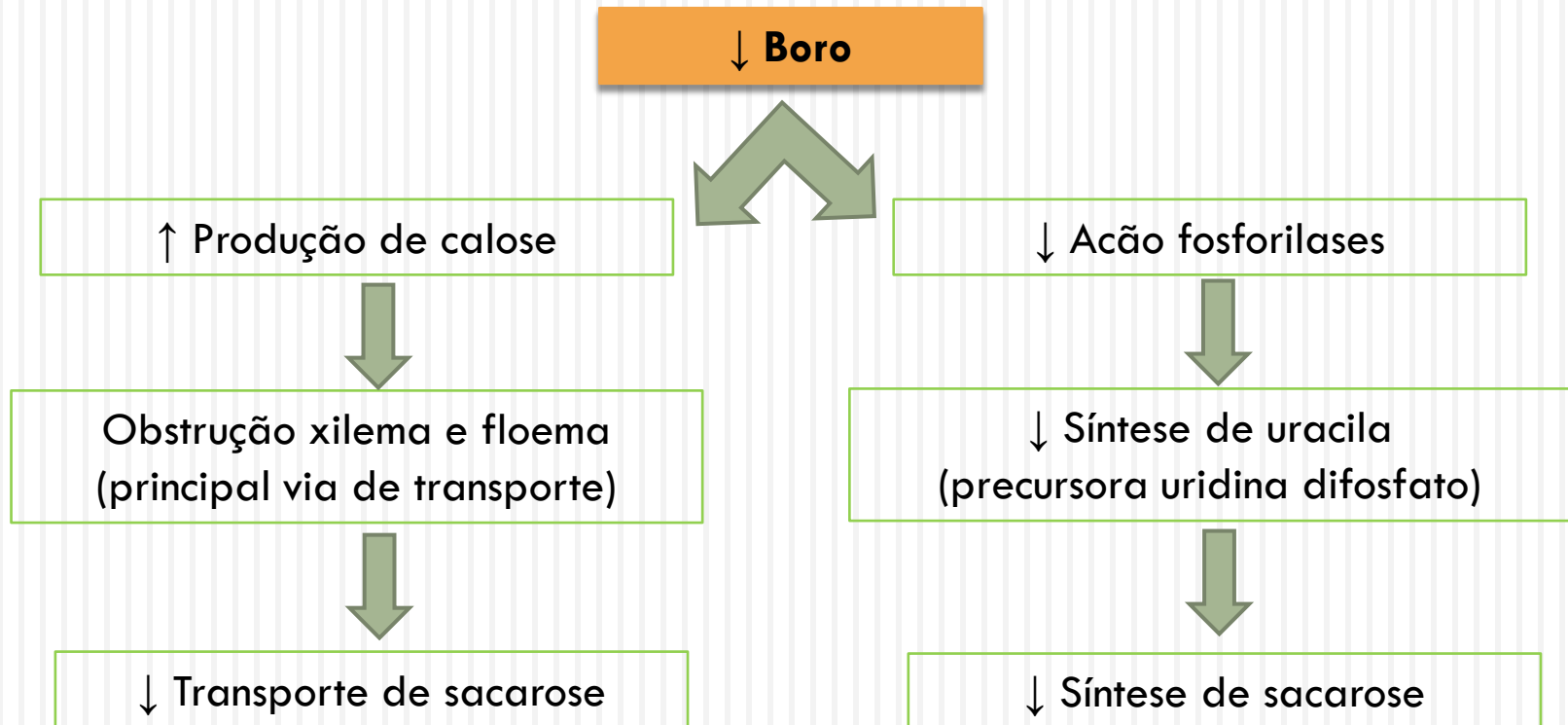
B			
Teor na Folha	0 - 15	16 - 20	> 20
% do Total	91.0%	7.9%	1.1%

Zn			
Teor na Folha	0 - 16	17 - 32	> 32
% do Total	62.9%	37.1%	0.0%

Funções do boro nas plantas



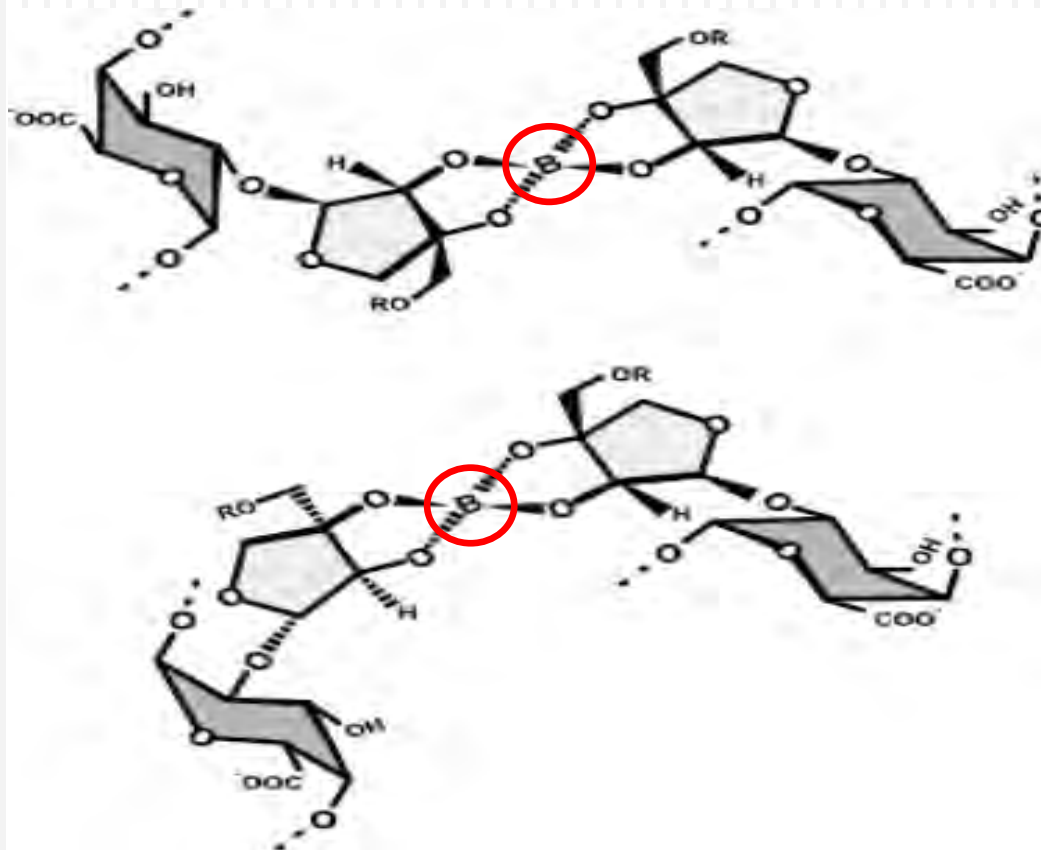
Deficiência de boro



Deficiência de boro

- Reduz o número de estômatos e a taxa fotossintética, consequentemente reduz a síntese de carboidratos levando a um aumento na concentração de CO₂ livre intercelular.

Bogiani et al. (2013)



Estrutura da ramnoglacturonano-II – Esta pectina da parede celular é um dos açúcares estruturais mais conhecidos em qualquer polissacarídeo.

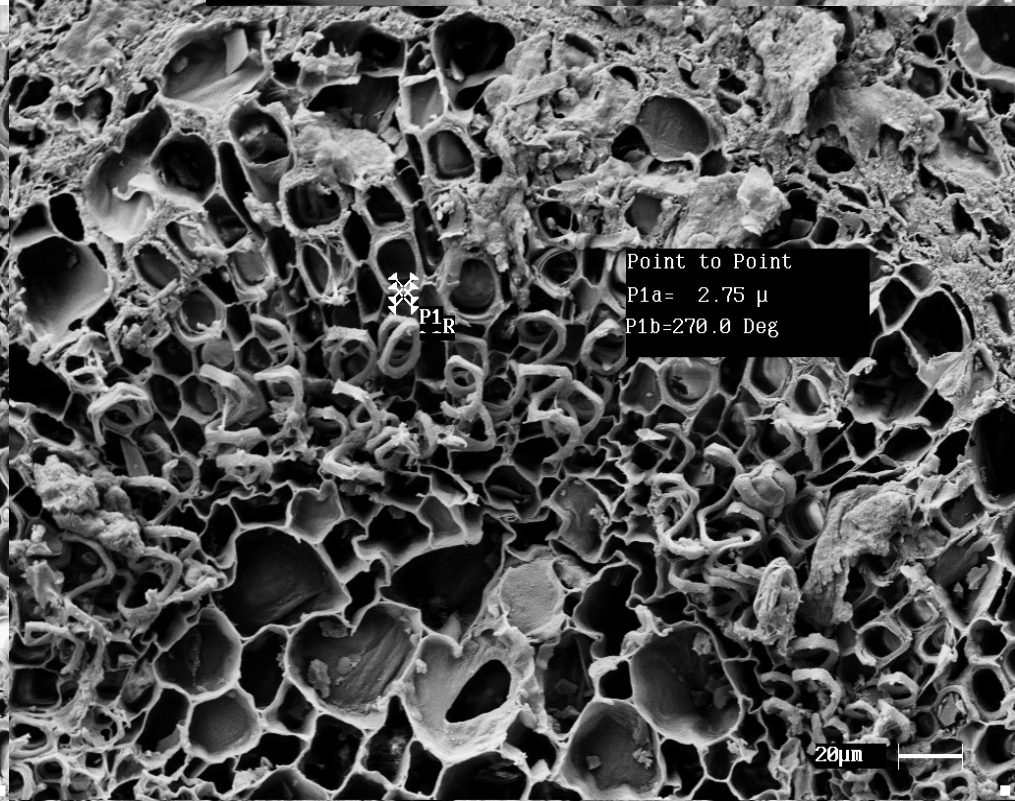
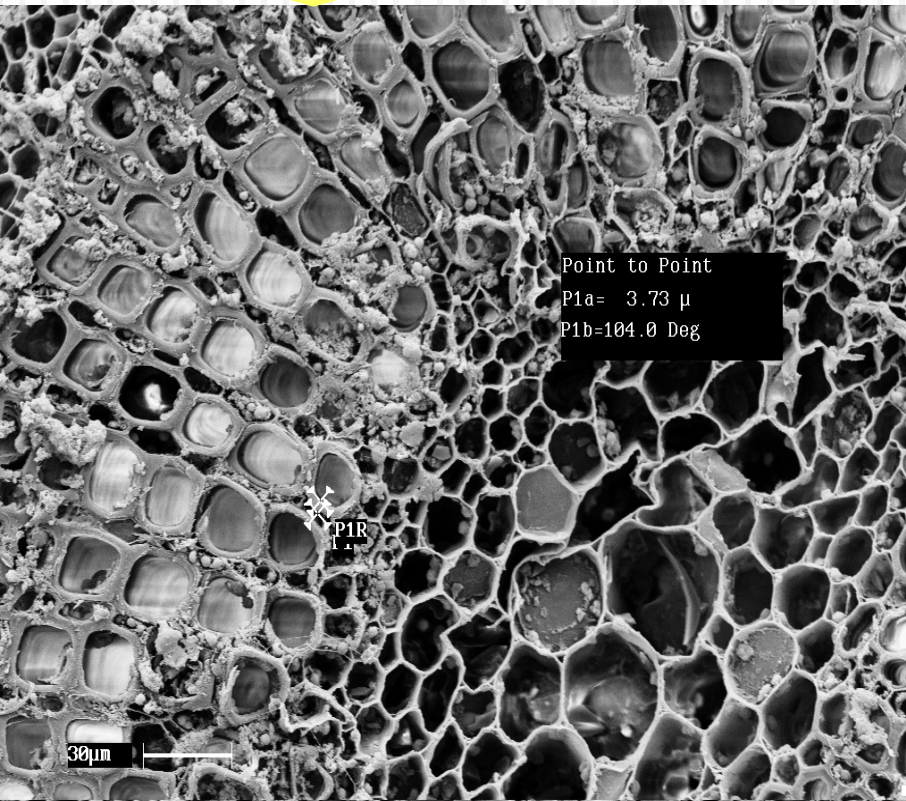
Kerry Hosmer Caffall, Debra Mohnen

The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides
 Carbohydrate Research Volume 344, Issue 14 2009 1879 - 1900

BORO Café

DEFICIENTE

SUFICIENTE



Papel do boro na síntese de sacarose

- O íon borato pode complexar açúcares, indicando a probabilidade de sua participação no transporte de carboidratos das folhas para outros órgãos, fato esse muito importante na cana-de-açúcar (Orlando Filho et al., 2001);
- O boro atua na divisão, maturação e diferenciação celular, na lignificação da parede celular e **inibição da formação do amido** pela combinação do boro com o local ativo da fosforilase, o que impede a polimerização excessiva dos açúcares nos locais da síntese deles (Sobral e Weber, 1983).

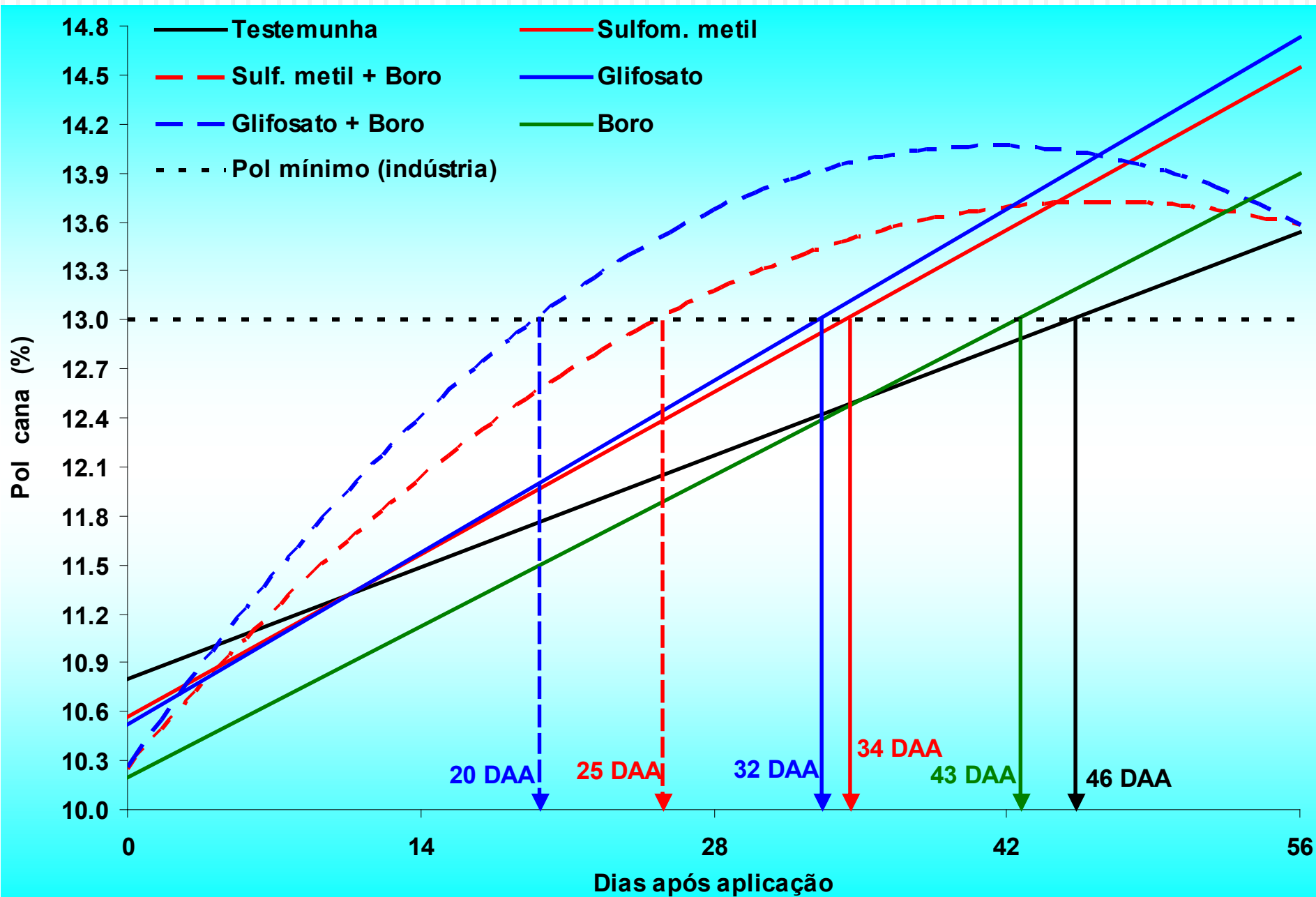
Hipóteses para o uso de boro na pré-colheita da cana-de-açúcar

- A ação do boro como agente lignificante, impedindo a polimerização dos açúcares, poderia auxiliar os maturadores em razão do micronutriente atuar no transporte de carboidratos das folhas (cloroplastos) para os colmos?
- A ocorrência de deficiência temporária na pré-maturação estaria limitando o acúmulo de sacarose em razão da desorganização das células que constituem os vasos condutores e das células armazenadoras?

RESULTADOS OBTIDOS MEDIANTE APLICAÇÃO DE BORO E MATURADORES EM INÍCIO DE SAFRA



Aplicação: 14/03/2008 Colheita: 16/05/2008



BORO E MATURADORES EM INÍCIO DE SAFRA

- **Locais:**

- Igaraçu do Tiete (Grupo RAÍZEN –
Unidade Barra)

- Latossolo roxo eutrófico → 0,17
mg dm⁻³ de B

- Olimpia (Grupo TEREOS -
Guarani)

- Argissolo vermelho-amarelo
eutrófico → 0,20 mg dm⁻³ de B

Teores de adequado B no Solo (Raij et al. , 1996)

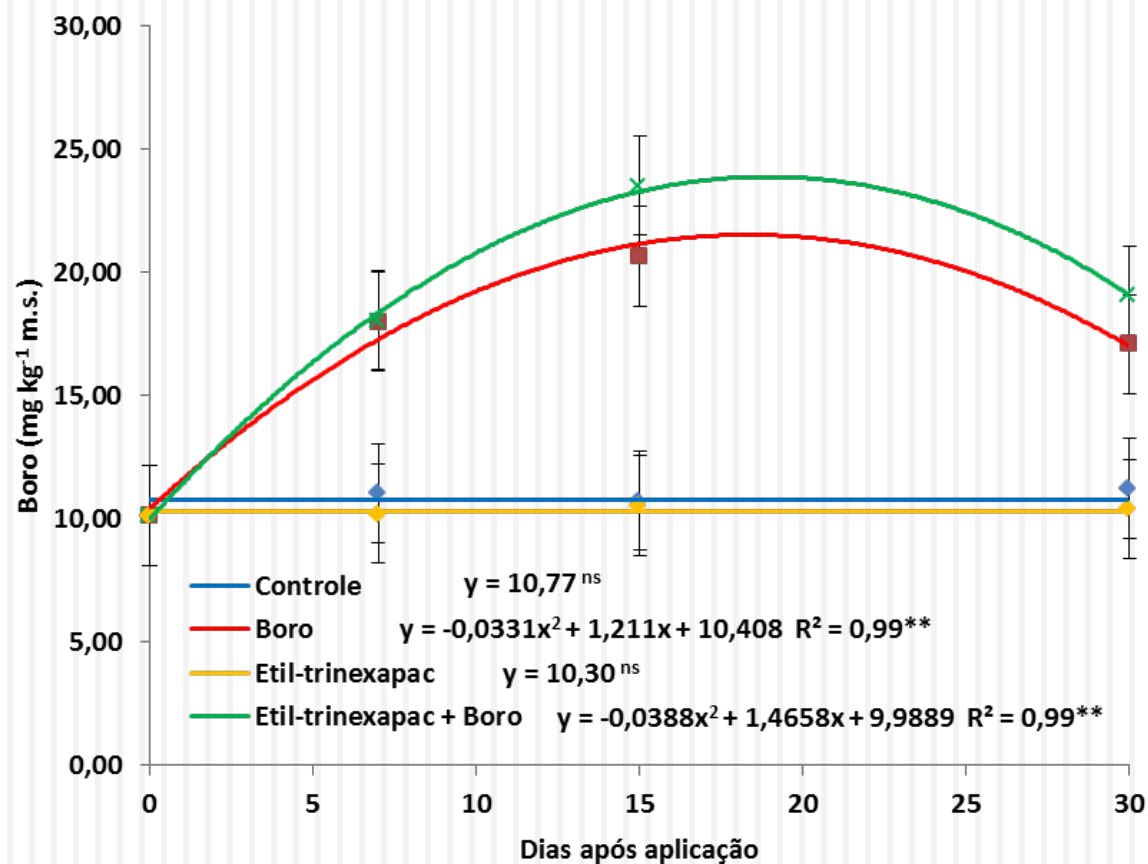
Teor	B
	água quente
baixo	0-0,2
médio	0,21 - 0,6
alto	>0,6
g 100 t ⁻¹	235
kg 5 cortes ⁻¹	1,2

BORO E MATURADORES EM INÍCIO DE SAFRA

- **Cultivar :** RB855453 (maturação precoce)
- **Datas:**
 - 1° ano Raízen: aplicação 23/03/2009 e colheita 04/06/2009
 - 2° ano Raízen: aplicação 18/03/2010 e colheita 19/05/2010
 - 1° ano Tereos: aplicação 10/04/2008 e colheita 10/06/2008
 - 2° ano Tereos: aplicação 25/03/2009 e colheita 28/05/2009
- **Cana soca:** 3°/4° corte (RAÍZEN), 2°/3° corte (TEREOS)
- **Doses:**
 - **Etil-trinexapac:** 200 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Moddus, dose 0,8 L p.c. ha⁻¹)
 - **Etefon:** 720 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Ethrel 720, dose 0,66 L p.c. ha⁻¹)
 - **Sulfometuron metil:** 0,15g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Curavial, dose 20 g p.c. ha⁻¹)
 - **Boro:** 180 g ha⁻¹ (1060 g ácido bórico ha⁻¹)

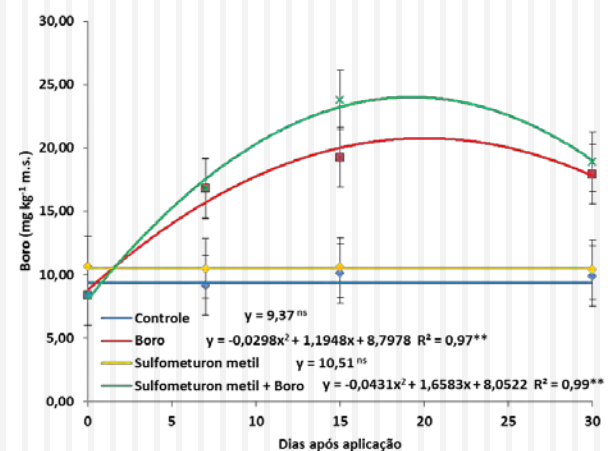
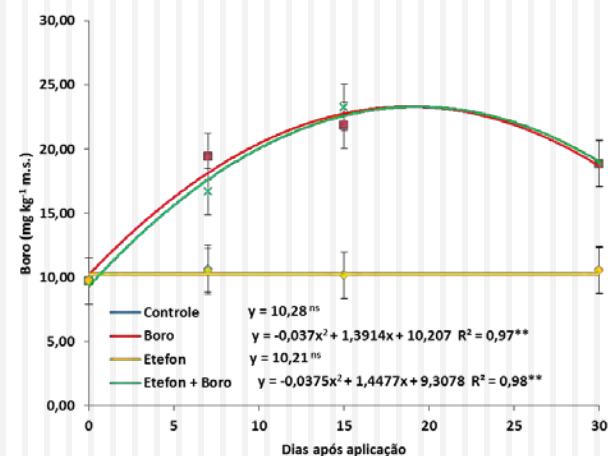


Teor de B (folha +1)



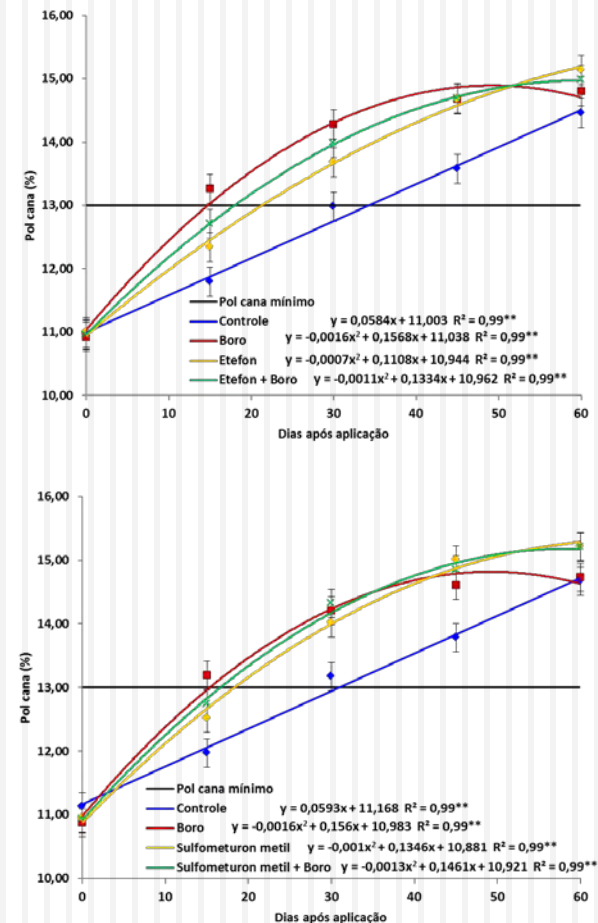
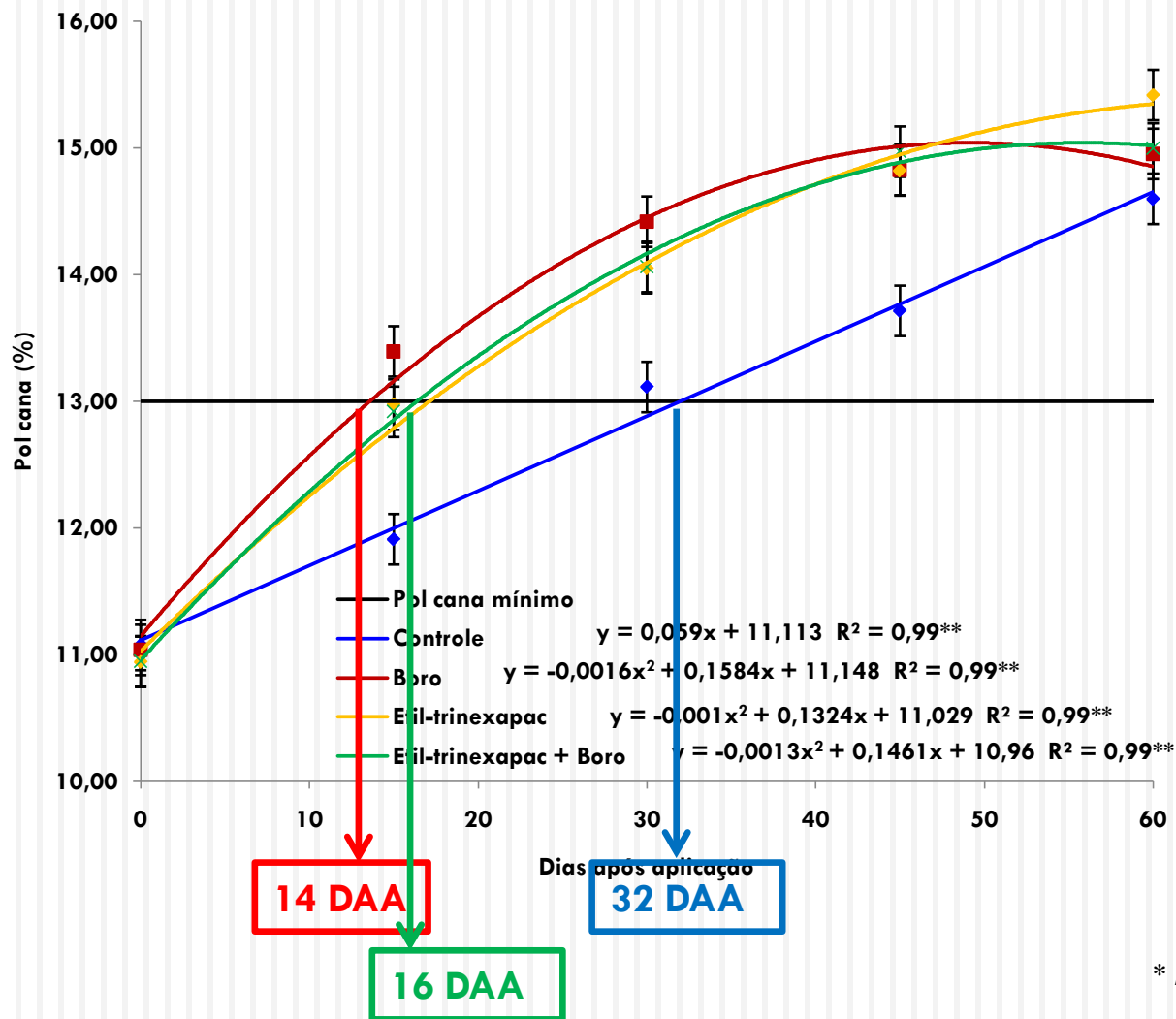
Teores de boro adequados para a cana-de-açúcar.

	ppm
Malavolta et al. (1997)	15 – 50
Raij & Cantarella (1997)	10 – 30



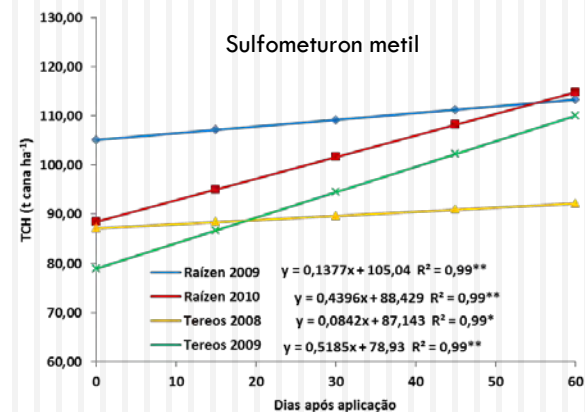
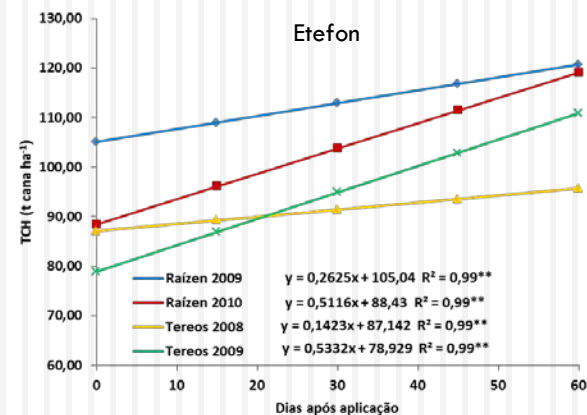
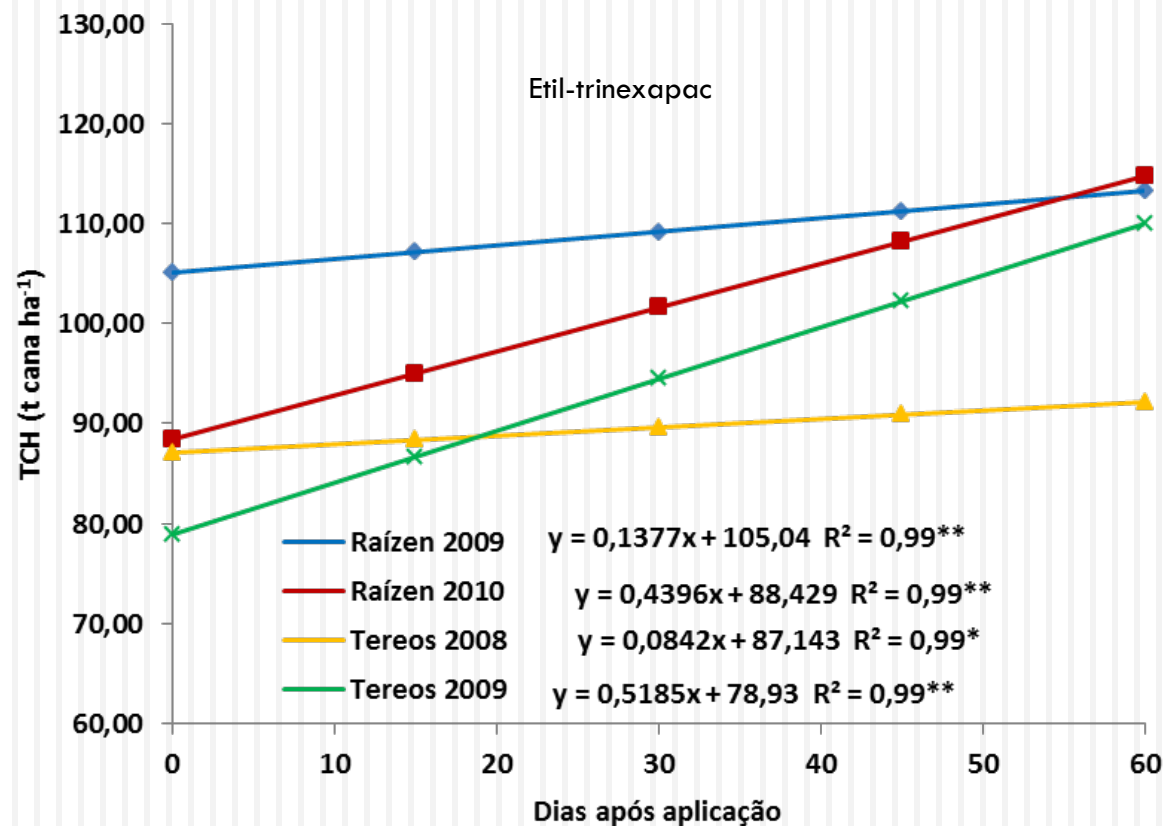
* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação
Siqueira (2014)

Pol (%)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação
Siqueira (2014)

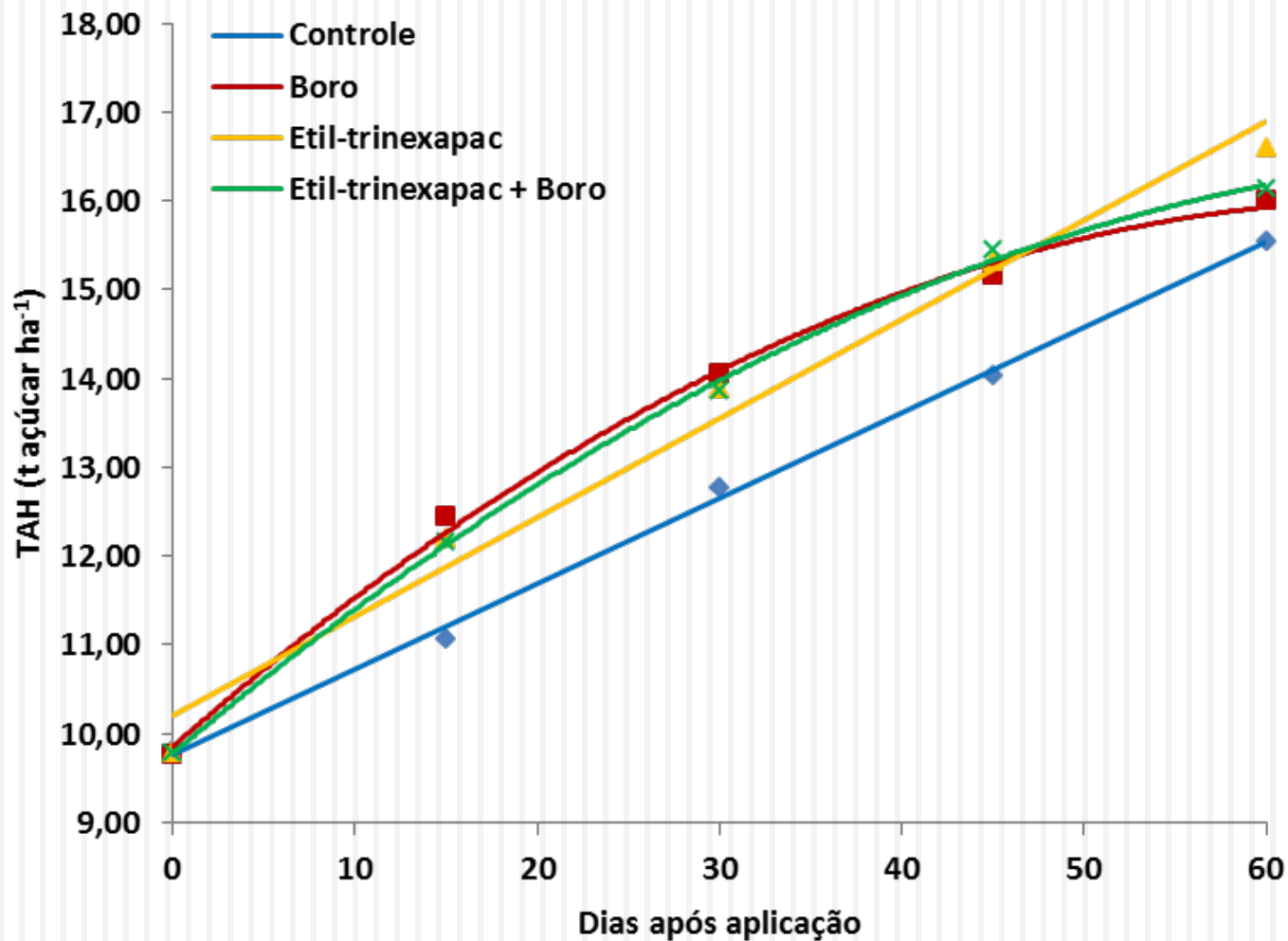
Produtividade de colmos (TCH)



* Média de 4 tratamentos (Controle, Boro, Maturador e Maturador + Boro)

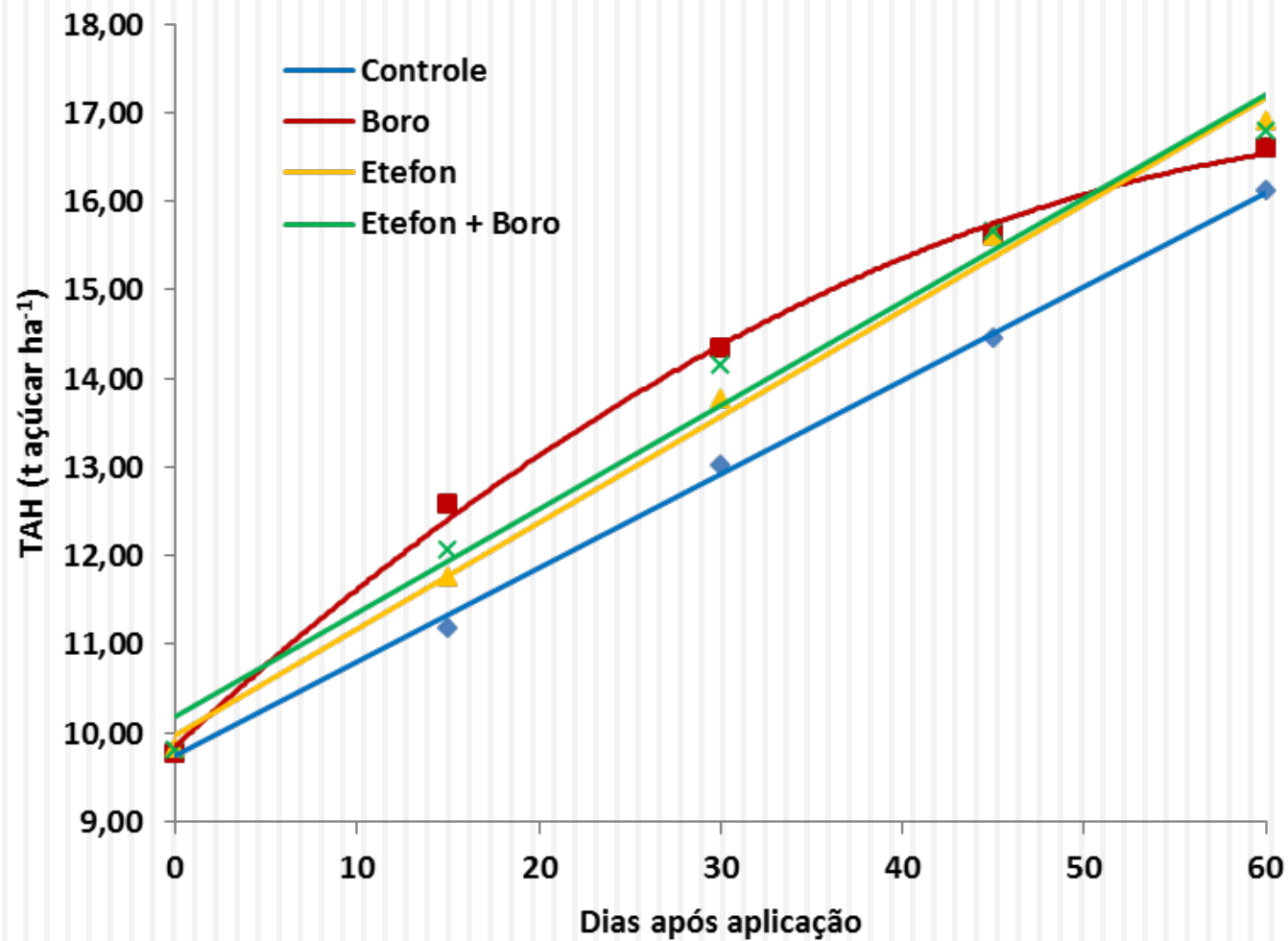
Produtividade de açúcar (TAH)

Etil-trinexapac



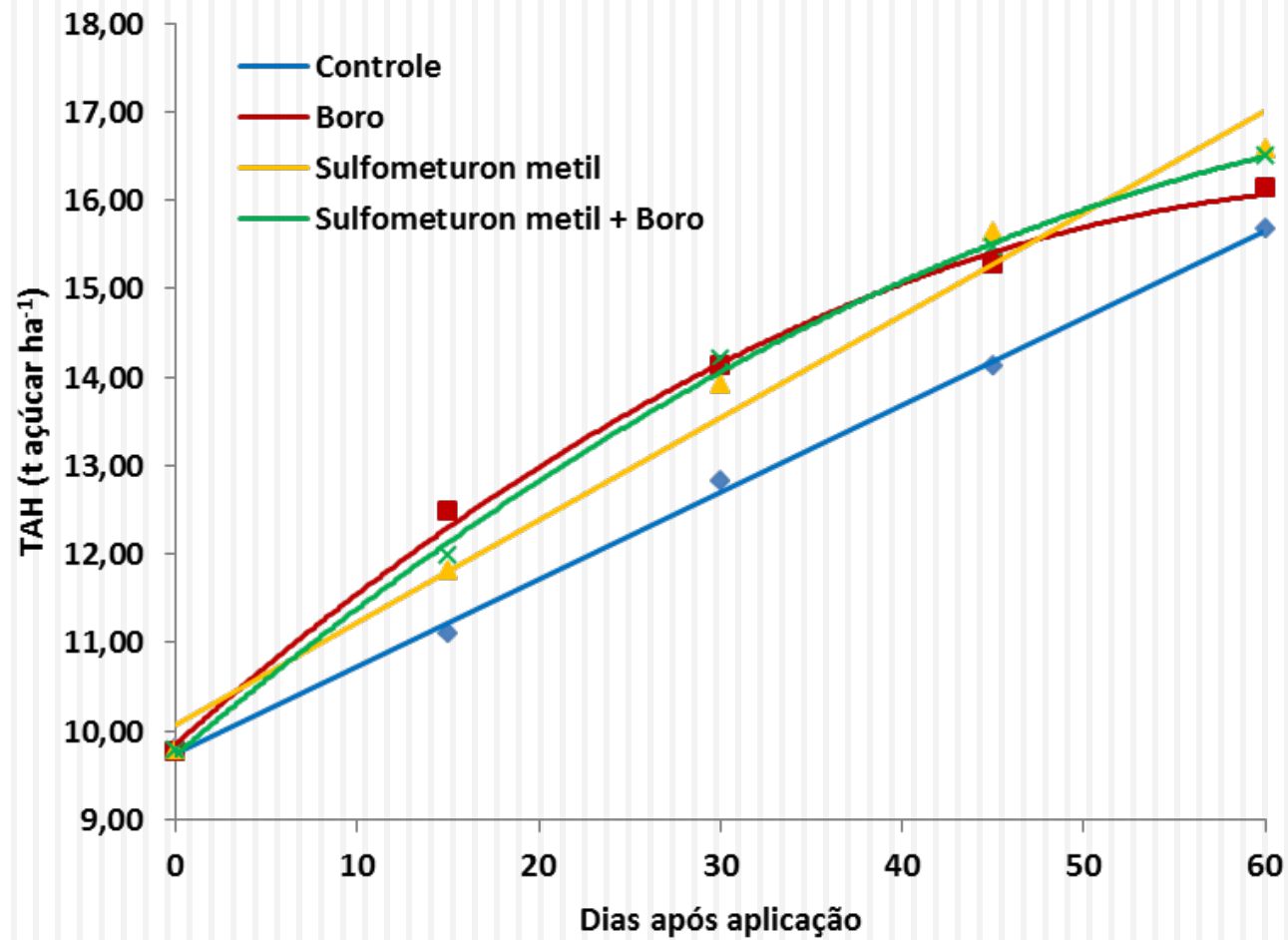
Produtividade de açúcar (TAH)

Etefon



Produtividade de açúcar (TAH)

Sulfometuron metil





**RESULTADOS
OBTIDOS
MEDIANTE
APLICAÇÃO DE
BORO E
MATURADORES
EM FINAL DE
SAFRA**

BORO E MATURADORES EM FINAL DE SAFRA

- **Locais:**

- Igaraçu do Tiete (Grupo RAÍZEN –
Unidade Barra)

- Latossolo roxo eutrófico → 0,09
mg dm⁻³ de B

- Olimpia (Grupo TEREOS -
Guarani)

- Argissolo vermelho-amarelo
distrófico → 0,17 mg dm⁻³ de B

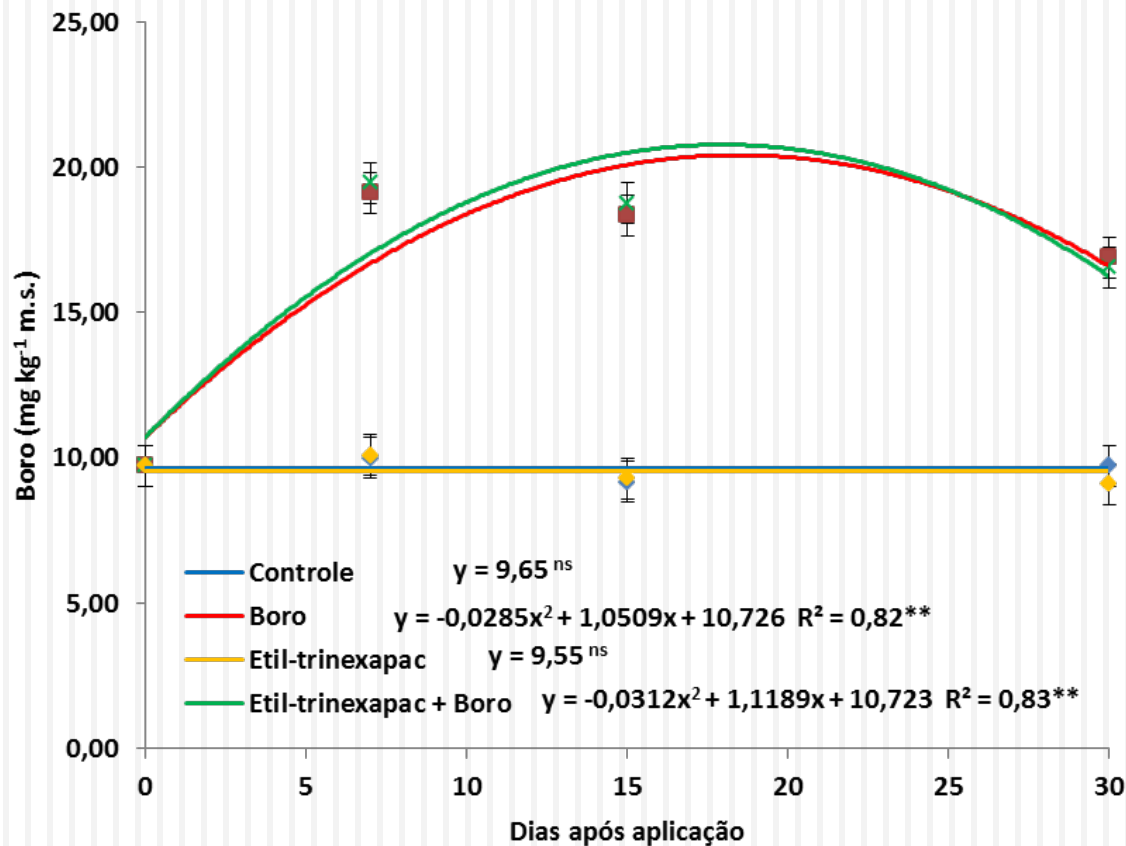
Teores de adequado B no Solo (Raij et al. , 1996)

Teor	B
	água quente
baixo	0-0,2
médio	0,21 - 0,6
alto	>0,6
g 100 t ⁻¹	235
kg 5 cortes ⁻¹	1,2

BORO E MATURADORES EM FINAL DE SAFRA

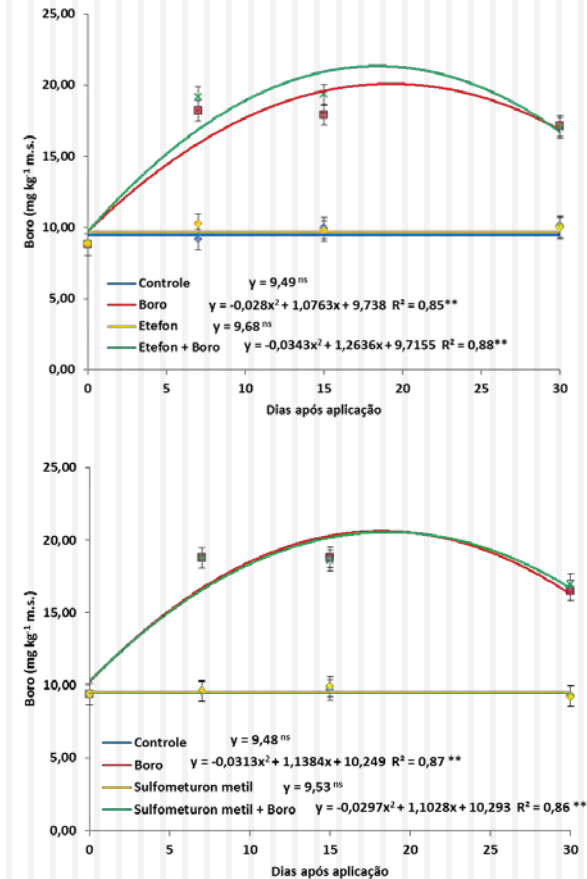
- **Cultivares :** SP80-3280 (maturação média-tardia) → RAÍZEN
RB86 7515 (maturação média-tardia) → TEREOS
- **Datas:**
 - 1º ano Raízen: aplicação 23/10/2008 e colheita 02/12/2008
 - 2º ano Raízen: aplicação 14/10/2009 e colheita 02/12/2009
 - 1º ano Tereos: aplicação 27/10/2008 e colheita 04/12/2008
 - 2º ano Tereos: aplicação 02/11/2009 e colheita 17/12/2009
- **Cana soca:** 4º/5º corte (RAÍZEN), 2º/3º corte (TEREOS)
- **Doses:**
 - **Etil-trinexapac:** 200 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Moddus, dose 0,8 L p.c. ha⁻¹)
 - **Etefon:** 720 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Ethrel 720, dose 0,66 L p.c. ha⁻¹)
 - **Sulfometuron metil:** 0,15g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Curavial, dose 20 g p.c. ha⁻¹)
 - **Boro:** 180 g ha⁻¹ (1060 g ácido bórico ha⁻¹)

Teor de B (folha +1)



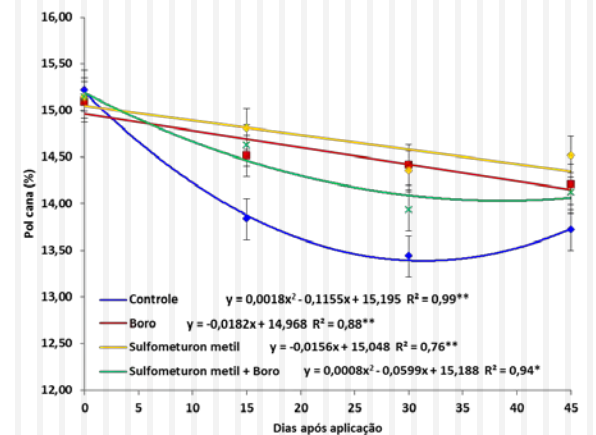
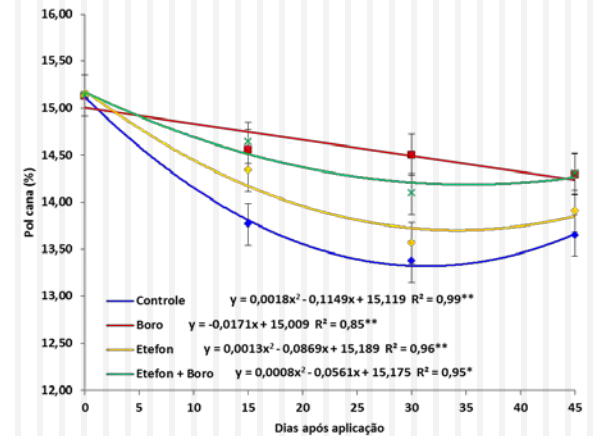
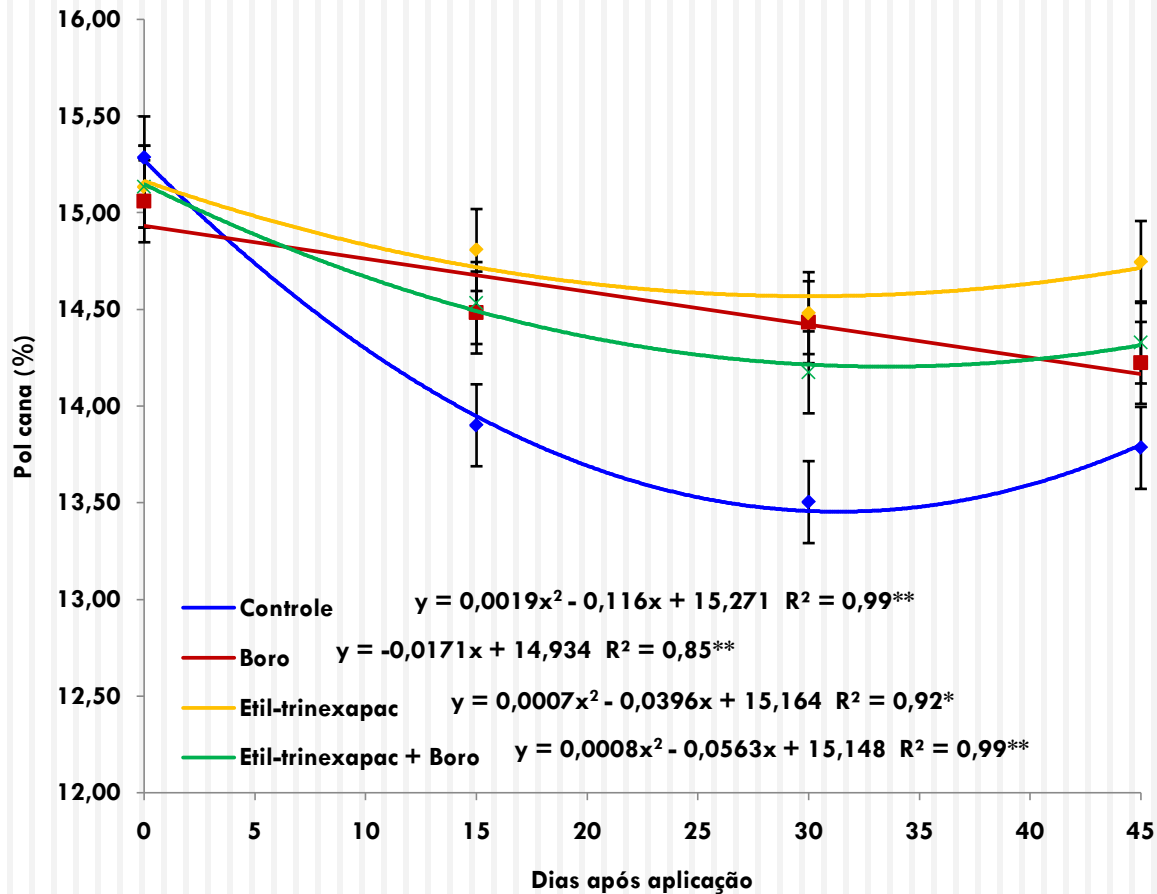
Teores de boro adequados para a cana-de-açúcar.

	ppm
Malavolta et al. (1997)	15 – 50
Raij & Cantarella (1997)	10 – 30



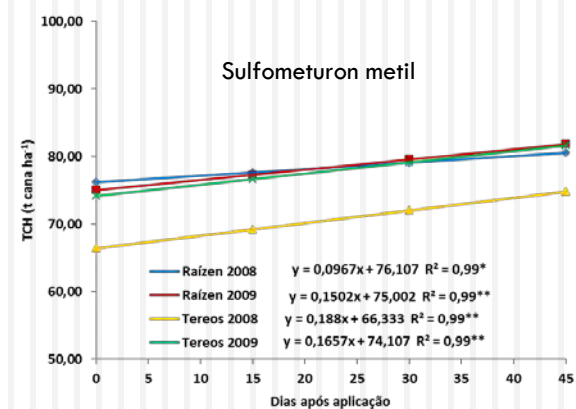
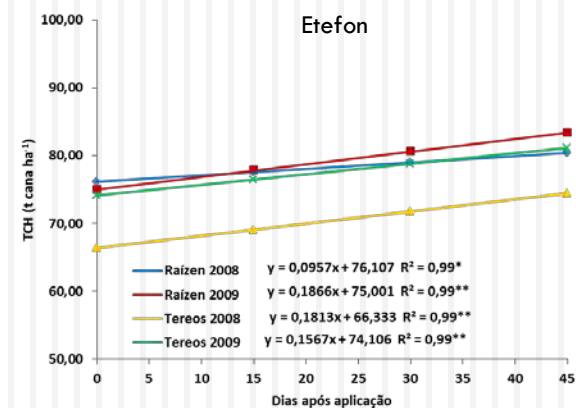
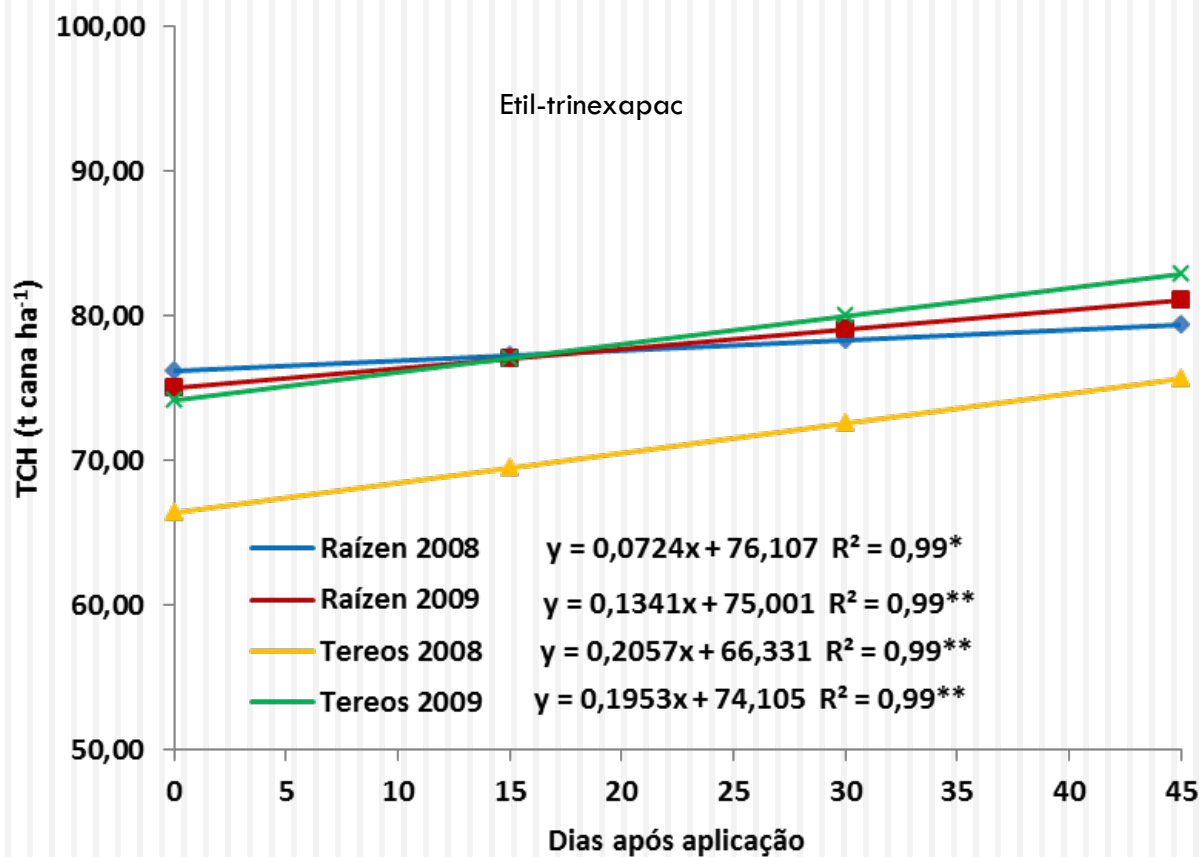
* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação
Siqueira (2014)

Pol (%)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação
Siqueira (2014)

Produtividade de colmos (TCH)

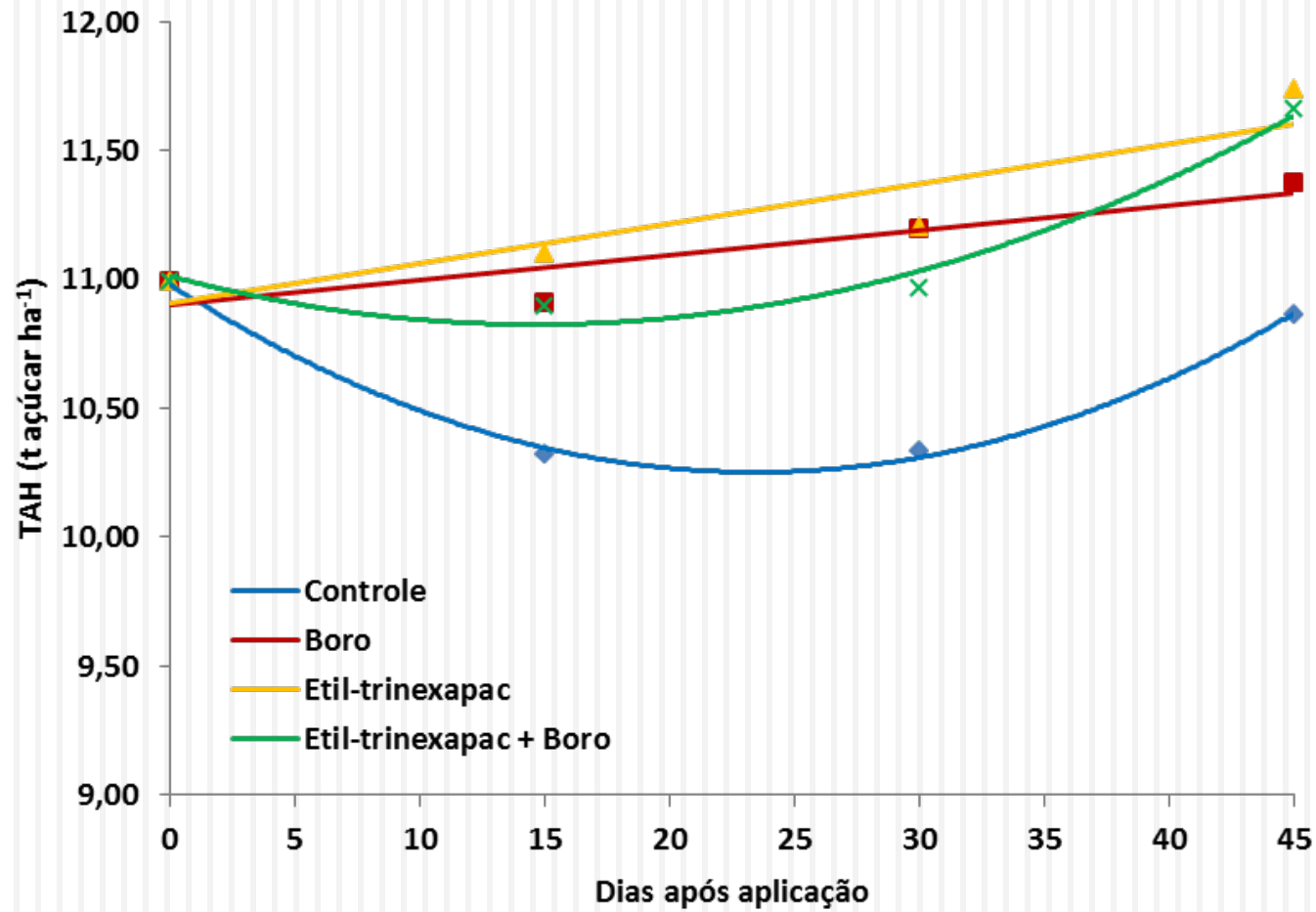


* Média de 4 tratamentos (Controle, Boro, Maturador e Maturador + Boro)

Siqueira (2014)

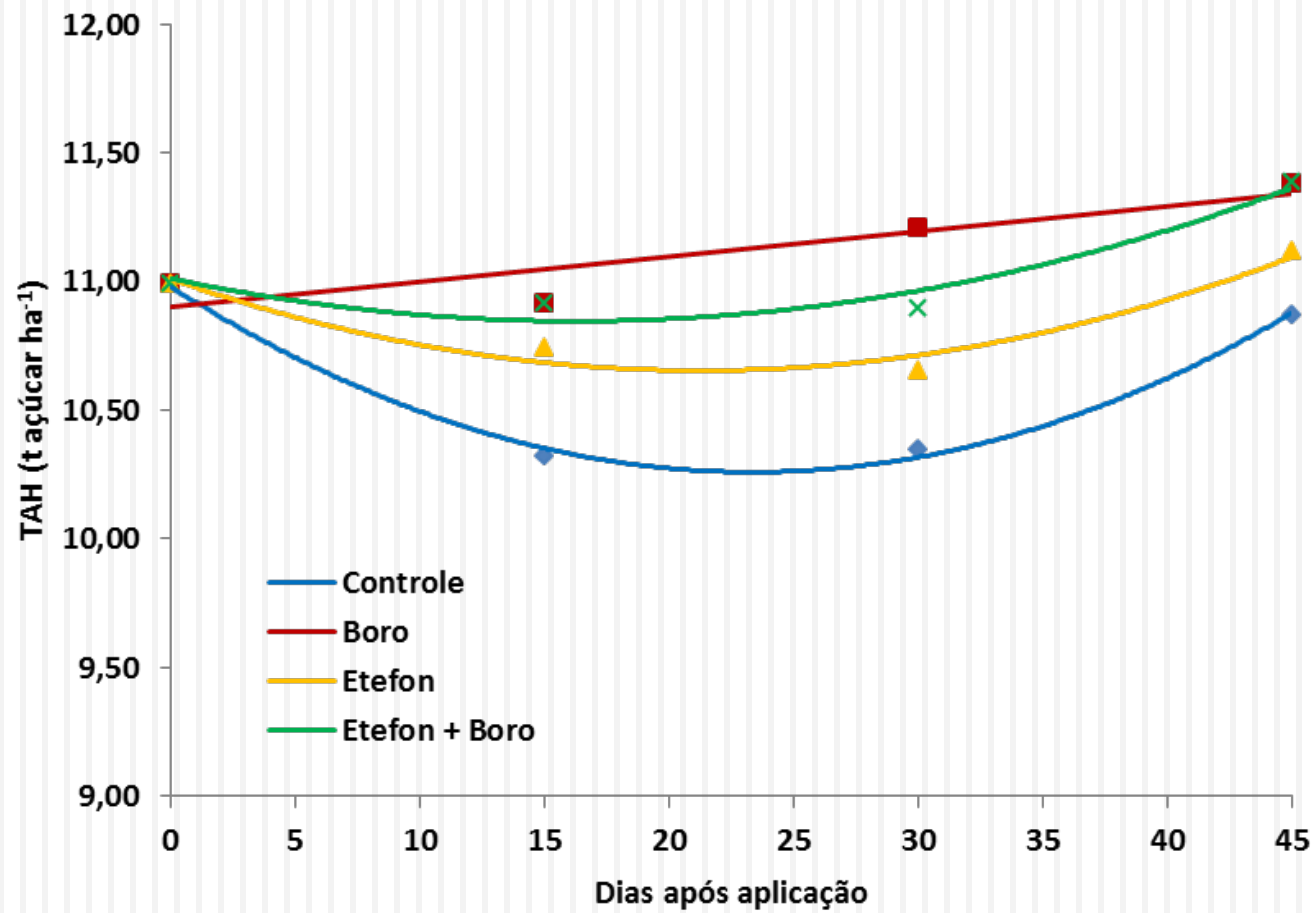
Produtividade de açúcar (TAH)

Etil-trinexapac



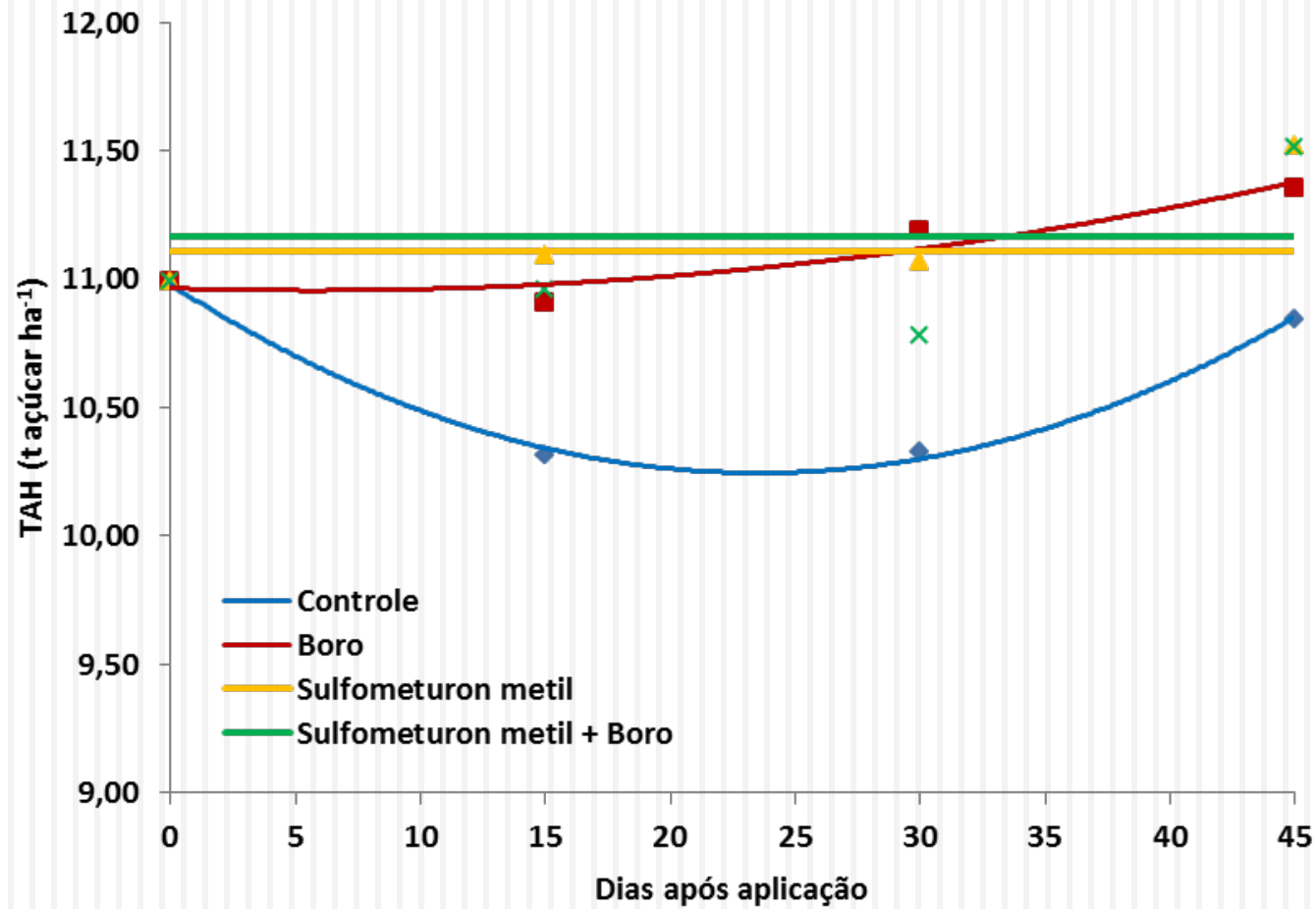
Produtividade de açúcar (TAH)

Etefon



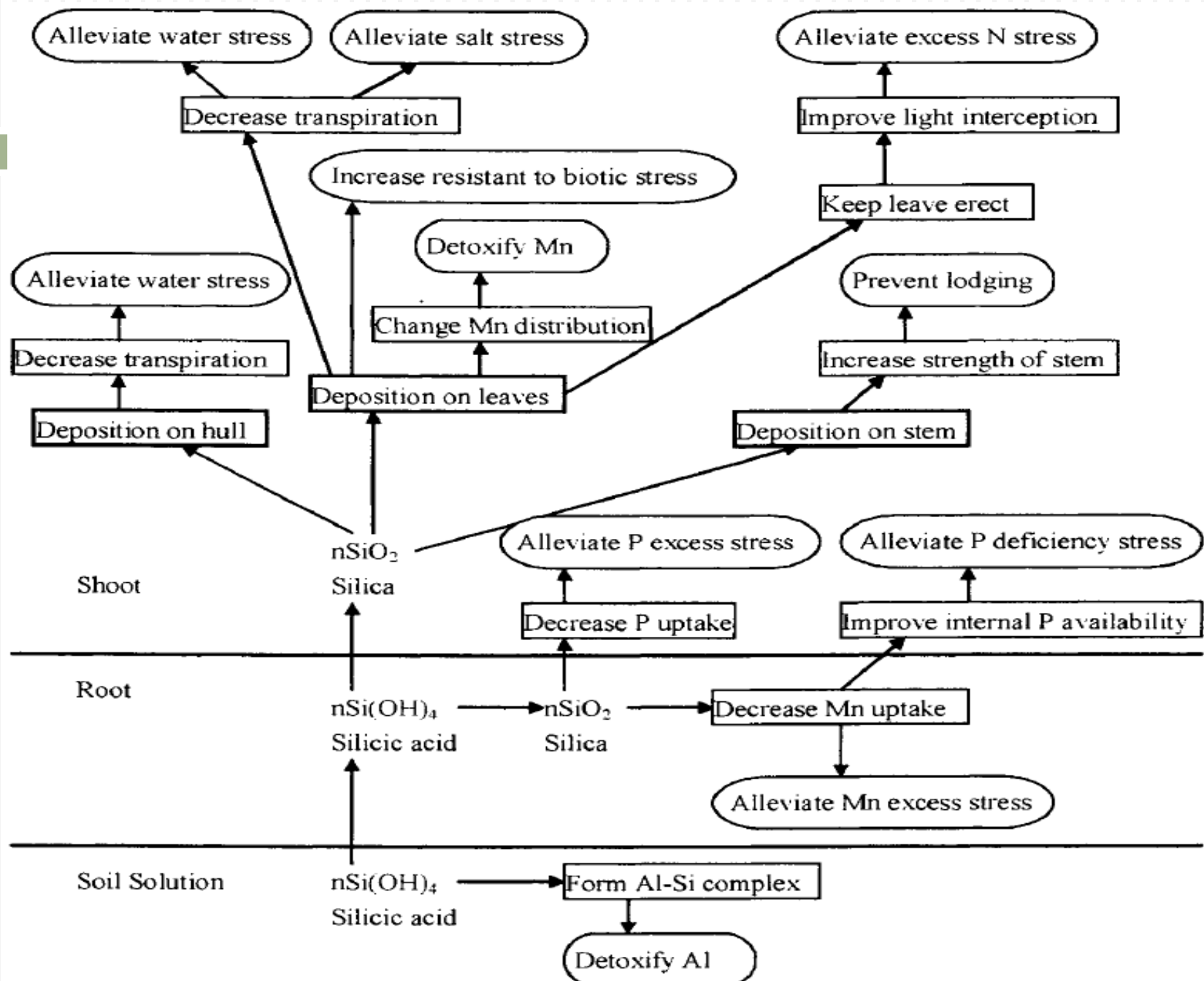
Produtividade de açúcar (TAH)

Sulfometuron metil



SILÍCIO

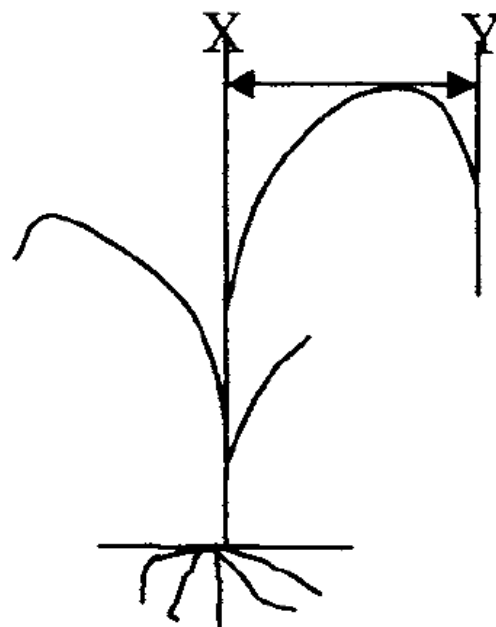
“A aplicação foliar de Si (metassilicato de sódio, $(\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})$, 500 ppm) em cana-de-açúcar, combinado com Paraquat e Diquat, conservou a integridade do tecido foliar, sendo atribuído ao Si a função de proteção para reações fotossintéticas e, conseqüentemente, aumento no nível de sacarose, além do que, o elemento suprimiu a atividade enzimática da amilase e invertase foliar. Dessa forma os efeitos indesejáveis de compostos químicos (maturadores) podem ser modificados mediante a regulação de enzimas críticas” – Alexander et al. (1970).



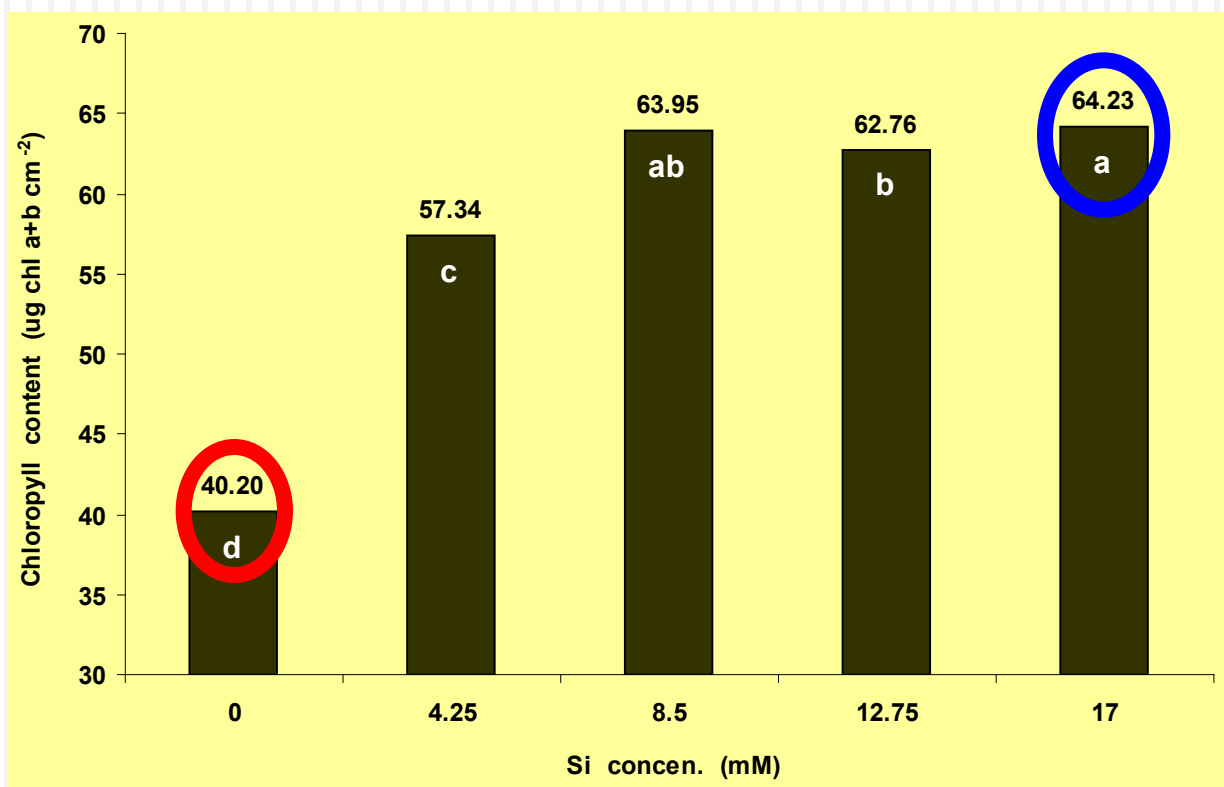
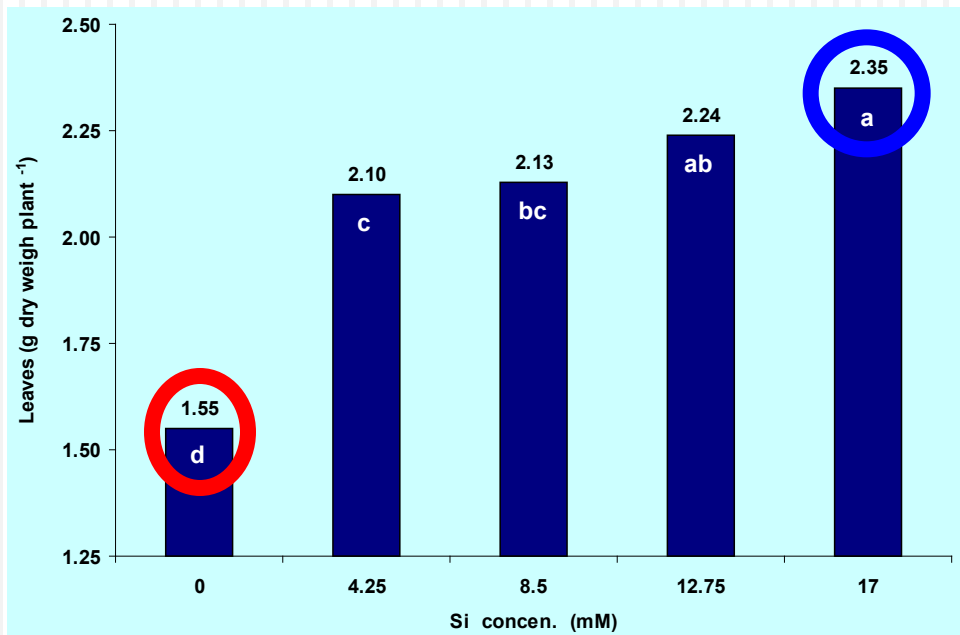
Effect of silica gel application on the character of rice seedlings

Amount applied (g)	Seedling height (cm)	Leaf number per seedling	Erectness of leaf-blade* (cm)	Length of 3 rd leaf-blade (cm)	Dry weight of 100 seedlings	SiO ₂ content of seedlings (%)
0	15.8	3.16	4.95±0.68	9.18	1.79	2.46
50	15.8	3.22	3.86±0.74	9.05	2.00	4.47
100	16.2	3.22	3.57±0.42	9.09	1.94	4.77
250	16.0	3.12	2.96±0.52	9.34	2.22	6.89
500	16.4	3.22	2.52±0.78	9.83	2.31	6.53

*expressed by distance between X and Y

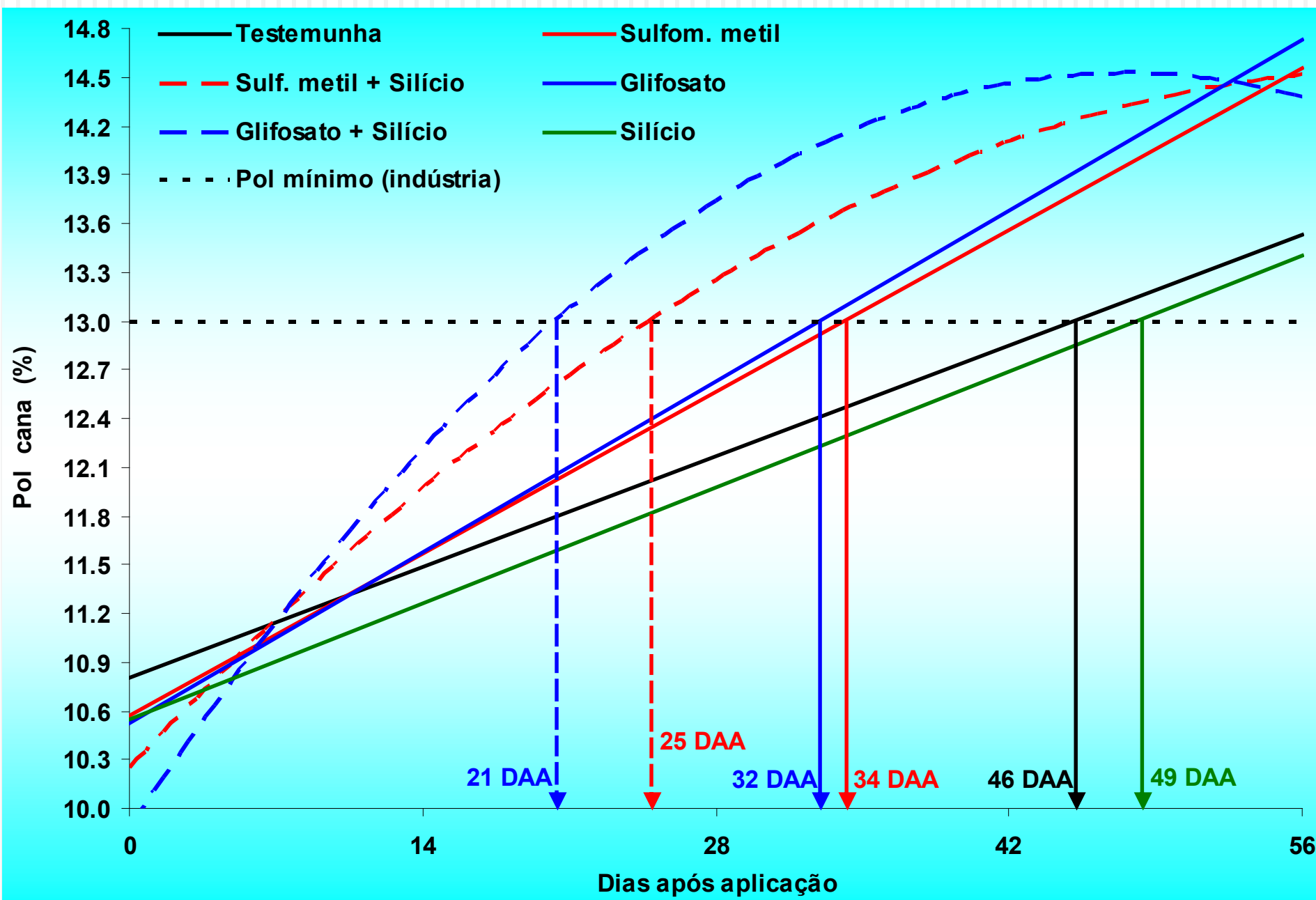


Fonte: WAND e GALLETTA (1998)



RESULTADOS OBTIDOS MEDIANTE APLICAÇÃO DE SILÍCIO E MATURADORES EM INÍCIO DE SAFRA





SILÍCIO E MATURADORES EM INÍCIO DE SAFRA

- **Locais:**

- Igaraçu do Tiete (Grupo RAÍZEN – Unidade Barra)
 - Latossolo roxo eutrófico
- Olimpia (Grupo TEREOS - Guarani)
 - Argissolo vermelho-amarelo eutrófico → 0,20 mg dm⁻³ de B

- **Cultivar :**

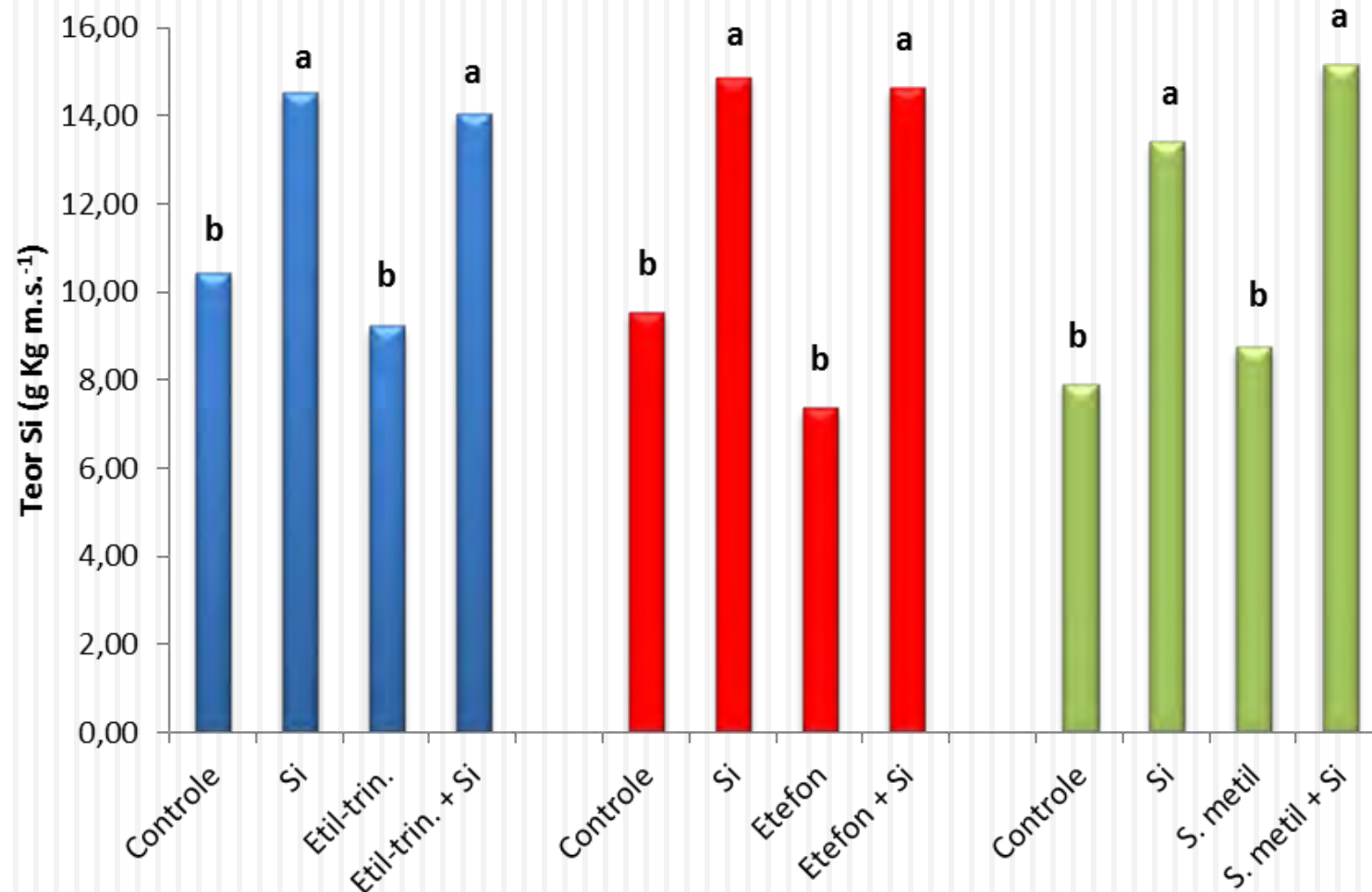
- RB855453 (maturação precoce)



SILÍCIO E MATURADORES EM INÍCIO DE SAFRA

- **Datas:**
 - 1º ano Raízen: aplicação 23/03/2009 e colheita 04/06/2009
 - 2º ano Raízen: aplicação 18/03/2010 e colheita 19/05/2010
 - 1º ano Tereos: aplicação 10/04/2008 e colheita 10/06/2008
 - 2º ano Tereos: aplicação 25/03/2009 e colheita 28/05/2009
- **Cana soca:** 3º/4º corte (RAÍZEN), 2º/3º corte (TEREOS)
- **Doses:**
 - **Etil-trinexapac:** 200 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Moddus, dose 0,8 L p.c. ha⁻¹)
 - **Etefon:** 720 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Ethrel 720, dose 0,66 L p.c. ha⁻¹)
 - **Sulfometuron metil:** 0,15g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Curavial, dose 20 g p.c. ha⁻¹)
 - **Silício:** 1 400 g ha⁻¹ (Silicato de potássio)

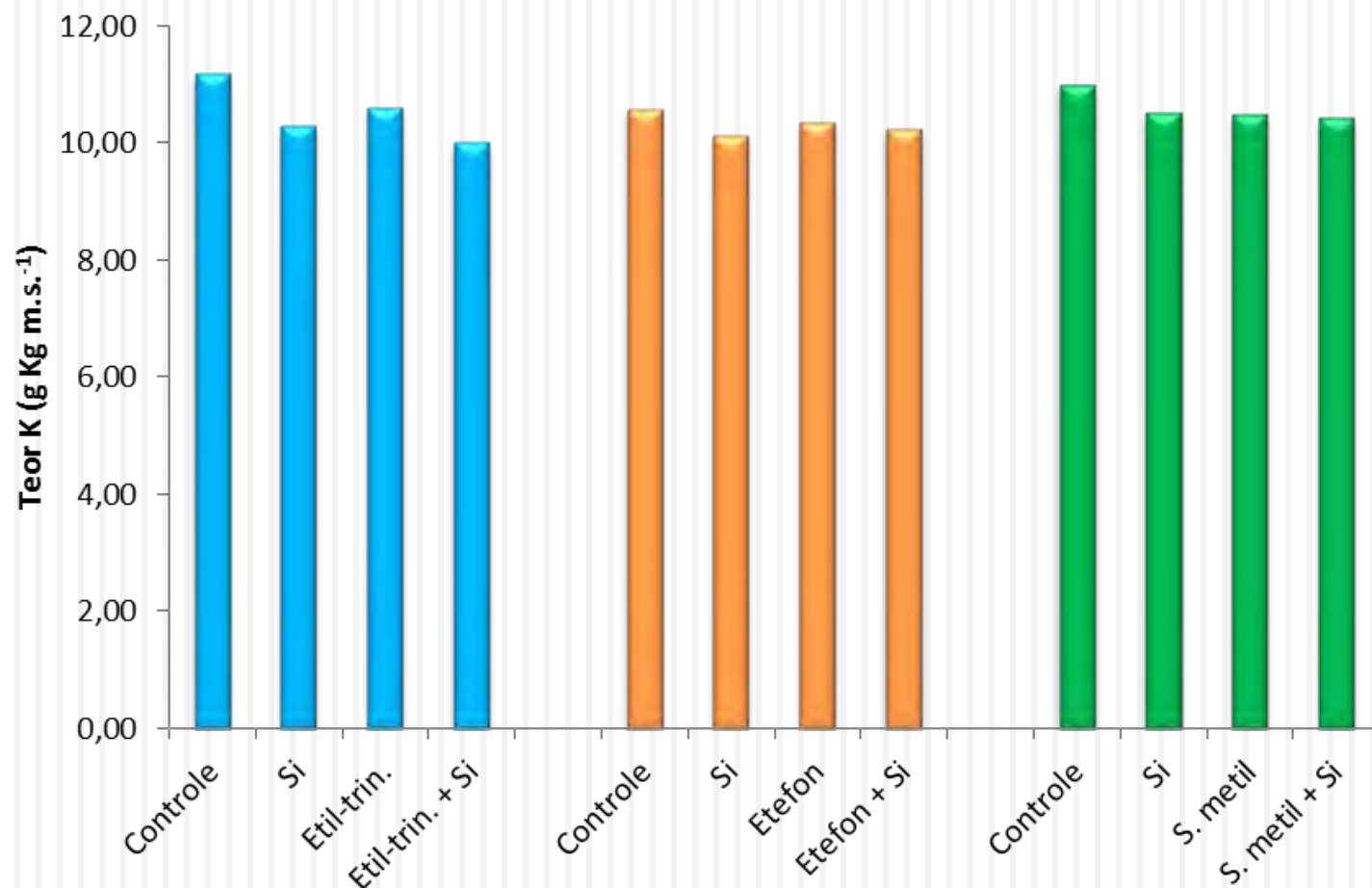
Teor de silício (g Kg⁻¹)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação

Foltran (2013)

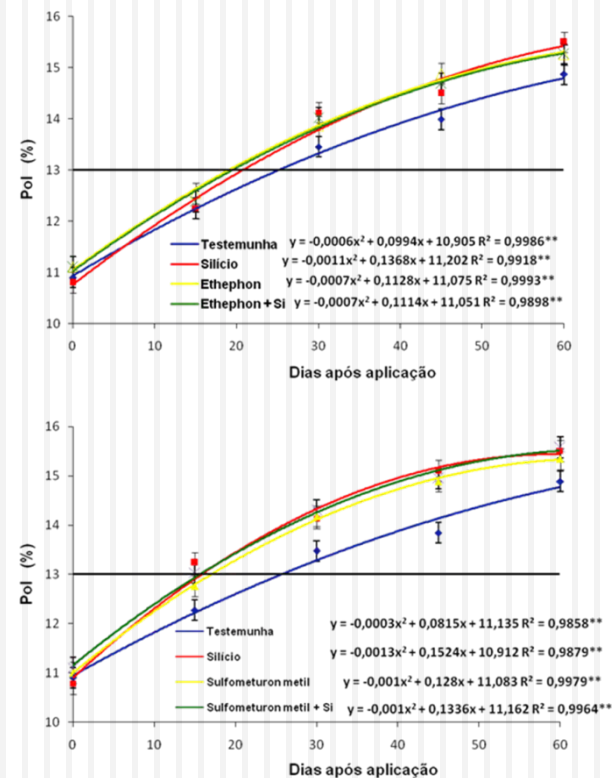
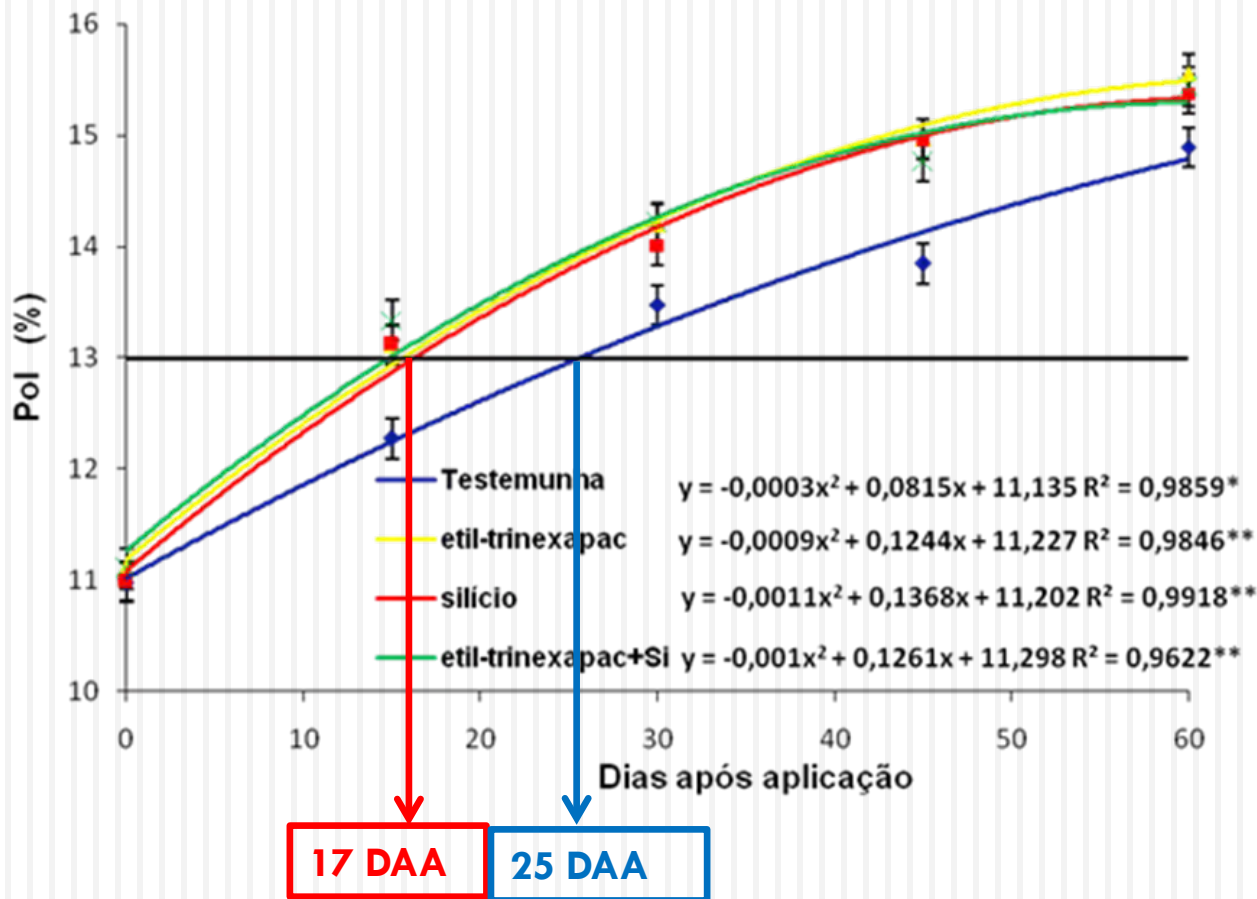
Teor de potássio (g Kg⁻¹)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação

Foltran (2013)

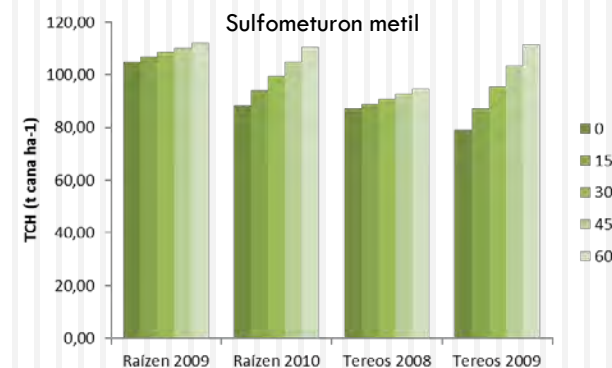
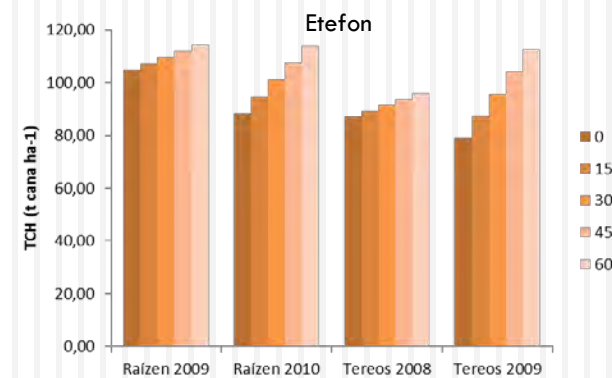
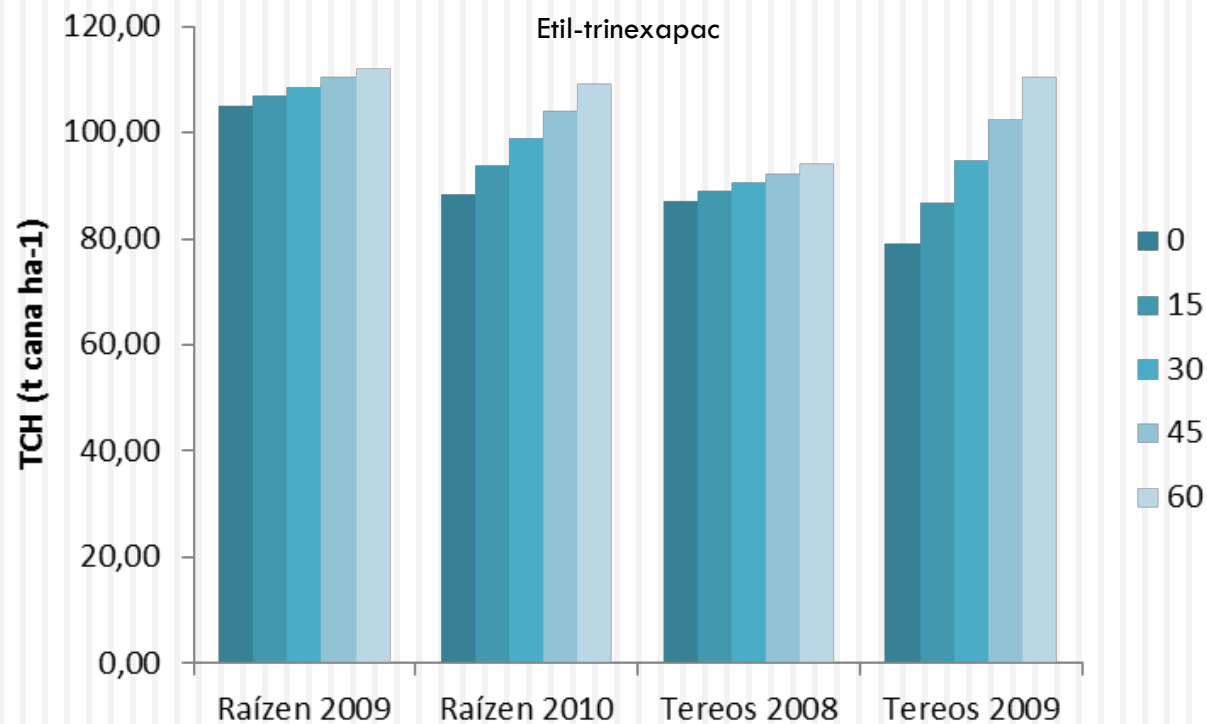
Pol (%)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação

Foltran (2013)

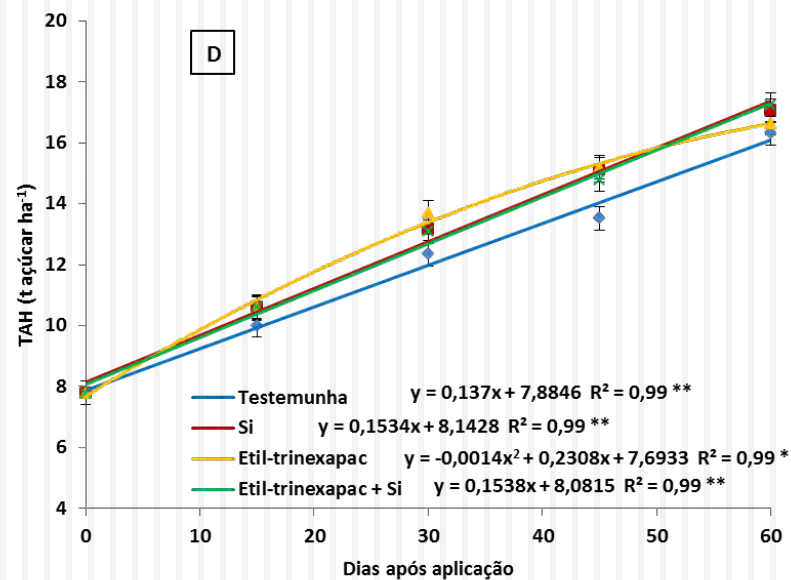
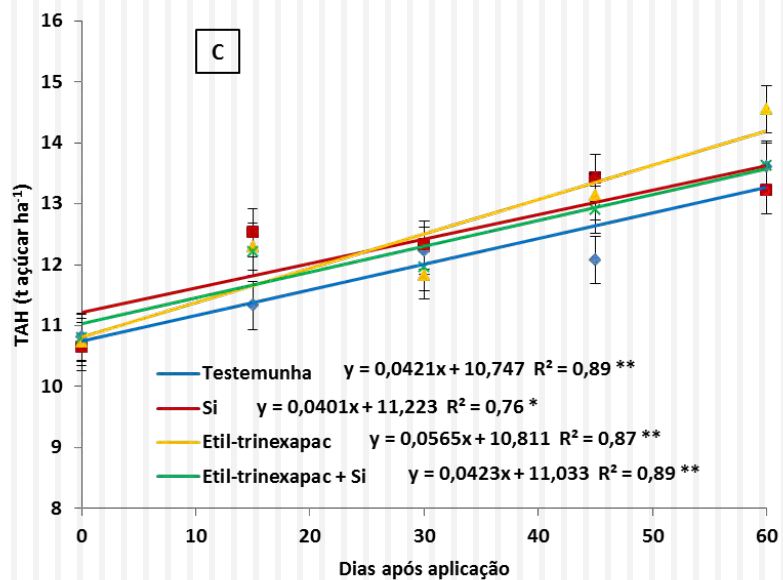
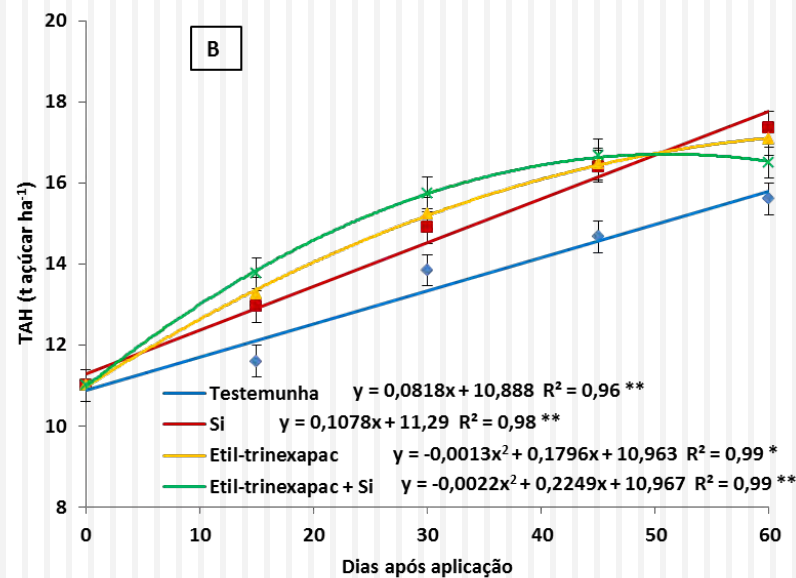
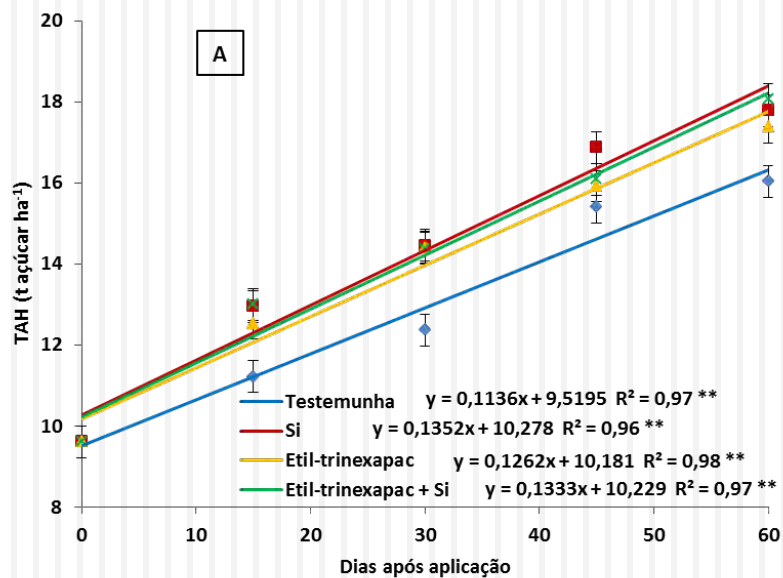
Produtividade de colmos (TCH)



* Média de 4 tratamentos (Controle, Si, Maturador e Maturador + Si)

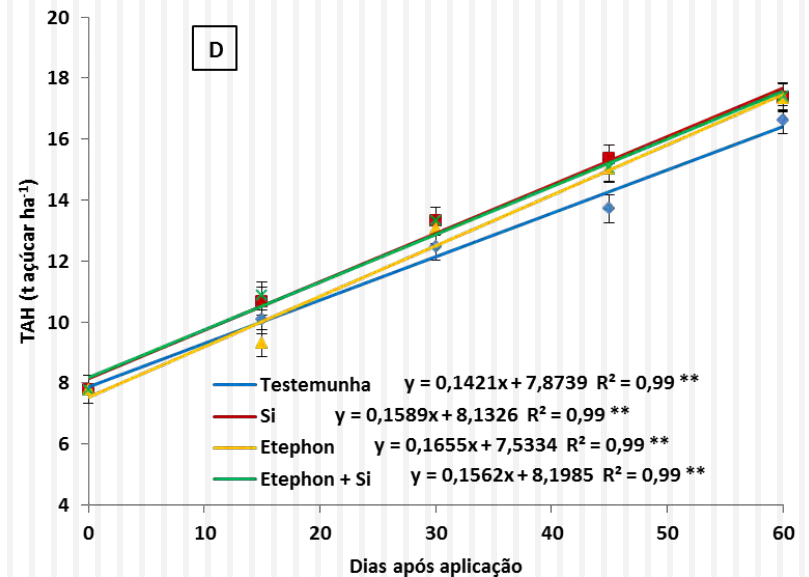
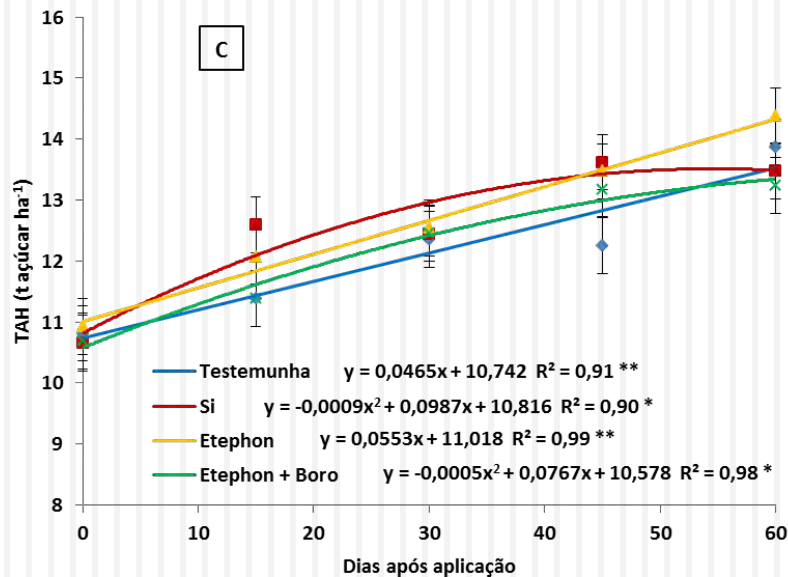
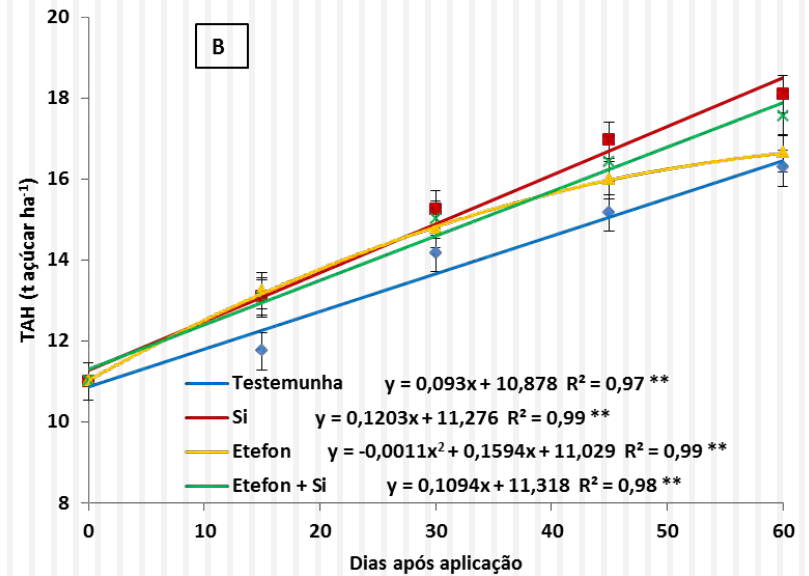
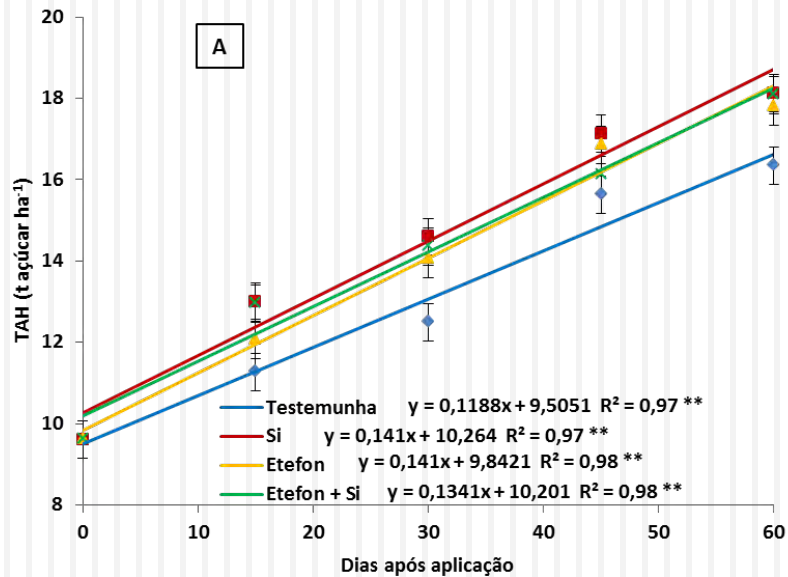
Produtividade de açúcar (TAH)

Etil-trinexapac



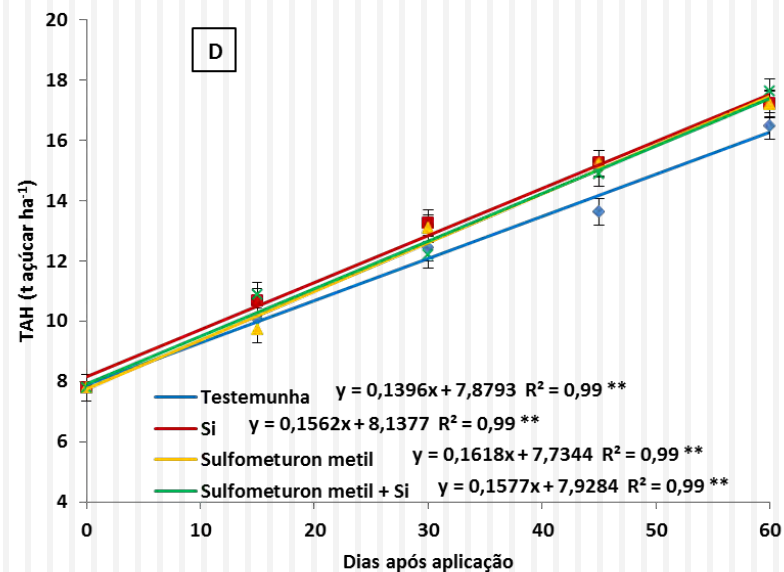
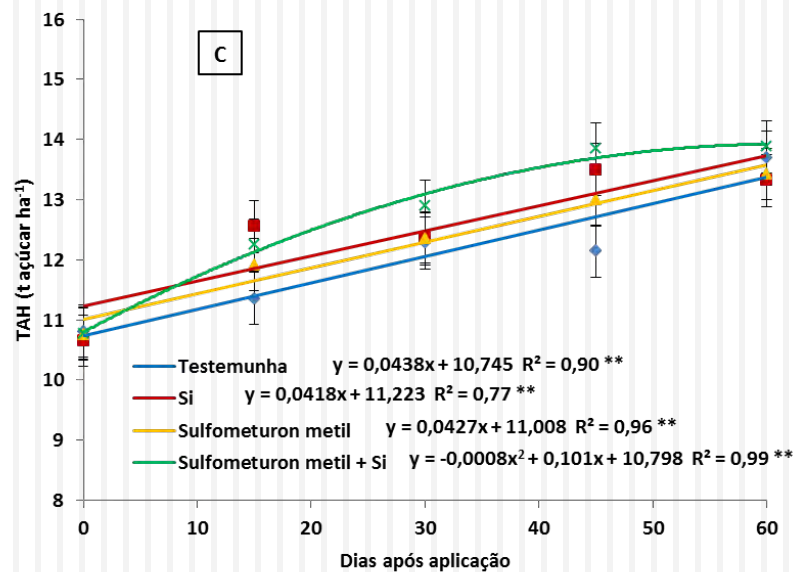
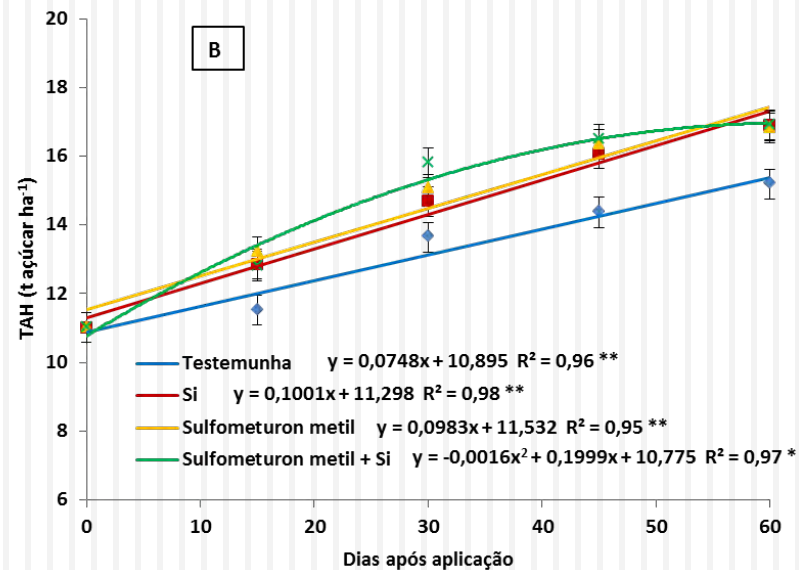
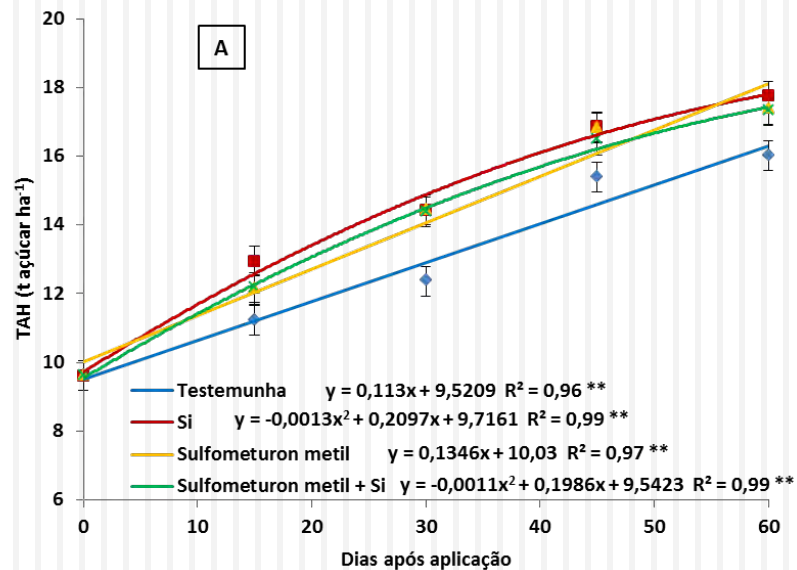
Produtividade de açúcar (TAH)

Etefon



Produtividade de açúcar (TAH)

Sulfometuron metil





**RESULTADOS
OBTIDOS
MEDIANTE
APLICAÇÃO DE
SILÍCIO E
MATURADORES
EM FINAL DE
SAFRA**

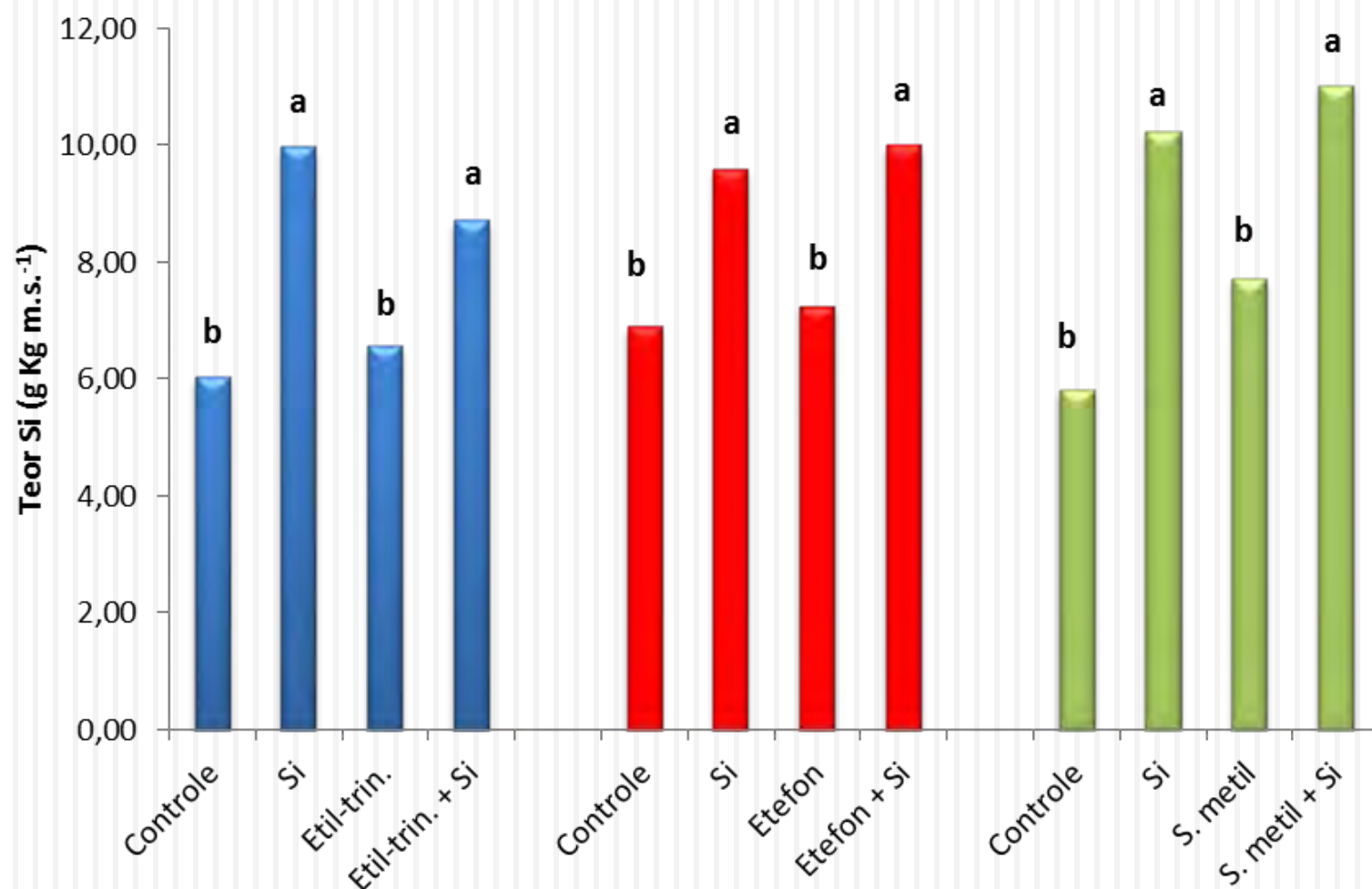
SILÍCIO E MATURADORES EM FINAL DE SAFRA

- **Locais:**
 - Igaraçu do Tiete (Grupo RAÍZEN – Unidade Barra)
 - Latossolo roxo eutrófico
 - Olimpia (Grupo TEREOS - Guarani)
 - Argissolo vermelho-amarelo eutrófico → 0,20 mg dm⁻³ de B
- **Cultivares:**
 - SP80-3280 (maturação média-tardia) → RAÍZEN
 - RB86 7515 (maturação média-tardia) → TEREOS

SILÍCIO E MATURADORES EM FINAL DE SAFRA

- **Datas:**
 - 1º ano Raízen: aplicação 23/10/2008 e colheita 02/12/2008
 - 2º ano Raízen: aplicação 14/10/2009 e colheita 02/12/2009
 - 1º ano Tereos: aplicação 27/10/2008 e colheita 04/12/2008
 - 2º ano Tereos: aplicação 02/11/2009 e colheita 17/12/2009
- **Cana soca:** 4º/5º corte (RAÍZEN), 2º/3º corte (TEREOS)
- **Doses:**
 - **Etil-trinexapac:** 200 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Moddus, dose 0,8 L p.c. ha⁻¹)
 - **Etefon:** 720 g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Ethrel 720, dose 0,66 L p.c. ha⁻¹)
 - **Sulfometuron metil:** 0,15g i.a. ha⁻¹ (produto comercial Curavial, dose 20 g p.c. ha⁻¹)
 - **Silício:** 1 400 g Si ha⁻¹ (Silicato de potássio)

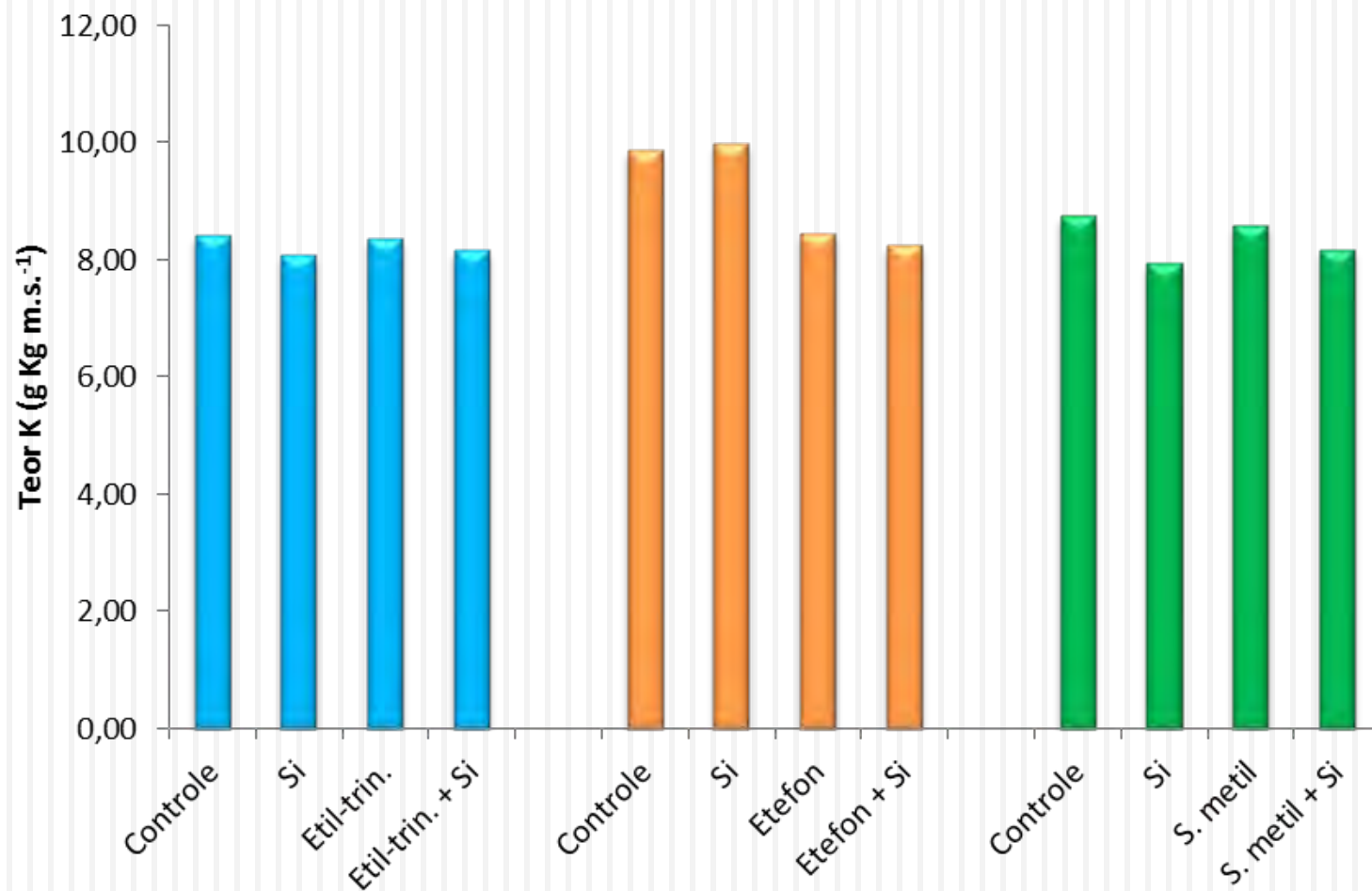
Teor de silício (g Kg⁻¹)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação

Foltran (2013)

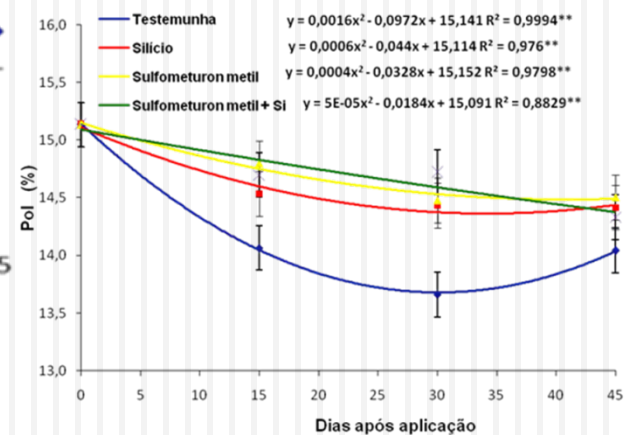
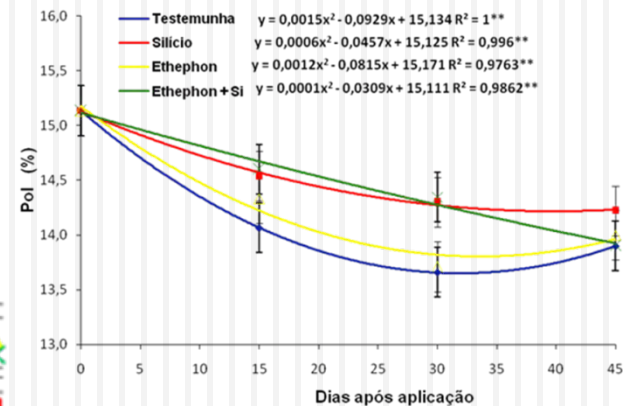
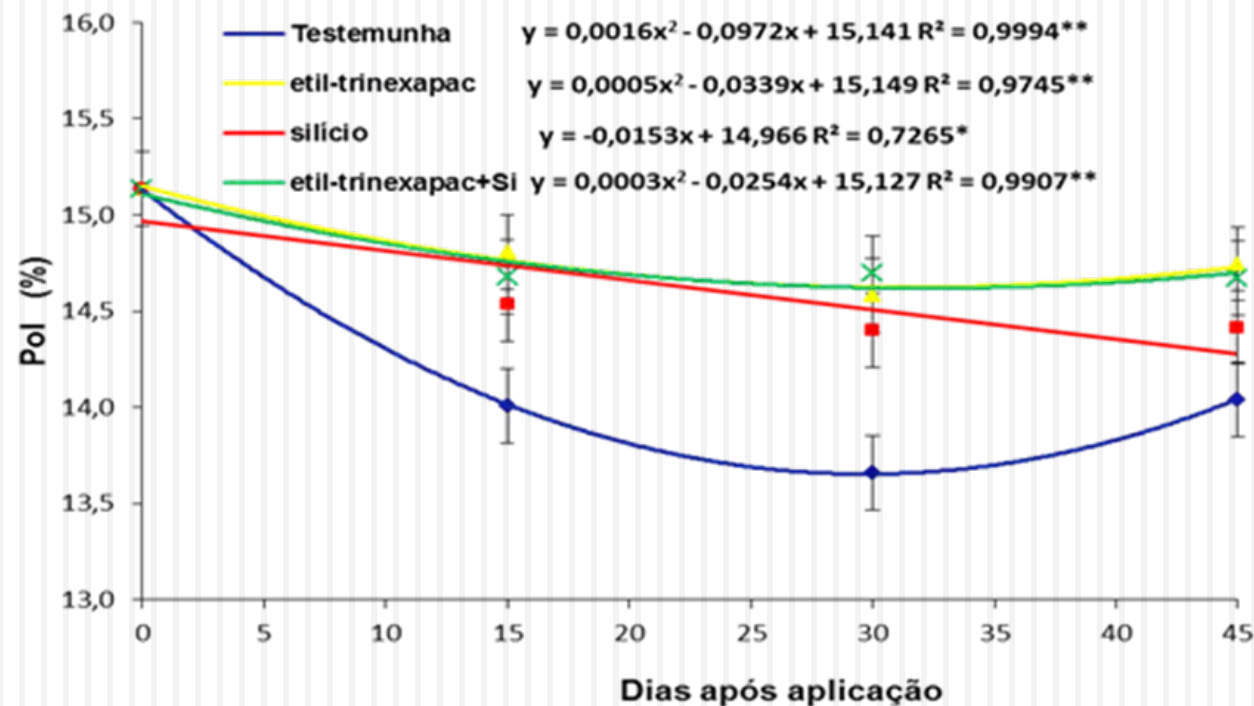
Teor de potássio (g Kg⁻¹)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação

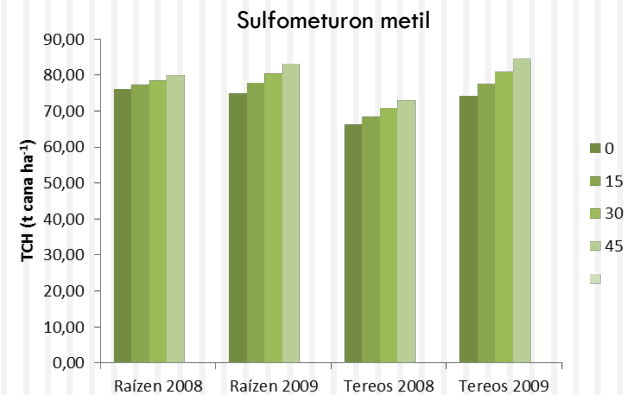
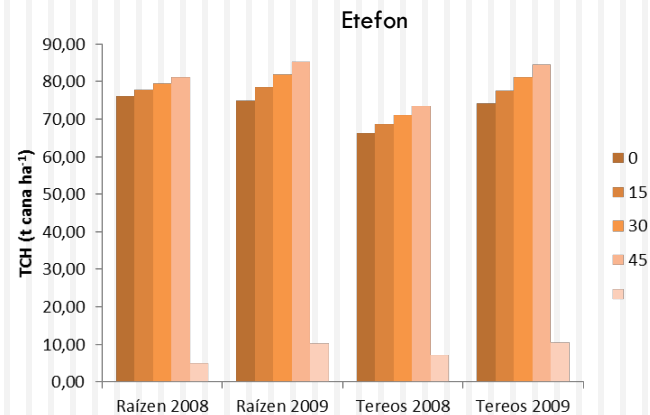
Foltran (2013)

Pol (%)



* Média de 2 locais e 2 anos de experimentação
Foltran (2013)

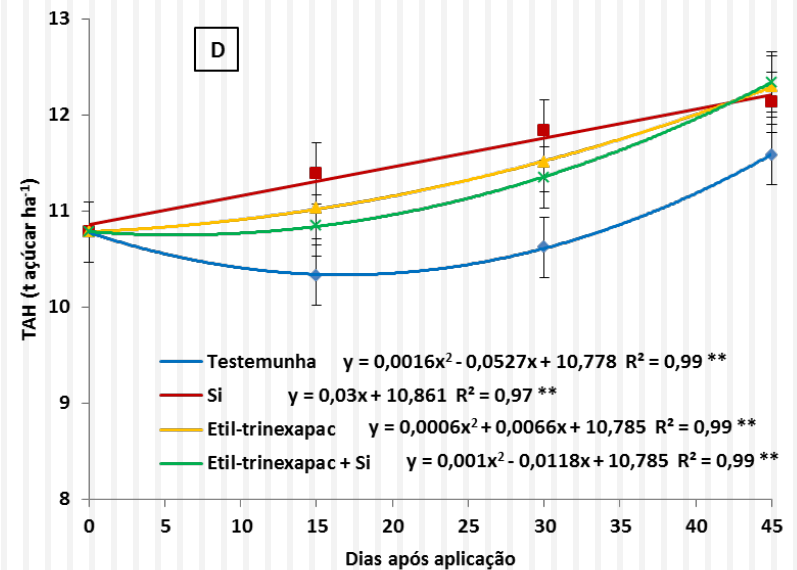
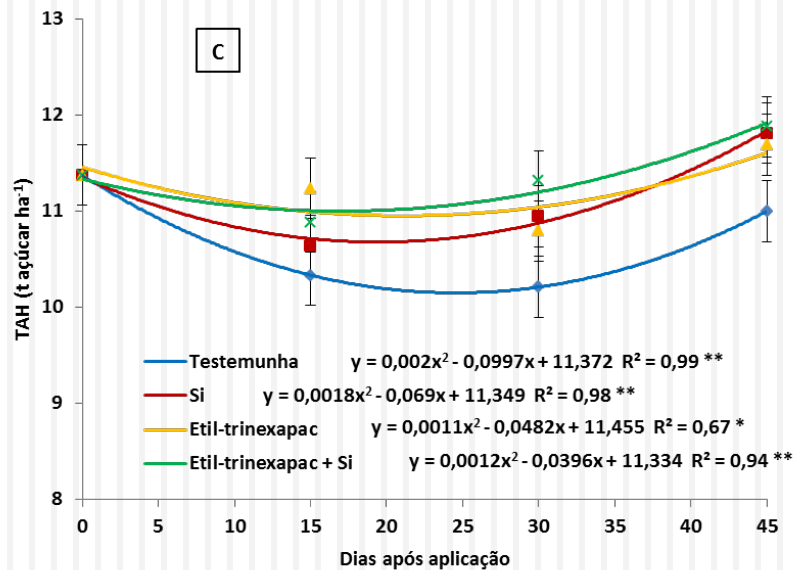
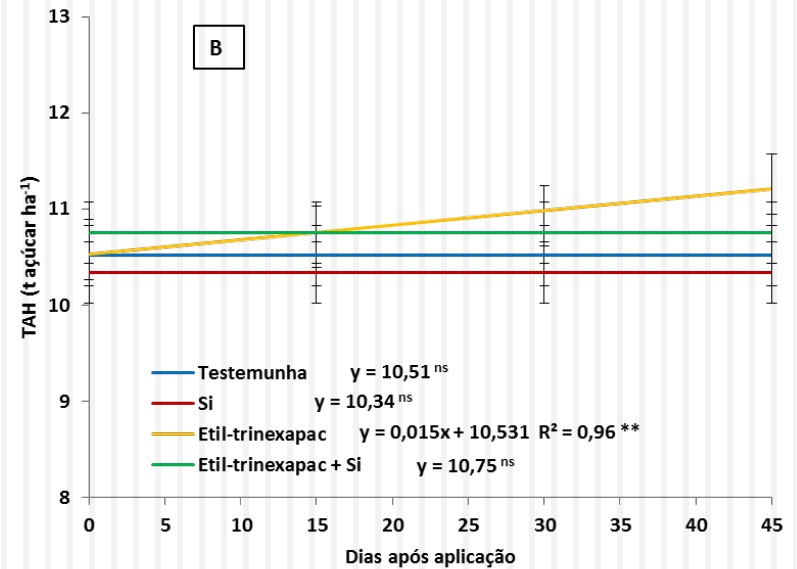
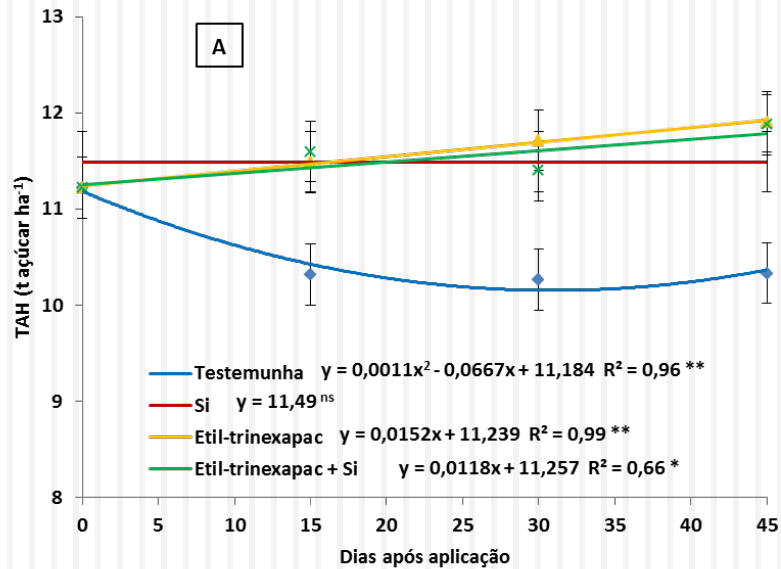
Produtividade de colmos (TCH)



* Média de 4 tratamentos (Controle, Si, Maturador e Maturador + Si)

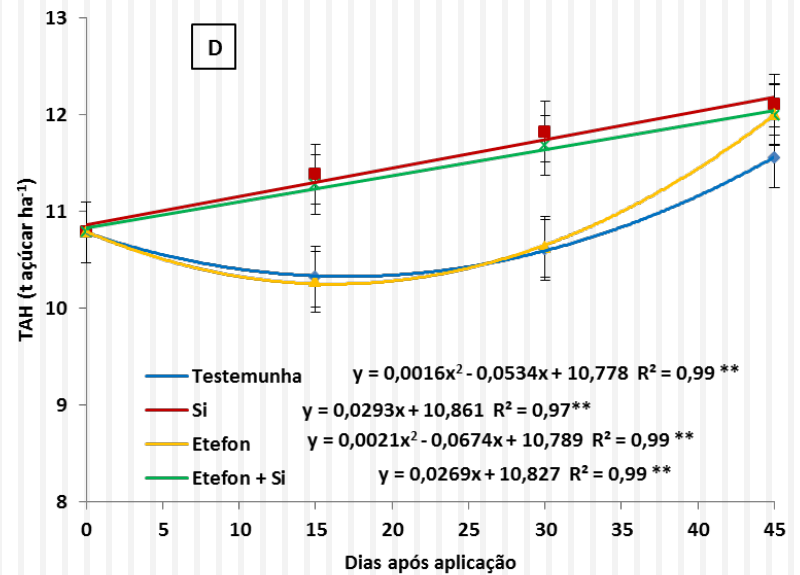
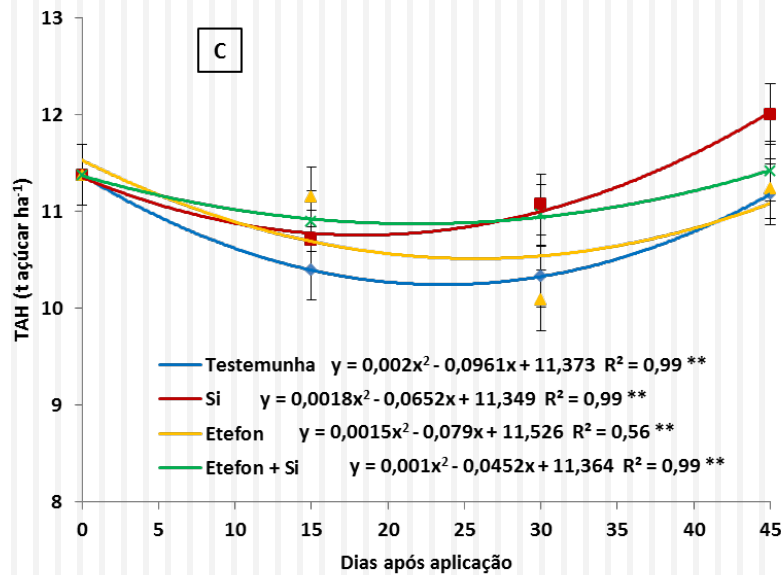
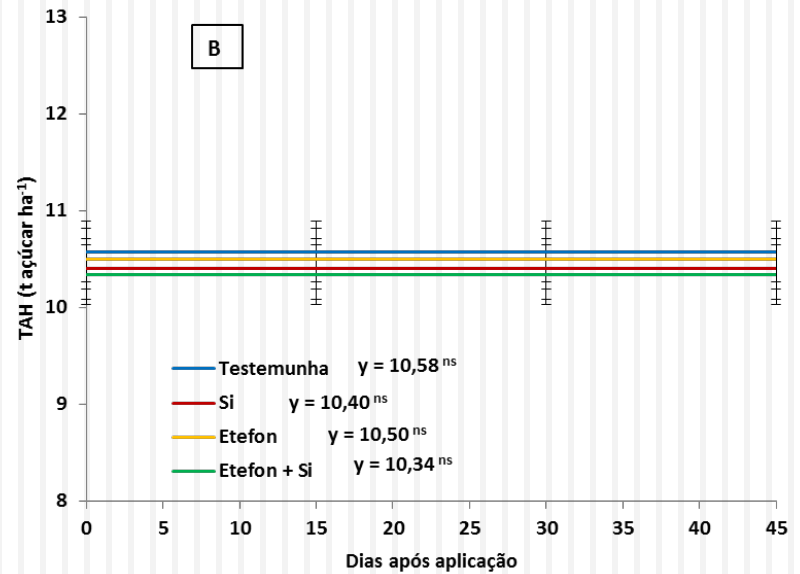
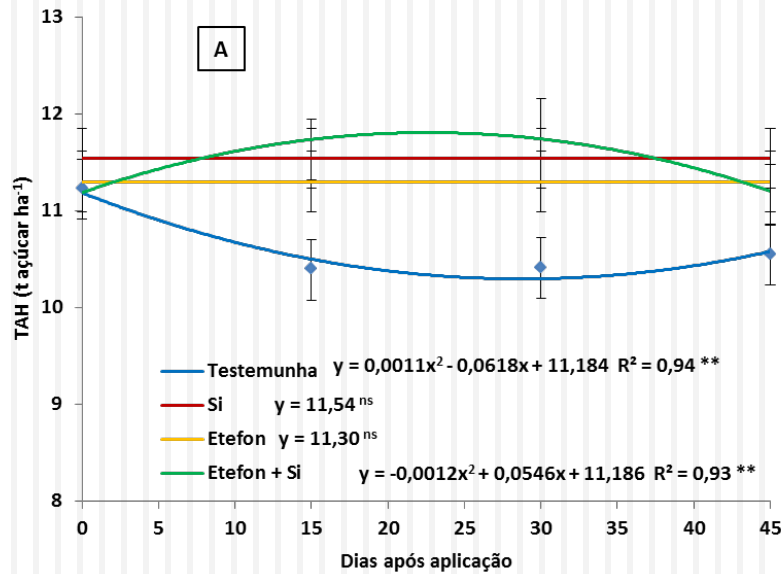
Produtividade de açúcar (TAH)

Etil-trinexapac



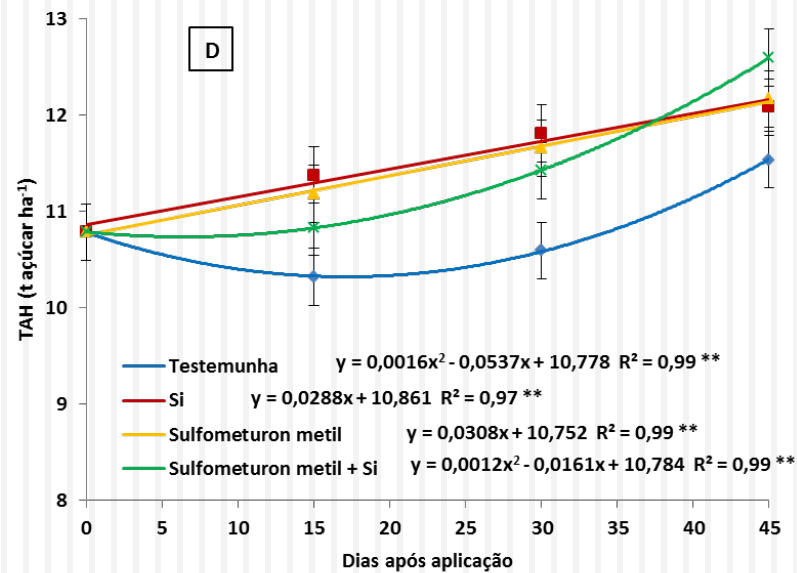
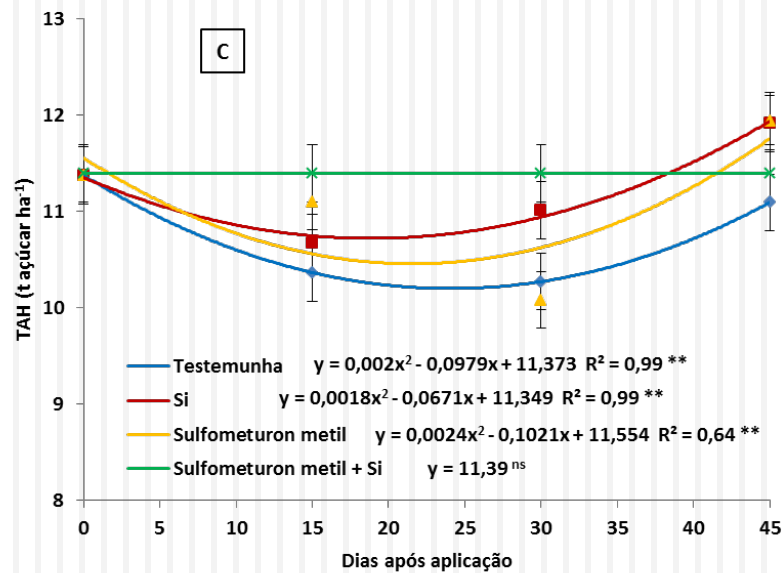
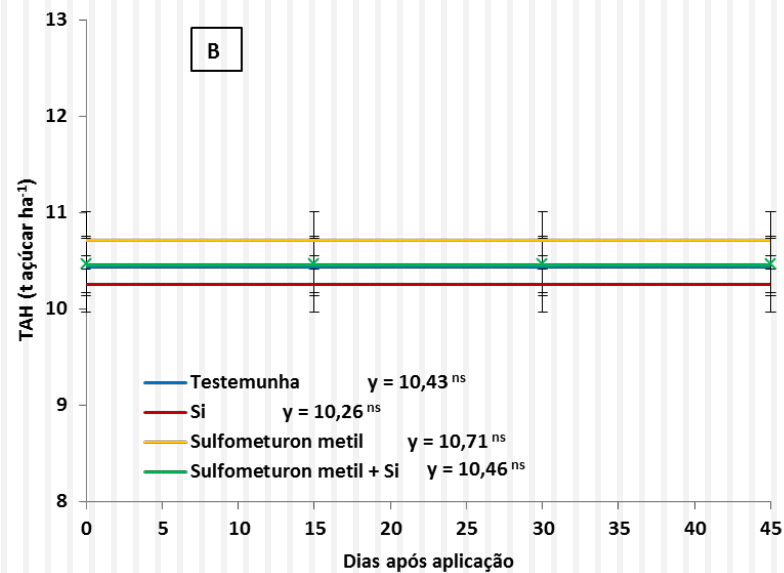
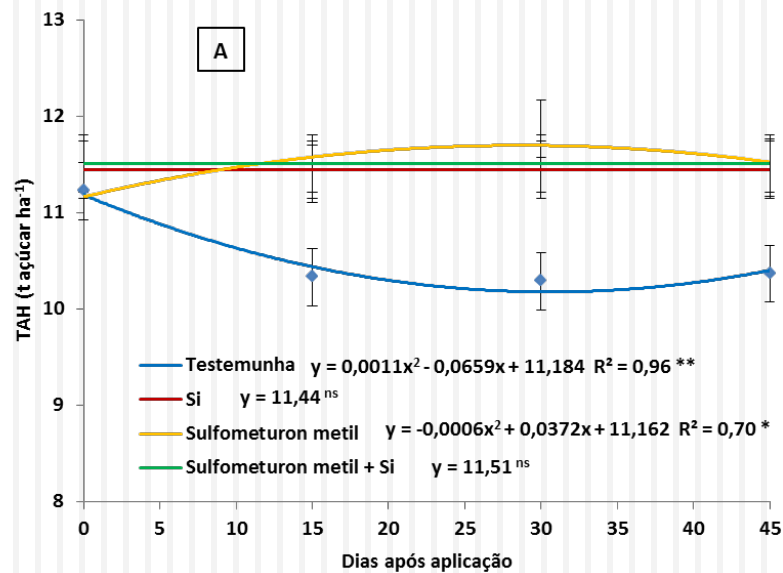
Produtividade de açúcar (TAH)

Etefon



Produtividade de açúcar (TAH)

Sulfometuron metil



CONSIDERAÇÕES FINAIS (Mistura)

- A aplicação dos maturadores em mistura ao glyphosate foi eficiente em antecipar a colheita revelando valores semelhantes à aplicação isolada dos produtos. Portanto, esta prática pode ser utilizada visando minimizar os custos com a aplicação de maturadores.
- Há necessidade de estudos relacionados à rebrota da soqueira, tendo em vista que a aplicação de glyphosate demonstrou efeito residual em alguns estudos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (B)

- A deficiência de boro limita o acúmulo de sacarose na cana-de-açúcar.
- A aplicação de boro via foliar na pré-maturação da cana-de-açúcar, em lavouras sob deficiência do nutriente, proporciona maior acúmulo de sacarose.
- Em lavouras sob deficiência de boro, a aplicação tanto do elemento quanto dos maturadores proporciona resultados semelhantes na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (B)

- A ação metabólica do boro na cana-de-açúcar é diferente da ação dos maturadores, portanto o nutriente não pode substituí-los.
- Será que plantas bem nutridas com boro e que recebessem suplementação do nutriente, no estágio de pré-maturação, teriam incremento no teor de sacarose???

CONSIDERAÇÕES FINAIS (Si)

- A aplicação de maturadores, isolados ou associado ao Si, em início de safra, tem baixa probabilidade de afetar a produtividade de colmos.
- A aplicação de maturadores foi eficiente na elevação da Pol e melhoria da qualidade tecnológica da cana.
- A aplicação isolada de Si foliar promoveu melhoria na qualidade tecnológica da cana.
- A aplicação de Si, associado ou não a maturadores, em final de safra, minimizou a intensidade de redução da qualidade da matéria prima.

COLABORADORES



- **Prof. Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol (FCA/Unesp)**
- **Eng. Agr. Dr. Glauber Henrique P. Leite (FCA/Unesp)**
- **Eng. Agr. Dr. Rodrigo Foltran (FCA/Unesp)**
- **Eng. Agr. MSc. Deise Paula Silva (FCA/Unesp)**

APOIO

(AGRADECIMENTOS)





UNESP

Contato: gaerraz@yahoo.com.br

Tel: (19) 992414079



OBRIGADA