

# **EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO**

- I — CAPIM COLONIÃO**
- II — COLZA**
- III — SORGO SACARINO**

Coordenador  
**Prof. E. MALAVOLTA**



**JULHO 1984**

*Coordenador:*

E. Malavolta

*Autores:*

*Centro de Ciências  
Agrárias, UFPB  
Areia, PB*

Humberto Silva  
Depto. de Fitotecnia

*Centro de Ciências  
Rurais, UFSM  
Santa Maria, RS*

João Kamisky  
Depto. de Solos

*Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz"  
USP, Piracicaba, SP*

Celso Lemaire de Moraes  
Depto. de Zootecnia  
Eurípedes Malavolta  
Depto. de Química e CENA

Isabel Eimori  
Estudante de Pós-Graduação  
Depto. de Química e CENA

Janice Guedes de Carvalho  
Estudante de Pós-Graduação  
Depto. de Química e CENA

Luiz Augusto Buzolin Cabral Vasconcelos  
Estudante de Pós-Graduação  
Depto. de Química e CENA

Manoel Raimundo Guilherme  
Estudante de Pós-Graduação  
Depto. de Química e CENA

Maria Lígia Malavolta  
Lic. Economia Doméstica  
Estagiária, CENA

Paulo Tácito Gontijo Guimarães  
Estudante de Pós-Graduação  
Depto. de Química e CENA

Renato Xavier de Moraes  
Engenheiro Agrônomo

Virgílio de Moraes Ruy  
Estudante de Pós-Graduação  
Depto. de Química e CENA

*Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias  
UNESP, Jaboticabal*

Domingos Fornasieri Filho  
Depto. de Fitotecnia

Godofredo Cesar Vitti  
Depto. de Solos e Adubos

Miguel Angelo Mutton  
Depto. de Fitotecnia

Fernando Cesar Zambello  
Estudante de Agronomia

*Faculdade de Ciências  
Agronômicas, UNESP  
Botucatu, SP*

Ciro Antonio Rosolem  
Depto. de Agricultura e Sivicultura

## APRESENTAÇÃO

*Em 1º de dezembro de 1982, com o surgimento oficial do SN-Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio Ltda., nos propusemos a divulgar, incentivar e pesquisar a utilização do já tradicional Sulfato de Amônio, como uma importante fonte de enxofre.*

*Para isso, em convênio com a FEALQ — Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba (SP), foram instalados experimentos com as principais culturas brasileiras nas Faculdades de Agronomia em Piracicaba, Botucatu e Jaboticabal, na Fazenda Experimental da EPAMIG em São Sebastião do Paraíso (MG), no Centro Nacional de Pesquisa — Arroz e Feijão (EMBRAPA) em Goiânia (GO) e em inúmeras propriedades particulares.*

*Alvo que fomos de tantas referências elogiosas pela edição de nossos Boletins Técnicos n.º 1 e n.º 2, é com entusiasmo que lançamos o Boletim Técnico n.º 3. Uma vez mais, sob a “regência” do mestre Prof. E. Malavolta, são apresentados resultados obtidos de ensaios concluídos, já instalados pela nossa iniciativa: capim colonião, colza e sorgo sacarino.*

*A lista de culturas vai continuar. Há experimentos em andamento com cana-de-açúcar, café, arroz, trigo e soja.*

*A todos os colaboradores que não mediram esforços na execução meticulosa dos ensaios, ao Prof. Dr. Eduardo Castanho Ferraz, proprietário da Fazenda Santa Maria, município de São Pedro (SP), e às Faculdades de Agronomia envolvidas que gentilmente cederam suas instalações para a instalação dos experimentos, expressamos nossos profundos agradecimentos.*

Eng.º Agr.º Drausio G. Armbruster  
secretário-executivo

São Paulo, julho de 1984

Capa:

Cromos gentilmente cedidos  
pelo Prof. Dr. Godofredo Cesar Vitti,  
UNESP, Jaboticabal - SP

CIP-Brasil. Catalogação-na-Publicação  
Câmara Brasileira do Livro, SP

E27

Efeitos de doses e fontes de enxofre em culturas de interesse econômico / coordenador E. Malavolta. -- São Paulo : SN Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1984.  
(Divulgação técnica : Boletim técnico ; n.3)

Bibliografia.

Conteúdo: 1. Capim colonião. 2. Colza.  
3. Sorge sacarino.

1. Plantas - Efeitos do enxofre 2. Plantas forrageiras - Fertilizantes 3. Solos - Teor de enxofre I. Malavolta, Eurípedes, 1926-

CDD-633.2081  
-631.825  
-631.81

84-1489

Índices para catálogo sistemático:

1. Enxofre : Efeitos : Plantas forrageiras : Ciências agrícolas 633.2081
2. Enxofre : Fertilizantes : Ciências agrícolas 631.81
3. Enxofre : Teor : Solos : Ciências agrícolas 631.825
4. Fertilizantes : Enxofre : Ciências agrícolas 631.81
5. Plantas forrageiras : Efeitos do enxofre : Ciências agrícolas 633.2081
6. Solos : Teor de enxofre : Ciências agrícolas 631.82

É proibida a reprodução total ou parcial, sem a autorização prévia por escrito do editor.

## SUMÁRIO

### EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO

<b>I — CAPIM COLONIÃO</b> .....	9
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
2.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	10
2.1.1. SOLOS .....	10
2.1.2. TRATAMENTOS .....	11
2.1.3. ADUBAÇÃO .....	11
2.1.4. CORTES .....	12
2.1.5. ANÁLISES .....	12
2.2. ENSAIOS EM VASOS .....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
3.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	12
3.1.1. DADOS DE PRODUÇÃO .....	12
3.1.1.1. ENSAIO EM JABOTICABAL .....	12
3.1.1.2. ENSAIO EM SÃO PEDRO .....	13
3.1.2. ANÁLISES .....	13
3.2. ENSAIO EM VASOS .....	18
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	18
4.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	19
4.2. ENSAIOS EM VASOS .....	20
5. SUMMARY .....	21
6. LITERATURA CITADA .....	21
<b>EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO</b>	
<b>II — COLZA</b> .....	25
1. INTRODUÇÃO .....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
2.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	26
2.1.1. SOLOS .....	26
2.1.2. TRATAMENTOS .....	26
2.1.3. ADUBAÇÃO .....	27

2.1.4. CORTES .....	27
2.2. ENSAIOS EM VASOS .....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
3.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	28
3.1.1. PRODUÇÃO .....	28
3.1.2. DIAGNOSE FOLIAR .....	30
3.1.3. ANÁLISE DOS GRÃOS .....	35
3.1.4. ANÁLISE DE SOLOS .....	36
3.2. ENSAIO EM VASOS .....	37
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	40
5. SUMMARY .....	41
6. LITERATURA CITADA .....	42
<b>EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO</b>	
<b>III — SORGO SACARINO .....</b>	<b>45</b>
1. INTRODUÇÃO .....	45
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	46
2.1. VARIEDADE .....	46
2.2. ENSAIOS DE CAMPO .....	46
2.2.1. TRATAMENTOS .....	46
2.2.2. SOLOS .....	47
2.2.3. DIAGNOSE FOLIAR .....	48
2.2.4. ANÁLISES TECNOLÓGICAS .....	48
2.3. ENSAIO EM VASOS .....	48
2.4. ANÁLISES MINERAIS E TECNOLÓGICAS .....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
3.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	49
3.1.1. ENSAIO DE BOTUCATÚ, SP .....	49
3.1.1.1. PRODUÇÃO .....	49
3.1.1.2. DIAGNOSE FOLIAR .....	49
3.1.1.3. ANÁLISES TECNOLÓGICAS .....	51
3.1.2. ENSAIO DE JABOTICABAL .....	51
3.1.2.1. PRODUÇÃO .....	51
3.1.2.2. DIAGNOSE FOLIAR .....	52
3.1.2.3. ANÁLISES TECNOLÓGICAS .....	53
3.1.2.4. ANÁLISES DE SOLO .....	54
3.2. ENSAIO EM VASOS .....	55
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	57
4.1. ENSAIOS DE CAMPO .....	58
4.2. ENSAIO EM VASOS .....	58
5. SUMMARY .....	58
6. LITERATURA CITADA .....	59

## I — CAPIM COLONIÃO

## EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO:

### I. CAPIM COLONIÃO (*Panicum maximum* Jacq.).

E. Malavolta, G. C. Vitti, D. Fornasieri F<sup>o</sup>, P. T. G. Guimarães, M. R. Guilherme, I. Eimori, L. A. B. C. Vasconcellos, C. L. Moraes, J. Kamisky, M. A. Mutton, J. G. Carvalho, V. M. Ruy

#### 1. Introdução

O teor de enxofre total nos solos brasileiros é relativamente baixo quando comparado ao de outros países conforme foi observado há 30 anos (MALAVOLTA, 1952). Por outro lado, algumas culturas têm exigências de S maiores que as de P — arroz, cana-de-açúcar, algodoeiro, feijoeiro, cebola, couve-flor, repolho, tomateiro, ervilha, cenoura, cafeeiro, algumas gramíneas forrageiras (MALAVOLTA, 1982).

Devido a esses dois motivos a resposta à adição de enxofre tem sido verificada experimentalmente, o que, aliás acontece em outras regiões tropicais (BLAIR, 1979).

As causas da deficiência de S são conhecidas (BLAIR, 1979; MALAVOLTA, 1982):

- (1) pobreza no solo, em particular nos pobres em matéria orgânica, como são os arenosos de cerrado;
- (2) alta relação C/S no solo o que dificulta a mineralização e, portanto, o suprimento de enxofre;
- (3) insuficiência da adição via chuva;
- (4) uso de adubos "concentrados" que não possuem S na sua composição (uréia, superfosfato triplo, fosfatos de amônio, cloreto de potássio);
- (5) aumento no uso de fertilizantes provocando, a curto e médio prazo, elevação nas colheitas, seguindo-se diminuição da mesma quando o S atinge o mínimo relativo;
- (6) prática de queimadas para uso de novas áreas; limpeza de pasto e colheita da cana-de-açúcar, causando volatilização do S contido no material vegetal.

Estima-se em torno de 100 mil t anuais o deficit entre a entrada (adubação) e saída (exportação pelas colheitas e erosão) no País e em 1 milhão de t a diferença existente entre o que se deveria usar e o que se usa.

As principais fontes de enxofre disponíveis no País são as seguintes:



*Sulfato de amônio* — 21% de N e 24% de S  
*Superfosfato simples* — 19-21% de  $P_2O_5$  e 12-14% de S  
*Fosfato parcialmente acidulado* — 20-25% de  $P_2O_5$  e 6-8% de S  
*Gesso* — 20-21% de Ca e 15-16% de S  
*Sulfato duplo de potássio e magnésio* —  
 — 22% de  $K_2O$ , 11% de Mg e 22% de S

As exigências minerais do capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) foram estudadas por HAAG et al. (1967) os quais verificaram que 1 t de matéria seca contém as seguintes quantidades de macronutrientes em quilos: N-12, P-2, K - 31, Ca - 4, Mg-2,5 e S-1,0. Por sua vez, QUINN et al (1961) constataram resposta dessa pastagem ao S em solo de cerrado.

O presente trabalho teve por objetivos:

- (1) verificar a resposta do colonião a fontes e doses de S em condições de campo e de casa-de-vegetação;
- (2) verificar o efeito de fontes e doses de S na composição mineral e na composição bromatológica.

## 2. Material e métodos

### 2.1. ENSAIOS DE CAMPO

#### 2.1.1. SOLOS

Foram instalados dois experimentos um em Jaboticabal, SP no campus da Fac. de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP e outro na Fazenda Santa Maria, propriedade do Dr. E. Castanho Ferraz, município de S. Pedro, SP. As características dos dois solos encontram-se na Tabela 2-1. Em Jaboticabal, antes da instalação (setembro de 1981) foi feita a calagem com calcário calcítico, na dose de 4 t/ha, destinada a elevar o pH a 6,0 aproximadamente.

Tabela 2-1. Características dos solos usados nos ensaios de campo.

Características	Jaboticabal LEa	S. Pedro LVA
pH	5,1	5,7
C%	0,72	0,40
P $\mu\text{g/ml}$	15	6
K $\mu\text{g/ml}$	80	82
Ca <sup>+2</sup> e.mg/100 ml	1,1	1,0
Mg <sup>+2</sup> e.mg/100 ml	0,5	0,3
Al <sup>+3</sup> e.mg/100 ml	0,6	0,6
H <sup>+</sup> e.mg/100 ml	4,1	2,3
S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ppm	5	8

### 2.1.2. TRATAMENTOS

Foram usados os seguintes tratamentos, com 7 repetições em blocos ao acaso (Tabela 2-2).

Tabela 2-2. Tratamentos empregados nos ensaios de campo.

Nº	Tratamento
1	NPK + micronutrientes
2	Idem + dose 1 de S como sulfato de amônio (30 kg de S/ha)
3	Idem + dose 2 de S como sulfato de amônio (60 kg de S/ha)
4	Idem + dose 1 de S como K-Mag(*) (30 kg de S/ha)
5	Idem + dose 2 de S como K-Mag (60 kg de S/ha)
6	Idem + dose 1 de S como fosfogesso (30 kg de S/ha)
7	Idem + dose 2 de S como fosfogesso (60 kg de S/ha)

(\*) nome comercial do sulfato duplo de potássio e magnésio.

A parcela experimental apresentava 11 linhas no espaçamento de 0,3 m e com o comprimento de 6 m.

Foram usadas 3 g de semente/6 m de sulco.

### 2.1.3. ADUBAÇÃO

As doses, em quilos/hectare de adubo usadas no plantio foram as seguintes:

N — 30  
 $P_2O_5$  — 180  
 $K_2O$  — 30  
 B — 1  
 Cu — 1  
 Zn — 3

As fontes dos elementos foram: N - nitrato de amônio,  $P_2O_5$  superfosfato triplo,  $K_2O$  — KCl, B - borax, Cu - cloreto, Zn - óxido. O Mineral Agrícola (Indústria Mineradora Pagliato Ltda, Sorocaba, SP) contendo 45% de CaO e 15% de MgO foi usado nos tratamentos 1, 2, 3, 6 e 7 para fornecer o Mg equivalente ao contido no K-Mag.

O S foi fornecido nas doses de 30 e 60 kg por hectare. Em cobertura, entre as linhas, foram aplicadas as mesmas doses de N e  $K_2O$ . Nos tratamentos em que a fonte de S foi o sulfato de amônio, aplicou-se metade no plantio e metade em cobertura.

Depois do 2º corte foi repetida a adubação em cobertura, exceto a dose de sulfato de amônio, empregando-se como fonte de N o nitrato de amônio em todos os tratamentos.

Após o 3º corte readubou-se com 100 kg de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  e com a metade da dose de S e empregou-se também 2,5 kg de Zn/ha. A cobertura foi feita do modo já indicado.

### 2.1.4. CORTES

Os cortes foram feitos em intervalos irregulares devido às condições de clima colhendo-se uma área central de cerca de 1/3 da parcela. Foram feitos 5 em Jaboticabal e 3 em São Pedro.

O material foi seco em estufa a 70-80°C.

### 2.1.5. ANÁLISES

Os macronutrientes foram determinados por métodos convencionais. Fez-se a análise bromatológica por métodos de rotina.

### 2.2. ENSAIOS EM VASOS

Os mesmos tratamentos (Tabela 2-1) com 4 repetições foram usados no ensaio em vasos com o solo LVA de São Pedro.

A adubação inicial foi a seguinte:

- N — 150 ppm
- P — 300 ppm
- K — 150 ppm
- Mg — 30 ppm
- S — 25 ppm (dose 1) e 50 ppm (dose 2)
- B — 1 ppm
- Cu — 1 ppm
- Zn — 5 ppm

O N e o K<sub>2</sub>O foram fornecidos parcialmente: 1/3 no plantio, 2/3 3 dias depois. Após o terceiro corte se fez adubação com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O aplicou-se de novo o S, metade das doses iniciais.

As análises do material foram feitas usando os mesmos métodos empregados nos ensaios de campo.

## 3. Resultados e discussão

### 3.1. ENSAIOS DE CAMPO

#### 3.1.1. DADOS DE PRODUÇÃO

##### 3.1.1.1. Ensaio em Jaboticabal

A Tabela 3-1 mostra em todos os cortes o efeito favorável do S adicionado. Nos três primeiros cortes houve pequena diferença entre as duas doses usadas. A diminuição observada na produção de matéria seca do 2º para o 3º corte sugere esgotamento (extração pela forrageira e perdas por lavagem e erosão) dos adubos empregados. A readubação fez de novo aumentar a produção o que, em termos relativos é observado melhor na Fig. 3-2 a qual deixa claro o efeito favorável da dose maior de enxofre: a dose 2 de sulfato de amônio garantiu no 5º corte uma produção quase 75% mais alta que a obtida sem adição do macronutriente

**Tabela 3-1.** Efeito dos tratamentos na produção de matéria seca. Ensaio de Jaboticabal (média de 7 repetições) (t/ha).

Tratamento	1º	Corte				Total	
		2º	3º	4º	5º	Absoluto	Relativo
1. Sem S	2,51	13,66	6,71	11,06	12,21	46,15	100
2. Sulf. amônio, dose 1	3,11	15,21	7,74	13,76	15,77	55,59	120
3. Sulf. amônio, dose 2	3,16	14,79	7,75	13,78	20,98	60,46	131
4. K-Mag, dose 1	2,67	14,26	7,26	12,61	16,04	52,84	114
5. K-Mag, dose 2	2,83	14,39	7,90	13,57	18,83	57,52	124
6. Gesso, dose 1	2,55	14,16	7,77	12,61	15,22	52,61	114
7. Gesso, dose 2	2,97	14,85	7,80	13,32	18,36	57,30	124

MÉDIA  
DE SOQUEIROS

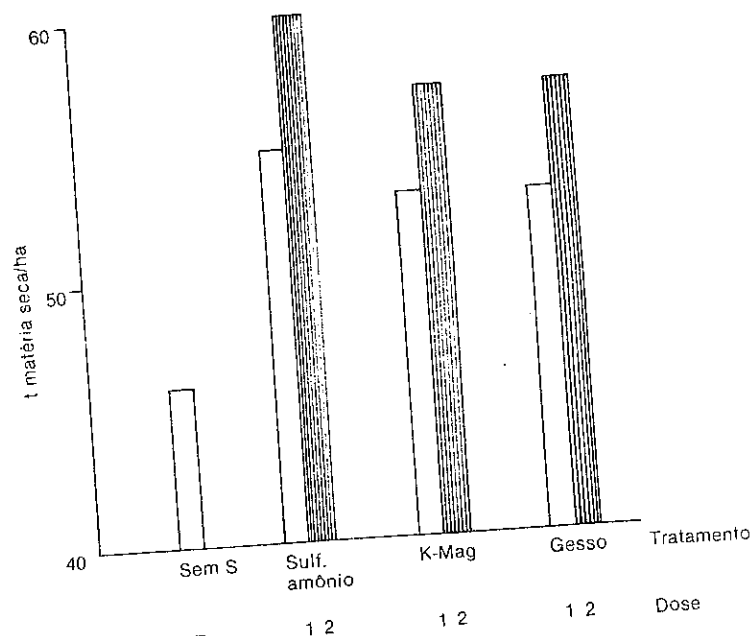
A Fig. 3-1 mostra que, no conjunto dos 5 cortes, a adição de S fez com que a produção de matéria seca aumentasse entre 6 (dose 1 de K-Mag ou gesso) e 14 t por ha (dose 2 de sulfato de amônio). Mostra ainda que a eficiência do K-Mag e do gesso foram iguais sendo, porém, menor que a do sulfato de amônio.

#### 3.1.1.2. Ensaio em São Pedro

A Tabela 3-2 apresenta os dados obtidos no ensaio conduzido em São Pedro.

**Tabela 3-2.** Efeito dos tratamentos na produção de matéria seca. Ensaio de S. Pedro (média de 7 repetições) (t/ha).

Tratamento	1º	Corte		Absoluto	Total	
		2º	3º		Relativo	
1. Sem S	4,45	5,07	7,14b	16,66	100	
2. Sulf. amônio, dose 1	4,89	5,76	8,52a	19,17	115	
3. Sulf. amônio, dose 2	5,21	5,88	7,74ab	18,83	113	
4. K-Mag, dose 1	4,67	5,86	7,13b	17,66	106	
5. K-Mag, dose 2	4,88	5,70	4,67b	15,25	92	
6. Gesso, dose 1	4,81	5,42	7,17b	17,40	104	
7. Gesso, dose 2	4,83	5,62	6,77b	17,22	103	
F	0,73	0,69	4,65**	—	—	
C.V. %	15	19	11	—	—	
d.m.s.	1,21	1,77	1,37	—	—	



**Figura 3-1.** Efeito dos tratamentos na produção de matéria seca de Colonião, 5 cortes, Jaboticabal.

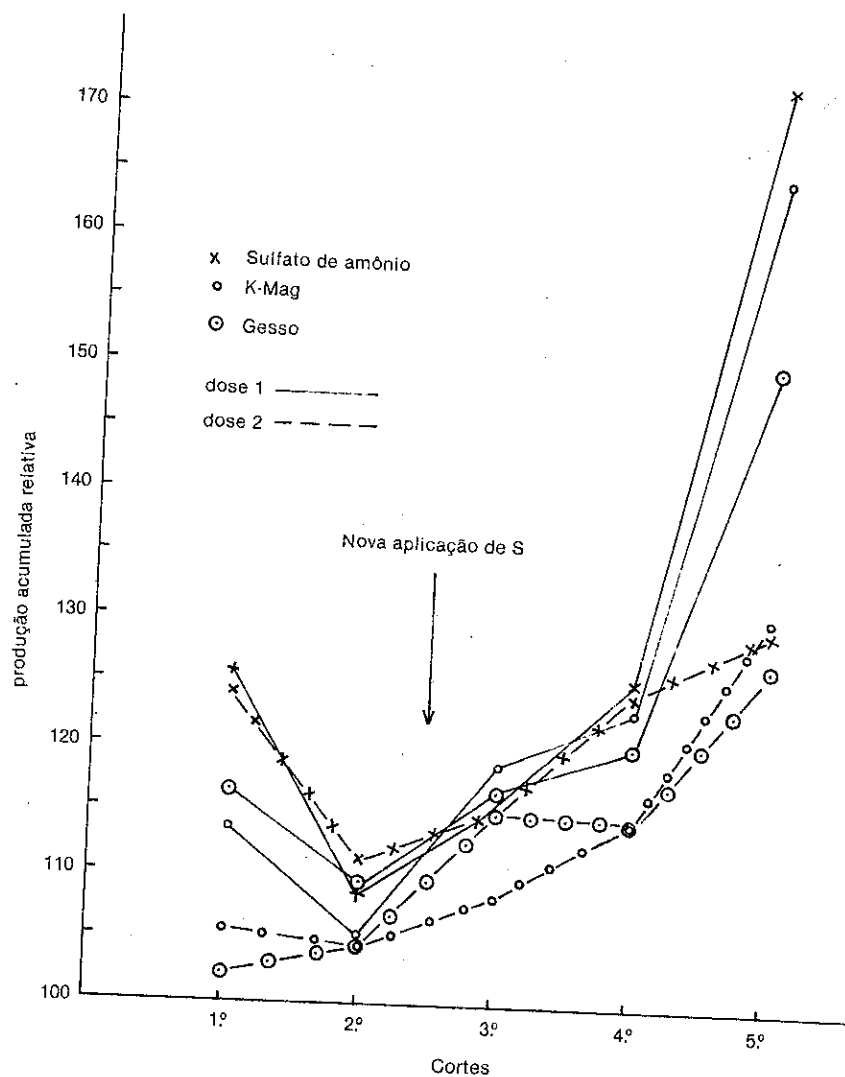
Nota-se que o efeito do S somente se tornou significativo do ponto de vista estatístico no 3º corte. A resposta ao elemento foi menor no global que a verificada no ensaio de Jaboticabal o que pode ser explicado pelo teor mais alto de S disponível no solo encontrado no LVA de S. Pedro (ver Tabela 2-1).

Observe-se ainda que somente o sulfato de amônio na dose 1 deferiu significativamente da testemunha, não tendo havido efeito das demais fontes.

### 3.1.2. ANÁLISES

Os resultados das análises do conteúdo de macronutrientes no material do experimento conduzido em Jaboticabal aparecem na Tabela 3-3.

Verifica-se que as plantas não adubadas com S mostravam no 3º corte níveis baixos do elemento na parte aérea, 0,09% S. São considerados como adequados para o colônio, segundo se lê em MALAVOLTA et al. (1974, p. 594) os seguintes teores, colmo — 0,33% de S, folhas 0,11-0,15% de S; existe deficiência quando as folhas apresentam 0,08-0,10% de S e o colmo 0,11%. Nas plantas do tratamento sem S tem-se no 3º corte as seguintes relações:  $N/S = 25$  e  $P/S = 2,4$ . Nas



**Figura 3-2.** Aumento relativo na produção de matéria seca de colônio devido à adição de S, Jaboticabal (Sem = 100).

plantas mais produtivas (tratamentos 3, 5 e 7) as relações ficaram nas faixas: N/S = 11-12 e P/S = 0,89-1,0. Esses dados concordam muito

**Tabela 3-3.** Efeito dos tratamentos na composição mineral do capim colômbio. Ensaio de Jaboticabal (média de 4 repetições).

Tratamento	Corte	N	Porcentagem				
			P	K	Ca	Mg	S
1. Sem S	1º	1,69	0,16	1,69	0,48	0,15	0,15
	2º	2,02	0,32	1,79	0,52	0,32	0,15
	3º	2,28	0,22	1,65	0,54	0,40	0,09
	4º	1,36	0,19	0,99	0,65	0,35	0,10
	5º	1,45	0,24	0,72	0,97	0,49	0,14
2. Sulf. de amônio, dose 1	1º	1,95	0,18	1,64	0,40	0,23	0,23
	2º	1,88	0,27	2,02	0,45	0,25	0,19
	3º	2,36	0,22	1,65	0,59	0,40	0,19
	4º	1,59	0,22	0,89	0,84	0,40	0,17
	5º	1,77	0,26	1,05	0,97	0,41	0,19
3. Sulf. de amônio, dose 2	1º	1,97	0,22	2,17	0,47	0,26	0,25
	2º	1,83	0,33	1,64	0,55	0,26	0,20
	3º	2,33	0,18	1,46	0,47	0,39	0,19
	4º	1,57	0,19	1,18	0,64	0,36	0,17
	5º	1,78	0,25	1,02	0,83	0,46	0,23
4. K-Mag, dose 1	1º	1,73	0,21	2,06	0,51	0,27	0,20
	2º	2,19	0,32	1,72	0,61	0,35	0,19
	3º	2,24	0,19	1,60	0,41	0,43	0,20
	4º	1,44	0,19	0,99	0,76	0,43	0,14
	5º	1,86	0,24	0,69	0,91	0,44	0,17
5. K-Mag, dose 2	1º	1,84	0,22	2,22	0,50	0,26	0,24
	2º	2,29	0,32	1,80	0,52	0,34	0,19
	3º	2,21	0,20	1,48	0,66	0,42	0,20
	4º	1,44	0,22	1,15	0,64	0,37	0,14
	5º	1,74	0,28	0,87	0,80	0,44	0,20
6. Gesso, dose 1	1º	1,70	0,20	2,02	0,48	0,25	0,21
	2º	1,95	0,32	1,56	0,59	0,31	0,19
	3º	2,81	0,20	1,54	0,60	0,40	0,19
	4º	1,46	0,19	0,90	0,66	0,34	0,15
	5º	1,74	0,23	0,50	0,87	0,44	0,19
7. Gesso, dose 2	1º	2,08	0,22	2,28	0,49	0,28	0,24
	2º	1,76	0,34	1,84	0,56	0,34	0,20
	3º	2,25	0,17	1,38	0,56	0,41	0,19
	4º	1,44	0,22	0,86	0,77	0,35	0,14
	5º	1,64	0,30	1,12	0,73	0,43	0,19

bem com os dados da literatura que foi examinada por METSON (1973); a deficiência de S em pastagens com gramíneas está em geral associada a reações N/S maiores que 20, e com P/S acima de 1.

De um modo geral os dados obtidos no ensaio de S. Pedro (Tabela 3-4) são concordantes.

Tabela 3-4. Efeito dos tratamentos na composição mineral do capim Colômbio. Ensaio de S. Pedro (média de 4 repetições).

Tratamento	Corte	Porcentagem											
		N			P			K			Ca		
		Fls	Col	Fls	Col	Fls	Col	Fls	Col	Fls	Col	Fls	Col
1. Sem S	1º	1,65	0,90	0,13	0,11	3,06	4,90	0,34	0,21	0,30	0,48	0,12	0,09
	3º	1,70	0,95	0,14	0,12	2,91	4,74	0,40	0,27	0,25	0,50	0,10	0,06
2. Sulf. de amônio, dose 1	1º	1,59	1,10	0,12	0,09	3,37	5,05	0,38	0,27	0,30	0,41	0,13	0,10
	3º	1,89	1,10	0,15	0,10	3,06	4,90	0,45	0,21	0,23	0,41	0,15	0,12
3. Sulf. de amônio, dose 2	1º	1,89	0,90	0,12	0,10	2,91	4,74	0,46	0,28	0,25	0,40	0,13	0,18
	3º	1,65	0,85	0,14	0,10	2,52	4,74	0,40	0,26	0,26	0,48	0,17	0,14
4. K-Mag, dose 1	1º	1,50	0,95	0,13	0,09	3,06	4,44	0,39	0,27	0,23	0,48	0,12	0,09
	3º	1,70	0,95	0,14	0,10	3,06	4,13	0,42	0,21	0,30	0,41	0,14	0,12
5. K-Mag, dose 2	1º	1,65	1,02	0,12	0,11	2,91	4,90	0,35	0,21	0,26	0,41	0,14	0,10
	3º	1,89	0,84	0,13	0,10	2,60	3,98	0,42	0,29	0,25	0,45	0,15	0,11
6. Gesso, dose 1	1º	1,54	0,84	0,13	0,07	2,52	4,90	0,40	0,29	0,30	0,47	0,12	0,09
	3º	1,89	1,02	0,16	0,10	2,75	4,19	0,41	0,28	0,25	0,46	0,13	0,10
7. Gesso, dose 2	1º	1,80	0,90	0,12	0,08	2,90	4,54	0,39	0,29	0,21	0,48	0,12	0,11
	3º	1,65	0,84	0,13	0,09	3,21	4,13	0,40	0,28	0,27	0,50	0,13	0,18



### 3.2. ENSAIO EM VASOS

Os resultados obtidos no ensaio em vasos, em que se usou solos de São Pedro, aparecem na Tabela 3-5.

*Tabela 3-5. Efeito de doses e fontes de enxofre na produção de matéria seca do capim colômbio, ensaio em vasos com solo LVA de S. Pedro (g/vaso) (média de 4 repetições).*

Tratamento	1º	2º	Corte 3º	4º	5º	Total	
						Absoluto	Relativo
1. Sem S	18,2	18,6	15,2	15,7	9,9	77,6	100
2. Sulf. de amônio, dose 1	22,9	34,4	36,6	32,2	15,1	141,2	182
3. Idem, dose 2	16,0	28,4	32,7	31,1	12,8	121,0	156
4. K-Mag, dose 1	12,9	27,0	30,4	26,0	10,7	107,0	138
5. Idem, dose 2	13,4	31,3	30,5	28,9	11,6	115,7	149
6. Gesso, dose 1	15,8	26,8	34,9	28,5	14,8	120,8	156
7. Idem, dose 2	18,7	32,9	38,7	34,9	13,3	138,5	178

Observa-se que o efeito maior do S apareceu no terceiro e quarto cortes quando a produção de matéria seca em vários tratamentos foi duas vezes mais alta que a obtida sem adição de S. A diminuição no efeito do macronutriente, tanto em termos absolutos quanto relativos, notada no 5º corte deve ter sido devida ao consumo pela planta. Esses dados sugerem que, se o ensaio de campo feito em S. Pedro tivesse sido conduzido por mais tempo, poderia aparecer um efeito maior do S.

A Fig. 3-3 mostra o efeito acumulado (5 cortes) e relativo dos tratamentos: a dose 1 de S como sulfato de amônio (25 ppm) e a dose 2 na forma de gesso aumentaram a produção de matéria seca em mais de 75%.

Na Tabela 3-6 aparece a composição das plantas podendo se verificar que a adição de S como regra garantiu teores maiores do elemento no material. A diminuição nos teores de P e Mg vista nos tratamentos com S possivelmente se explica pelo efeito de diluição.

A análise bromatológica do material não mostrou resultados consistentes, motivo pelo qual não é apresentada.

### 4. Resumos e conclusões

No ano agrícola de 1981 foram instalados dois ensaios de campo, um em Jaboticabal, SP (Solo LEa) e outro em S. Pedro, SP (solo LVA) destinado a estudar o efeito de três fontes de S (sulfato de amônio,

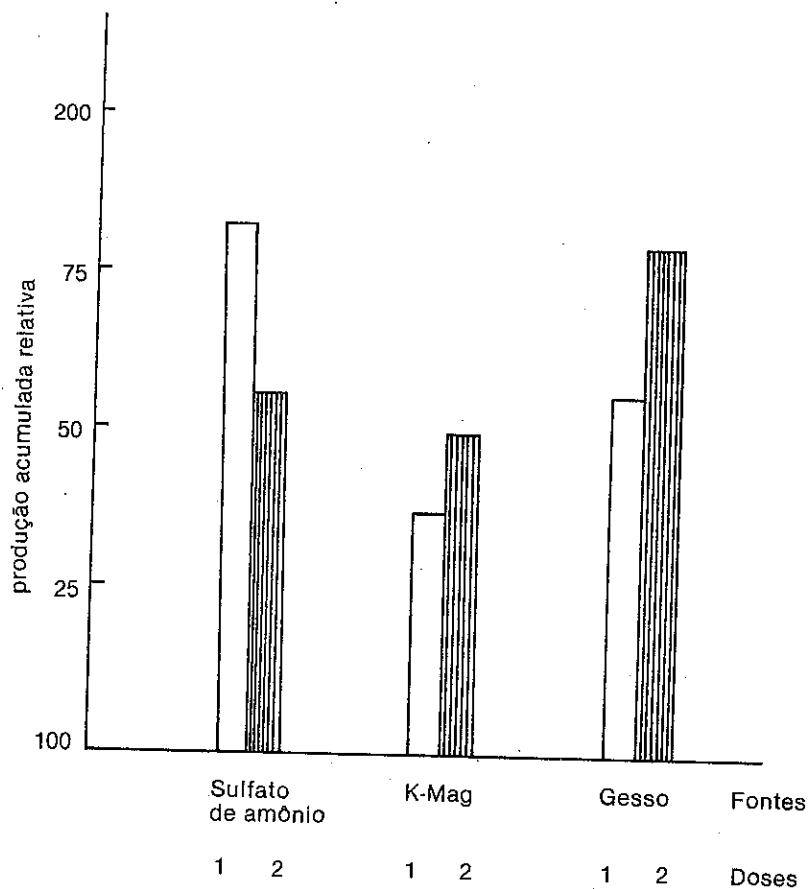


Figura 3-3. Efeito relativo de doses e fontes de S no ensaio em vasos com solo de S. Pedro (Sem S = 100).

K-Mag e gesso) aplicados em 3 doses (0, 30 e 60 kg/ha) na produção de matéria seca, composição mineral e bromatológica do capim colômbio. Paralelamente foi conduzido um ensaio semelhante em vasos com terra de S. Pedro. No primeiro experimento e no ensaio em vasos foram feitos 5 cortes e no ensaio conduzido em S. Pedro fizeram-se 3 cortes. Em todos os casos procedeu-se a uma adubação com metade da dose de enxofre. Foram sempre fornecidos os demais elementos, além de B, Cu e Zn em quantidades uniformes e não limitantes.

As principais conclusões foram as seguintes:

#### 4.1. ENSAIOS DE CAMPO

Considerando-se os dados acumulados a adição de S causou aumentos na produção de matéria seca que chegaram a 31% em Jaboticabal

(dose 2 de sulfato de amônio) e 15% em S. Pedro (dose 1 de sulfato de amônio).

Os seguintes níveis e relações são indicadores de deficiência de S no colômbio: S — 0,10-0,15%, N/S > 20, P/S > 2.

Não houve efeito consistente dos tratamentos nos componentes bromatológicos da forragem.

Tentativamente considera-se adequada a dose de 30 kg de S por hectare e por ano.

#### 4.2. ENSAIOS EM VASOS

O efeito do S no total de 5 cortes atingiu quase 180% em relação à testemunha, o que foi obtido com a dose 1 de sulfato de amônio e a dose 2 de gesso.

**Tabela 3-6.** Efeito de doses e fontes de S na composição mineral do Colômbio cultivado em vasos com solo de S. Pedro (média de 4 repetições).

Tratamento	Corte	N	P	Porcentagem			
				K	Ca	Mg	S
1. Sem S	1º	1,60	0,49	0,92	0,42	0,18	0,15
	3º	1,26	0,50	2,14	0,31	0,10	0,14
	5º	1,33	0,50	2,30	0,32	0,09	0,10
2. Sulf. de amônio, dose 1	1º	1,48	0,43	1,07	0,39	0,17	0,25
	3º	1,16	0,24	1,07	0,31	0,10	0,20
	5º	1,37	0,25	1,22	0,32	0,10	0,17
3. Idem, dose 2	1º	1,50	0,43	1,22	0,37	0,17	0,29
	3º	1,20	0,27	1,22	0,24	0,10	0,25
	5º	1,26	0,28	1,30	0,26	0,10	0,21
4. K-Mag, dose 1	1º	1,54	0,46	1,38	0,40	0,17	0,23
	3º	1,12	0,31	1,38	0,27	0,12	0,23
	5º	1,05	0,35	1,22	0,30	0,10	0,15
5. Idem, dose 2	1º	1,38	0,47	1,22	0,40	0,17	0,25
	3º	1,16	0,27	1,15	0,27	0,11	0,22
	5º	1,16	0,23	1,22	0,24	0,09	0,17
6. Gesso, dose 1	1º	1,30	0,52	1,53	0,37	0,17	0,23
	3º	1,19	0,24	1,30	0,25	0,10	0,22
	5º	1,26	0,24	1,38	0,25	0,11	0,20
7. Idem, dose 2	1º	1,25	0,43	1,22	0,36	0,16	0,25
	3º	1,15	0,23	1,15	0,28	0,17	0,25
	5º	1,15	0,20	1,07	0,29	0,17	0,20

## 5. Summary

### EFFECTS OF RATES AND SOURCES OF SULFUR ON CROPS OF ECONOMIC INTEREST.

#### 1. GUINEA GRASS (*Panicum maximum* Jacq.)

Two field trials destined to verify the effect of sulfur additions on Guinea grass were installed in the Spring, 1981, one in Jaboticabal (S.P. Brazil, Dark Red Latosol) and the second in São Pedro (SP, Brazil, Red Yellow Latosol). Ammonium sulfate (AS), potassium magnesium sulfate (K-Mag) and phosphogypsum (PG, from Ultrafertil, SP) were compared at the initial rates of 0, 30 and 60 kg S/ha, supplemented with 15 and 30 kg/ha after one year. At the same time a pot experiment with the same treatments was carried out in the greenhouse using soil from S. Pedro. In the first field trial, as well as in the pot experiment, five cuttings were made, whereas in the experiment installed in S. Pedro three cuttings were given. Uniform, non limiting doses of N, P, K, B, Cu, and Zn were applied to all treatments.

Main conclusions were as follows:

#### 5.1. FIELD TRIALS

A clear effect of S addition was observed after the second cutting only.

When the cumulative yield data are considered the highest increases in dry matter production were due to ammonium sulfate (31% in Jaboticabal, 15% in S. Pedro) applied at the rate of 30 kg S per hectare. Gypsum and K-Mag were equally effective.

Sulfur deficiency corresponds to the levels and ratios: S-0.10-0.15%, N/S > 20, P/S > 2.

There was no consistent influence of the treatments on total carbohydrate, fats, crude, protein, fiber and ash contents.

Tentatively a dosage of 30 kg S.ha<sup>-1</sup>. year<sup>-1</sup> is considered adequate for Guinea grass when grown under similar conditions.

#### 5.2. POT EXPERIMENT

Either AS (rate 1) or PG (rate 2) increased dry matter yield by 80% over control (sum of 5 cuttings).

## 6. Literatura citada

- BLAIR, G. 1979. Sulfur in the Tropics. Publ. por the Sulphur Institute and International Fertilizer Development Center, Tech. Bull. IFDC-T-12, Muscle Shoals. 69 p.
- HAAG, H. P., M. L. B. BOSE, R. G. ANDADRE. 1967. Absorção dos macronutrientes pelos capins Colômbio, Gordura, Jaraguá, Napier e Pangola. An. E. S. A. "Luiz de Queiroz" 24: 177-188.
- MALAVOLTA, E. 1952. Estudos químico-agrícolas sobre o enxofre An. E. S. A. "Luiz de Queiroz" 9: 39-130.

to de

S no

antes

S por

rão à

dose

Colo-

de 4

S

0,15

0,14

0,10

0,25

0,20

0,17

0,29

0,25

0,21

0,23

0,23

0,15

0,25

0,22

0,17

0,23

0,22

0,20

0,25

0,25

0,20

- MALAVOLTA, E. 1982. Nitrogênio e Enxofre nos Solos e Culturas Brasileiras, SN. Bol. Tec. 1. 59 p.
- MALAVOLTA, E., H. P. HAAG, F. A. F. DE MELLO & M. O. C. BRASIL SOB° 1974. Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. Livraria Pioneira Editora, S. Paulo. 727 p.
- METSON, A. J. 1973. Sulphur in Forage Crops. The Sulphur Institute Tech. Bull. 20.
- QUINN, L. R., G. O. MOTT & W. V. A. BISSCHOFF. 1961. Fertilization of Colonial Guinea Grass Pastures and Beef Production with Zebu Steers. IBEC Res. Inst. Bull. 24.

## II — COLZA

## EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO.

### II. COLZA (*Brassica napus* L. var. *oleífera*)

E. Malavolta, G. C. Vitti, D. Fornasieri F<sup>o</sup>,  
J. G. Carvalho, M. L. Malavolta, F. C. Zambello

#### 1. Introdução

O teor de enxofre total nos solos brasileiros é relativamente baixo quando comparado ao de outros países conforme foi observado há 30 anos (MALAVOLTA, 1952). Por outro lado, algumas culturas têm exigências de S maiores que as de P — arroz, cana-de-açúcar, algodoeiro, feijoeiro, cebola, couve-flor, repolho, tomateiro, ervilha, cenoura, cafeeiro, algumas gramíneas forrageiras (MALAVOLTA, 1982).

Devido a esses dois motivos a resposta à adição de enxofre tem sido verificada experimentalmente, o que, aliás, acontece em outras regiões tropicais (BLAIR, 1979).

As causas da deficiência de S são conhecidas (BLAIR, 1979; MALAVOLTA, 1982):

- (1) pobreza no solo, em particular nos pobres em matéria orgânica, como são os arenosos de cerrado;
- (2) alta relação C/S no solo o que dificulta a mineralização e, portanto, o suprimento de enxofre;
- (3) insuficiência da adição via chuva;
- (4) uso de adubos "concentrado" que não possuem S na sua composição (uréia, superfosfato triplo, fosfatos de amônio, cloreto de potássio);
- (5) aumento no uso de fertilizantes provocando, a curto e médio prazo, elevação nas colheitas, seguindo-se da mesma quando o S atinge o mínimo relativo;
- (6) prática de queimadas para uso de novas áreas, limpeza de pasto e colheita da cana-de-açúcar, causando volatilização do S contido no material vegetal.

Estima-se em torno de mil t anuais o déficit entre a entrada (adubação) e saída (exportação pelas colheitas e erosão) no País e em 1 milhão de t a diferença existente entre o que se deveria usar e o que se usa.

As principais fontes de enxofre disponíveis no País são as seguintes:

*Sulfato de amônio* — 21% de N e 24% de S

*Superfosfato simples* — 19-21% de  $P_2O_5$  e 12-14% de S

*Fosfato parcialmente acidulado* — 20-25% de  $P_2O_5$  e 6-8% de S

*Gesso* — 20-21% de Ca e 15-16% de S

*Sulfato duplo de potássio e magnésio* —  
— 22% de  $K_2O$ , 11% de Mg e 22% de S

A colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) é reconhecidamente uma cultura exigente em S, como acontece com outras brássicas (HOLMES, 1980, pp. 101-121). Entre 50 e 100 kg de S por ha são absorvidos. As sementes em geral apresentam o maior teor desses elemento, representando uma exportação de cerca de 40% em relação ao total absorvido. Além de muitas vezes, aumentar a produção, a adição de adubos contendo enxofre, como o sulfato de amônio, e o superfosfato simples, pode aumentar também o teor de óleo das sementes.

A colza era conhecida na Índia 3000 anos a.C. havendo referências nos escritos de Plínio (FUSSELL, 1955). Atualmente serve como fonte de óleo em todos os continentes. Cerca de metade da área cultivada está na China e na Índia e um terço no Canadá, Bangladesh, Paquistão e Europa Setentrional. No Brasil o interesse é mais recente (GRIMM et al., 1980). O seu cultivo tende a se expandir no Sul do País devido a vários motivos, destacando-se: a alternativa para áreas impróprias para o trigo, fonte de matéria prima para a indústria de óleos cuja capacidade ociosa durante parte do ano poderia ser aproveitada — a colza tem o dobro do teor de óleo da soja.

O presente trabalho tem por objetivos:

- (1) verificar a resposta da colza a fontes e doses de S em condições de campo e de casa de vegetação;
- (2) verificar o efeito de fontes e doses de enxofre na composição mineral das folhas e no teor de óleo das sementes.

## 2. Material e métodos

### 2.1. ENSAIOS DE CAMPO

#### 2.1.1. SOLOS

Foram instalados dois ensaios de campo em Jaboticabal, SP, um em Latossol Vermelho Escuro (LEa) e outro em Latossolo Roxo (LR), respectivamente em 27/5/82 e 8/6/82. As características dos solos encontram-se na Tabela 2-1. O segundo experimento recebeu irrigação por aspersão enquanto o primeiro não.

#### 2.1.2. TRATAMENTOS

Os tratamentos (blocos ao acaso com 4 repetições) foram os seguintes: (1) Sem S; (2) dose 1 de S como sulfato de amônio; (3) dose 2 de S como sulfato de amônio; (4) dose 1 de S com K-Mag; (5) dose 2 de S como K-Mag; (6) dose 1 de S como gesso; (7) dose 2 de S como gesso.



Tabela 2-1. Características químicas dos solos empregados.

Características	LEa	LR
pH (H <sub>2</sub> O)	5,5	5,8
C%	0,64	1,14
P µg/ml	14	10
K µg/ml	29	158
Ca <sup>+2</sup> e.mg/100 ml	1,5	3,6
Mg <sup>+2</sup> e.mg/100 ml	0,4	0,5
Al <sup>+3</sup> e.mg/100 ml	0,0	0,0
H <sup>+</sup> e.mg/100 ml	3,1	3,6
S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ppm	4	7

### 2.1.3. ADUBAÇÃO

As doses de enxofre, em kg/ha foram 30 e 60. Em todos os tratamentos as plantas (variedade CTC 4) receberam: 120 kg de N como NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, sendo 80 kg no plantio e 40 em cobertura (no caso dos tratamentos com sulfato de amônio o N contido foi descontado do total); 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como supertríplo; 80 kg de K<sub>2</sub>O como KCl (nos tratamentos com K-Mag o K O contido foi descontado do total); MgO — 30 kg como Minercal Agrícola (calcário calcinado contendo 20% de MgO) (nos tratamentos com K-Mag o Mg contido foi descontado); B — 1,1 kg como borax; Zn — 3 kg como óxido. A cobertura nitrogenada foi feita 2 meses depois do plantio, no início do florescimento.

As parcelas tinham 11 linhas de 10 m de comprimento, distanciadas 0,30 m.

Para diagnose foliar foram coletadas a 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> folhas a partir do ápice da haste principal, juntando-se 30 folhas por parcela. Antes da análise separou-se o pecíolo da lâmina. A amostragem fez-se 15 dias depois da adubação em cobertura.

### 2.1.4. CORTES

Os experimentos foram colhidos em 22 de outubro de 1982.

Um mês depois foram colhidas amostras de solo nas linhas que haviam sido plantadas, na profundidade de 0 a 20 cm.

As análises minerais das folhas, de óleo nos grãos e estatística foram feitas por métodos convencionais.

No ano agrícola de 1983 um segundo cultivo foi realizado; as parcelas foram readubadas com 2/3 das doses de N e de S usadas no primeiro plantio, mas com as mesmas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O e MgO. Foi feito somente no LR dada a possibilidade de irrigar.

### 2.2. ENSAIO EM VASOS

Terra do solo LEa foi empregada em um ensaio em vaso em que os mesmos tratamentos foram usados, com 4 repetições. Os vasos receberam

2,5 kg de solo e as seguintes doses de elementos: N-150 ppm, como nitrato de amônio, 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura; P-20 ppm como fosfato monocalcico; K-150 ppm como KCl, 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura; Mg-30 ppm como K-Mag ou como calcário dolomítico calcinado ("Minercal", 20% MgO); S-15 e 30 ppm; B-0,5 ppm como ácido bórico; Cu-1 ppm como cloreto; Zn-2,5 ppm como cloreto. Cada vaso tinha 4 plantas.

A diagnose foliar foi feita colhendo-se a 4ª folha a partir do ápice que foi analisada sem separação da lâmina.

A readubação foi feita apenas com 1/2 de N, P e K e 1/3 das doses de S.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. ENSAIOS DE CAMPO

##### 3.1.1. PRODUÇÃO

Os dados de produção obtidos no 1º cultivo encontram-se na Tabela 3-1.

Tabela 3-1. Dados de produção de colza, ensaios de campo, 1º cultivo<sup>(1)</sup>.

Tratamento	kg/ha		LR	
	LEa Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
1. NPK + micronutrientes	576	100	942 c	100
2. <i>idem</i> + dose 1 de sulfato de amônio (30 kg S/ha)	725	126	1135 b	120
3. <i>idem</i> + dose 2 de sulfato de amônio (60 kg S/ha)	578	100	1615 a	171
4. <i>idem</i> + dose 1 de K-Mag (30 kg S/ha)	562	97	1061 bc	113
5. <i>idem</i> + dose 2 de K-Mag (60 kg S/ha)	596	103	1118 b	119
6. <i>idem</i> + dose 1 de gesso (30 S/ha)	534	93	1059 bc	112
7. <i>idem</i> + dose 2 de gesso (60 kg S/ha)	595	103	1103 b	117

<sup>(1)</sup>média de 4 repetições; ensaio no solo LR, irrigado

F — 66,74\*\*  
C.V.% — 4,6  
d.m.s. (5%) — 123

Números seguidos das mesmas letras não diferem estatisticamente.

Como se pode observar, no solo LR, a produção foi praticamente o dobro daquela obtida no outro solo: a falta de chuvas deve ter limitado a produção e, possivelmente, ter impedido que a resposta ao S fosse mais significativa — somente com a dose 1 de sulfato de amônio conseguiu-se aumentar a produção em cerca de 20%. No LR, entretanto, todos os tratamentos deram resultados significativos, sendo o correspondente à dose dupla de sulfato de amônio superior a todos os demais, tendo garantido um aumento de 71% na produção. Ao que parece, o S do sulfato de amônio, é mais disponível que o das demais fontes. A resposta à dose dupla comprova a alta exigência em enxofre da colza, fato já apontado. A colheita obtida compara-se favoravelmente com a produtividade dos cinco principais produtores mundiais: 2,5 t na Alemanha Ocidental, 1,9 t na França, 1,3 t no Canadá, 0,5 t na China e 0,5 t na Índia, segundo informa NOGUEIRA JR (1981).

A Tabela 3-2 mostra os dados de produção no segundo ano no solo LR em que se aproveitou em parte o efeito residual dos adubos, inclusive o dos portadores de S. Verifica-se aqui também que a maior colheita foi obtida com a dose dupla de sulfato de amônio o qual garantiu um aumento de 73% de produção em relação à testemunha.

Tabela 3-2. Dados de produção de colza, 2º cultivo, em solo LR<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Absoluto	Relativo
1. Sem S	479 c	100
2. 20 kg/ha S como sulfato de amônio	679 ab	142
3. 40 kg/ha S como sulfato de amônio	831 a	173
4. 20 kg/ha S como K-Mag	562 bc	117
5. 40 kg/ha S como K-Mag	688 ab	144
6. 20 kg/ha S como gesso	664 b	139
7. 40 kg/ha S como gesso	574 bc	120
<sup>(1)</sup> média de 4 repetições		
letras iguais, sem diferença estatística		
F		11,72**
C.V.		10,35%
d.m.s. (5%)		154,6

A análise de regressão mostrou respostas lineares ao S nos dois anos quando a fonte foi o sulfato de amônio o que sugere que a produção poderia subir ainda mais se fossem usadas doses maiores. Tentativamente pode-se estabelecer uma dose anual do elemento de cerca de 45 kg de S por hectare quando as condições forem semelhantes à do experimento. De acordo com HOLMES (1980, pp. 113-114) tem sido obtido respostas à

adição de S em doses que variam entre 22 e 80 kg/ha; o efeito depende às vezes do nível de N disponível ou da dose de adubo nitrogenado aplicado, havendo portanto, uma interação positiva N-S.

### 3.1.2: DIAGNOSE FOLIAR

As Tabelas 3-3, 3-4, 3-5 e 3-6 dão os resultados obtidos na análise de folhas do material colhido no primeiro ano, chamando a atenção a diferença encontrada na composição mineral da lâmina e do pecíolo com respeito aos macronutrientes aniônicos (N, P e S) e ao K.

**Tabela 3-3.** Teores foliares de macronutrientes aniônicos na colza, ensaio no solo LEa, 1º cultivo(\*).

Tratamento	% N		% P		% S	
	lâm.	pl.	lâm.	pl.	lâm.	pl.
1. Sem S	4,68	1,69	0,52	0,30	0,46	0,29
2. Sulf. amônio, dose 1	4,74	1,75	0,49	0,31	0,62	0,45
3. Sulf. amônio, dose 2	4,87	1,83	0,50	0,32	0,73	0,56
4. K-Mag, dose 1	5,16	1,77	0,50	0,31	0,61	0,54
5. K-Mag, dose 2	5,04	1,83	0,51	0,32	0,72	0,62
6. Gesso, dose 1	4,86	1,76	0,50	0,29	0,60	0,44
7. Gesso, dose 2	4,86	1,58	0,52	0,31	0,76	0,59

(\*) Média de 4 repetições, lâm. = lâmina, pl. = pecíolo.

**Tabela 3-4.** Teores foliares de macronutrientes catiônicos na colza, ensaio no solo LEa, 1º cultivo.

Tratamento	% K		% Ca		% Mg	
	lâm.	pl.	lâm.	pl.	lâm.	pl.
1. Sem S	1,78	4,76	1,19	1,42	0,26	0,29
2. Sulf. amônio, dose 1	1,89	5,08	1,06	1,39	0,24	0,27
3. Sulf. amônio, dose 2	1,82	4,66	1,29	1,36	0,26	0,28
4. K-Mag, dose 1	1,75	5,75	1,16	1,36	0,24	0,28
5. K-Mag, dose 2	1,77	5,34	1,09	1,24	0,24	0,27
6. Gesso, dose 1	1,77	4,56	1,19	1,44	0,25	0,28
7. Gesso, dose 2	1,60	4,86	1,60	1,49	0,24	0,27

**Tabela 3-5.** Teores foliares de macronutrientes aniônicos na colza, ensaio em solo LR, 1º cultivo(\*).

Tratamento	% N		% P		% S	
	lâm.	pl.	lâm.	pl.	lâm.	pl.
1. Sem S	5,77	1,73	0,63	0,32	0,65	0,45
2. Sulf. amônio, dose 1	5,73	1,69	0,63	0,31	0,86	0,57
3. Sulf. amônio, dose 2	5,54	1,59	0,62	0,27	1,03	0,63
4. K-Mag, dose 1	5,41	1,73	0,63	0,30	0,85	0,54
5. K-Mag, dose 2	5,42	1,80	0,59	0,30	0,83	0,72
6. Gesso, dose 1	5,31	1,69	0,59	0,31	0,78	0,58
7. Gesso, dose 2	5,39	1,79	0,60	0,32	0,84	0,61

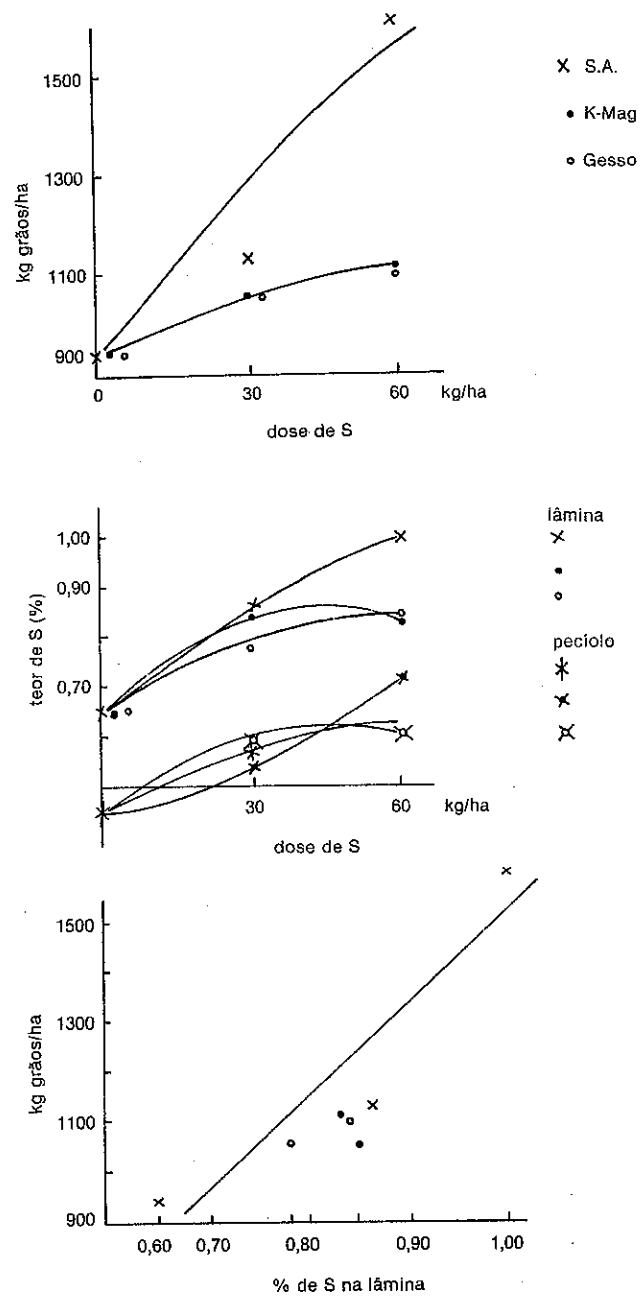
(\*) média de 4 repetições, lâm. = lâmina, pl. = pecíolo.

**Tabela 3-6.** Teores foliares de macronutrientes aniônicos na colza, ensaio em solo LR, 1º cultivo.

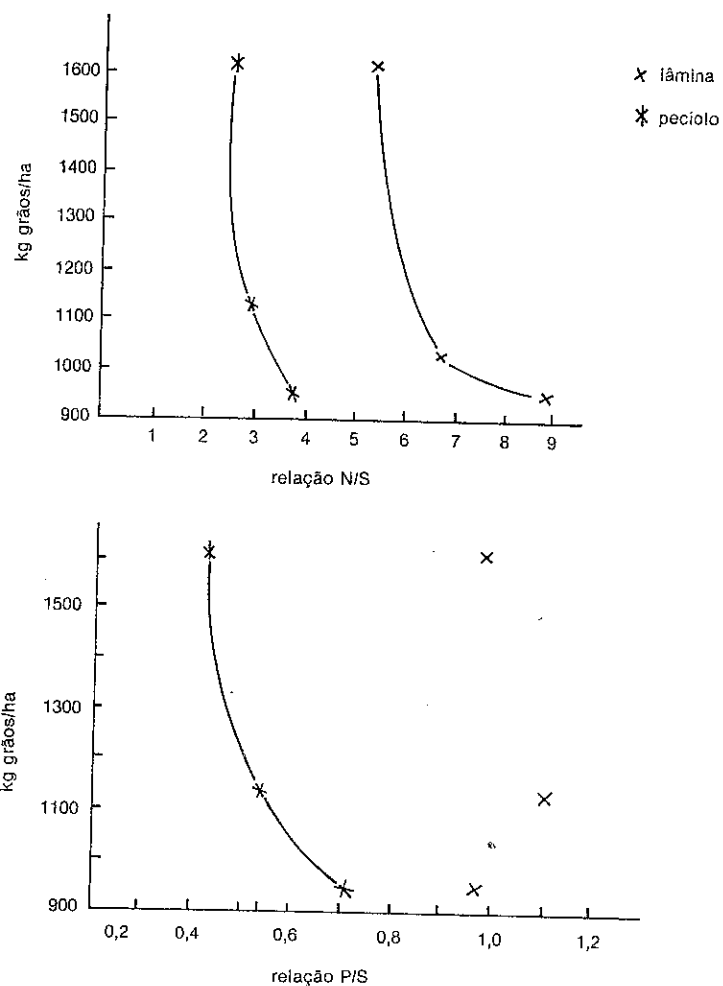
Tratamento	% K		% Ca		% Mg	
	lâm.	pl.	lâm.	pl.	lâm.	pl.
1. Sem S	2,92	5,38	1,66	1,92	0,29	0,30
2. Sulf. amônio, dose 1	2,57	5,79	1,95	2,05	0,30	0,30
3. Sulf. amônio, dose 2	2,76	5,67	1,83	2,13	0,30	0,27
4. K-Mag, dose 1	2,64	5,35	1,94	2,12	0,31	0,28
5. K-Mag, dose 2	2,13	6,25	1,79	2,16	0,29	0,32
6. Gesso, dose 1	1,96	4,66	1,94	2,05	0,30	0,29
7. Gesso, dose 2	2,14	5,00	1,88	2,18	0,29	0,30

A Fig. 3-1 mostra que as três premissas da diagnose foliar foram obedecidas havendo dentro de limites, relação direta entre os seguintes pares de variáveis: dose de S e produção, dose de S e teor foliar do mesmo, teor foliar de S e produção.

Considerando-se o tratamento que recebeu a dose 2 de S fornecido como sulfato de amônio, o qual garantiu a maior produção observada, pode-se concluir que a mesma esteve associada com os seguintes teores na lâmina: N-5,54%, P-0,62%, K-2,76%, Ca-1,83%, Mg-0,30% e S-1,03%. Verifica-se que no solo LEa onde a resposta ao enxofre foi mais modesta, o nível de S na folha foi muito menor o que sugere limitação no aproveitamento da adubação em consequência, possivelmente, do déficit hídrico, já que não se fez irrigação.



**Figura 3-1.** Relações entre doses de S, teores foliares e produção, ensaio em LR, 1º cultivo.



**Figura 3-2.** Variação nas relações N/S e P/S e produção nos tratamentos com sulfato de amônio, 1º cultivo, solo LR.

Na Fig. 3-2 são vistas as relações N/S e P/S encontradas nas lâminas e pecíolos das folhas das plantas do ensaio feito no solo LR, primeiro cultivo. Verifica-se de modo geral que a maior produção observada corresponde a relações mais estreitas. Considerando-se a lâmina somente pode-se considerar como adequados os seguintes quocientes: N/S = 5,5, P/S = 1,0. BLAIR (1979 págs. 40-41) sugeriu que, na avaliação do estado nutricional, devem ser considerados os teores totais

de N e de S e a relação N/S. Usando-se os critérios por ele estabelecidos pode-se estabelecer para a colza, em caráter preliminar, a classificação do estado nutricional dada na Tabela 3-7.

**Tabela 3-7.** Classificação preliminar do estado nutricional da colza com respeito ao N e ao S(\*).

Categoria	N%	S%	N/S	estado	
				N	S
I	> 5,00	< 0,70	> 8	adequado	deficiente
II	> 5,00	0,70-0,80	> 7	adequado	marginal
III	> 5,00	> 0,80	< 6	adequado	adequado
IV	< 5,00	> 0,80	< 6	deficiente	adequado
V	< 5,00	< 0,70	variável	deficiente	deficiente

(\*) lâmina, 3ª, 4ª e 5ª folhas, no florescimento.

A Tabela 3-8 mostra os dados obtidos analisando-se as folhas no segundo cultivo em solo LR. Uma comparação com os dados das Tabelas 3-5 e 3-6 mostra: aumento nos teores de N, K, Mg e S da lâmina, com diminuição no de P; ausência de variação consistente no teor de N do pecíolo; aumento no teor de K do pecíolo e ausência de variações nos de S; menor teor de P, Ca e Mg do pecíolo.

**Tabela 3-8.** Teores foliares de macronutrientes, segundo cultivo, solo LR(\*).

Tratamento	Parte	N	Porcentagem		Ca	Mg	S
			P	K			
1. Sem S	lâmina	6,14	0,42	2,39	2,17	0,46	0,73
	pecíolo	1,66	0,21	7,16	2,09	0,43	0,46
2. Sulf. amônio dose 1	lâmina	6,31	0,45	2,46	2,01	0,44	0,99
	pecíolo	1,81	0,21	10,04	1,79	0,39	0,68
3. Sulf. amônio dose 2	lâmina	6,38	0,44	2,42	1,95	0,42	1,02
	pecíolo	1,76	0,21	8,56	1,87	0,41	0,72
4. K-Mag, dose 1	lâmina	6,07	0,41	2,56	2,16	0,45	1,00
	pecíolo	1,68	0,17	10,09	1,88	0,40	0,57
5. K-Mag, dose 2	lâmina	6,01	0,40	2,55	2,17	0,46	0,98
	pecíolo	1,70	0,18	10,98	1,95	0,43	0,59
6. Gesso, dose 1	lâmina	5,94	0,42	2,53	2,26	0,47	0,96
	pecíolo	1,55	0,19	10,20	1,87	0,40	0,59
7. Gesso, dose 2	lâmina	5,90	0,40	2,26	2,11	0,42	0,95
	pecíolo	1,67	0,19	8,68	1,78	0,37	0,57

(\*) média de 4 repetições.



Considerando-se os tratamentos sem S e dose 2 de sulfato de amônio, (maior produção) tem-se as seguintes relações:

(1) *deficiência de S*

*lâmina* N/S = 8

P/S = 0,6

*pecíolo* N/S = 4

P/S = 0,5

(2) *S adequado*

*lâmina* N/S = 6

P/S = 0,4

*pecíolo* N/S = 2

P/S = 0,3

Tais relações estão de acordo com as encontradas no primeiro cultivo.

### 3.1.3. ANÁLISE DOS GRÃOS

Os resultados médios das análises minerais dos grãos dos ensaios de campo (primeiro cultivo) encontram-se na Tabela 3-9.

Tabela 3-9. Composição mineral dos grãos de colza (1º cultivo) (média de 4 repetições).

Tratamento	N	P	Porcentagem		Mg	S
			K	Ca		
1. <i>Sem S</i>						
LEa	4,43	0,80	1,11	0,55	0,33	0,64
LR	4,62	0,74	0,95	0,57	0,30	0,69
2. <i>Sulf. de amônio, dose 1</i>						
LEa	4,69	0,81	1,16	0,58	0,33	0,85
LR	4,67	0,79	0,92	0,52	0,30	0,83
3. <i>Sulf. de amônio, dose 2</i>						
LEa	4,58	0,80	1,01	0,53	0,32	0,90
LR	4,71	0,83	0,96	0,57	0,31	0,83
4. <i>K-Mag, dose 1</i>						
LEa	4,76	0,81	1,09	0,52	0,33	0,85
LR	4,29	0,77	0,84	0,49	0,30	0,82
5. <i>K-Mag, dose 2</i>						
LEa	4,85	0,77	1,25	0,49	0,33	0,87
LR	4,72	0,78	0,90	0,49	0,31	0,83
6. <i>Gesso, dose 1</i>						
LEa	4,68	0,84	1,14	0,49	0,33	0,83
LR	5,05	0,80	0,87	0,49	0,31	0,81
7. <i>Gesso, dose 2</i>						
LEa	4,65	0,80	1,05	0,49	0,30	0,89
LR	4,90	0,81	0,93	0,52	0,31	0,81
Média(*)	4,68	0,80	1,01	0,52	0,31	0,84

(\*)o tratamento sem S não foi considerado na determinação do teor médio de enxofre.

Pode-se ver que os tratamentos somente influenciaram de modo consistente o teor de S nos grãos que foi acumulado quando o elemento foi fornecido na adubação.

HOLMES (1980) resumindo dados da literatura mundial mostra a seguinte faixa de variação no teor dos elementos: N — 2,14 a 5,63%, P — 0,70 a 0,83%, K — 0,75 a 1,11%, Ca — 3%, Mg — 0,35%, S — 0,73 a 1,26%. Os resultados médios aqui obtidos estão, pois, de acordo com esses. Pode-se então estimar as quantidades de macronutrientes exportadas em 1 t de grãos de colza N — 47 kg, P — 8 kg, K — 10 kg, Ca — 5 kg, Mg — 3 kg e S — 8 kg.

A relação N/S indicadora de falta de S, é igual a 6,9 enquanto a que indica suficiência do elemento é de 5,5.

As determinações de óleo nos grãos não mostraram efeito dos tratamentos, variando entre 30 e 34% o que corresponde ao limite inferior da faixa apresentada por HOLMES (1980) — 30 a 47%.

### 3.1.4. ANÁLISE DE SOLOS

A Tabela 3-10 mostra os resultados das análises de solos os quais mostram em primeiro lugar, que não houve variação apreciável nas características estudadas em função dos tratamentos, exceção feita para o teor de S-SO<sub>4</sub>.

Tabela 3-10. Resultados das análises de solos, ensaio no solo LR, amostras colhidas depois do 1º cultivo<sup>(1)</sup>.

Tratamento	% C	pH	μg/ml		e.mg/100ml			ppm S-SO <sub>4</sub>
			P	K	Al	Ca	Mg	
1. Sem S	1,12	5,7	9	285	0	3,5	1,0	8
2. Sulf. amônio, dose 1	1,17	5,6	6	196	0	3,3	0,7	12
3. Sulf. amônio, dose 2	1,21	5,5	8	267	0	3,1	0,6	17
4. K-Mag, dose 1	1,10	5,6	9	249	0	3,0	0,7	13
5. K-Mag, dose 2	1,14	5,4	6	273	0	2,9	0,8	19
6. Gesso, dose 1	1,15	5,4	6	204	0	3,1	0,8	15
7. Gesso, dose 2	1,14	5,5	7	152	0	3,1	0,7	15

<sup>(1)</sup>média de 4 repetições.

Os teores de sulfato solúveis encontrados depois do 1º cultivo foram usados para se procurar correlação com a resposta obtida no segundo cultivo no solo LR. Os resultados aparecem na Fig. 3-3 a qual permite verificar que a máxima colheita relativa esteve associada com um teor de S-SO<sub>4</sub> da ordem de 15 ppm aproximadamente, valor mais alto do que os tabulados por BLAIR (1979) para outras culturas e que talvez se justifique dada a maior exigência em S da colza.

colheita relativa

Figura 3-3. Relativa

Tabela 3-11.

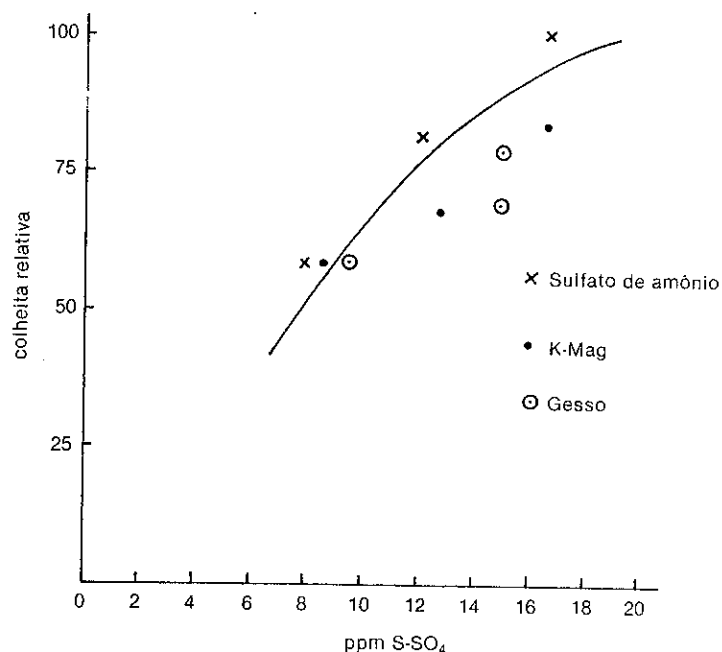
Tratamento

1. Sem S
2. Sulf. amônio
3. Sulf. amônio
4. K-Mag, dose
5. K-Mag, dose
6. Gesso, dose
7. Gesso, dose

<sup>(1)</sup>média de 4 rep

### 3.2. ENSAIO E

Na Tabela  
além do efeito



**Figura 3-3.** Relação entre S-SO<sub>4</sub> residual no solo depois do 1º cultivo e colheita relativa no 2º cultivo, solo LR.

**Tabela 3-11.** Efeito de fontes e doses de S na produção de matéria seca da colza, 1º cultivo (g/vaso)<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Raiz	Caule	Parte		Total
			Folhas	Inflorescência	
1. Sem S	2,4	10,6	13,1	0,7	26,8
2. Sulf. amônio, dose 1	5,0	15,4	19,2	1,6	41,2
3. Sulf. amônio, dose 2	3,6	13,6	18,8	0,1	36,6
4. K-Mag, dose 1	4,4	12,3	16,2	1,1	34,0
5. K-Mag, dose 2	4,8	12,6	15,5	0,8	33,7
6. Gesso, dose 1	4,1	14,6	20,7	0,6	40,0
7. Gesso, dose 2	3,2	15,4	21,9	0,3	40,8

<sup>(1)</sup>média de 4 repetições.

### 3.2. ENSAIO EM VASOS

Na Tabela 3-11 vêm-se os resultados do primeiro cultivo os quais, além do efeito do S conseguido em todos os tratamentos mostra que a

maior produção de matéria seca aconteceu quando se empregou a dose 1 de sulfato de amônio ou as doses 1 e 2 de gesso.

Os resultados da análise de folhas aparecem na Tabela 3-12. As diferenças existentes entre esses e os apresentados na Tabela 3-5 e na Tabela 3-6 devem ser devidos às condições experimentais e, em grande parte, à amostragem das folhas. As maiores produções corresponderam a relações N/S variando entre 9 e 12 e P/S variando ao redor de 2. Em um ensaio também em vasos em que o sulfato de amônio na dose de 30 ppm de S aumentou 5 vezes a produção NOELLMEYER et al. (1981) verificaram que a relação N/S mais adequada variou entre 7 e 8. Foi considerado como deficiente o teor de S igual a 0,12% bastante próxima do encontrado no tratamento Sem S do presente experimento.

*Tabela 3-12. Teores foliares de macronutrientes na colza, ensaio em vasos, 1º cultivo<sup>(1)</sup>.*

Tratamento	N	P	Porcentagem			S	Relações	
			K	Ca	Mg		N/S	P/S
1. Sem S	2,35	0,61	2,61	1,60	0,27	0,15	15,4	4,0
2. Sulf. amônio dose 1	2,54	0,53	2,06	1,12	0,25	0,24	10,7	2,2
3. Sulf. amônio dose 2	2,46	0,57	1,89	1,11	0,22	0,29	8,7	2,0
4. K-Mag, dose 1	2,67	0,59	1,94	1,29	0,27	0,22	12,3	2,7
5. K-Mag, dose 2	2,88	0,56	2,06	1,09	0,24	0,31	9,4	1,8
6. Gesso, dose 1	2,52	0,60	2,26	1,30	0,28	0,21	12,1	2,9
7. Gesso, dose 2	2,47	0,53	2,09	1,23	0,27	0,29	9,5	1,8

<sup>(1)</sup> 4ª folha, média de 4 repetições.

A Tabela 3-13 mostra um efeito relativamente pequeno do enxofre adicionado. Isto e mais o fato de que a produção de matéria seca foi muito menor que a verificada no primeiro cultivo permite admitir que a colheita tenha sido limitada pela falta de enxofre, uma situação semelhante à encontrada no ensaio de campo no solo LR.

A Tabela 3-14 dá os resultados das análises de folhas feitas no fim do ciclo sendo de se notar, de modo geral o aumento ainda existente nos teores de S devido à adição do elemento. Isto sugere a possibilidade de se avaliar o estado nutricional com respeito a esse macronutriente mesmo na proximidade da colheita.

**Tabela 3-13.** Efeito de fontes e doses de S na produção de matéria seca de colza, 2º cultivo (g/vaso)<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Raiz	Caule	Parte		Total
			Folhas	Inflorescência	
1. <i>Sem S</i>	3,7	8,0	11,7	—	23,4
2. <i>Sulf. amônio, dose 1</i>	3,3	9,4	12,9	—	25,6
3. <i>Sulf. amônio, dose 2</i>	2,7	9,3	11,5	—	23,5
4. <i>K-Mag, dose 1</i>	2,5	9,8	11,4	0,1	23,8
5. <i>K-Mag, dose 2</i>	4,1	9,6	12,8	—	26,0
6. <i>Gesso, dose 1</i>	4,4	11,5	13,9	—	29,8
7. <i>Gesso, dose 2</i>	3,9	10,5	14,9	—	29,3

<sup>(1)</sup>média de 4 repetições.

**Tabela 3-14.** Teores foliares de macronutrientes na colza, fim do ciclo, ensaio em vasos, 1º cultivo(\*).

Tratamento	N	P	Porcentagem		Mg	S
			K	Ca		
1. <i>Sem S</i>						
folhas novas	2,52	0,41	2,85	2,19	0,44	0,15
folhas velhas	0,79	0,39	2,62	4,05	0,41	0,10
2. <i>Sulf. de amônio, dose 1</i>						
folhas novas	3,36	0,55	3,66	1,78	0,42	0,24
folhas velhas	0,77	0,39	3,14	3,74	0,41	0,22
3. <i>Sulf. de amônio, dose 2</i>						
folhas novas	3,15	0,59	3,32	1,85	0,39	0,37
folhas velhas	0,64	0,42	3,38	3,57	0,39	0,26
4. <i>K-Mag, dose 1</i>						
folhas novas	3,12	0,51	3,11	2,17	0,47	0,15
folhas velhas	0,83	0,37	3,08	4,03	0,51	0,14
5. <i>K-Mag, dose 2</i>						
folhas novas	3,21	0,44	3,30	2,09	0,44	0,30
folhas velhas	0,95	0,39	3,42	3,32	0,44	0,18
6. <i>Gesso, dose 1</i>						
folhas novas	2,03	0,61	3,33	2,15	0,43	0,18
folhas velhas	0,80	0,35	2,97	3,80	0,43	0,13
7. <i>Gesso, dose 2</i>						
folhas novas	2,34	0,45	3,47	2,17	0,41	0,21
folhas velhas	1,02	0,36	2,31	3,86	0,43	0,13

(\*)média de 4 repetições.

## 4. Resumos e conclusões

Foi estudado o efeito de fontes de S (sulfato de amônio, sulfato duplo de potássio e magnésio "K-Mag", e fosfogesso) e doses (0, 30 e 60 kg/ha no 1º ano e 0, 20 e 40 no 2º na readubação) em dois solos situados em Jaboticabal, SP, no *campus* da UNESP, um LEa e um LR. No último a cultura foi irrigada. O solo LEa foi usado em um experimento em casa de vegetação onde as mesmas fontes foram comparadas nas doses de 0, 15 e 30 ppm no 1º cultivo e metade no segundo. Em todos os casos o efeito do S foi verificado em presença de doses não limitantes de N, P, K, Ca, Mg, Cu e Zn. As principais conclusões foram as seguintes.

### 1. Ensaios de campo

No primeiro ano houve resposta pequena à adição de enxofre no solo LEa — 20% de aumento na produção, no tratamento com a dose dupla de S fornecido como sulfato de amônio. No latossolo roxo, entretanto, todas as fontes aumentaram a colheita; o efeito maior foi devido ao sulfato de amônio (70% de aumento). No segundo ano o experimento foi conduzido somente no LR tendo de novo sido observado efeito significativo do tratamento; a dose dupla de sulfato de amônio aumentou o rendimento em pouco mais de 70%. Sugere-se para condições semelhantes às do ensaio e como primeira aproximação o emprego de 45 kg de S por hectare.

A diagnose foliar indicou como adequados para a çolza os seguintes níveis e relações encontrados na lâmina das folhas recém maduras no florescimento: N-5,50%; P-0,60%; K-2,70%; Ca-1,80%; Mg-0,30%; S-1,00%; N/S = 5,5; P/S = 1,0;

Não foi observado efeito dos tratamentos no teor de matéria graxa dos grãos.

Os dados de análise de solo sugerem que não se deve esperar resposta quando o teor de S-SO<sub>4</sub> no solo é de 15 ± 3 ppm.

### 2. Ensaio em vasos

No primeiro cultivo houve efeito acentuado dos tratamentos: a maior produção de matéria seca foi obtida quando se usou sulfato de amônio (dose 1) ou gesso (doses 1 e 2); os resultados obtidos com essas duas fontes foram praticamente os mesmos. No segundo cultivo verificou-se efeito (pequeno) do gesso somente.

A diagnose foliar (4ª folha e parte do ápice, pecíolo e lâmina juntas) mostrou serem adequados os seguintes níveis e relações: N-2,50%; P-0,55%; K-2,00%; Ca-1,10%; Mg-0,25%; S-0,25%; N/S = 9-10; P/S = 2.

## 5. Summary

### EFFECTS OF P

#### II. RAPES

The effects of sulfate of "K-Mag" in the first year and were studied in t Roxo, LR) both lo second soil irrigati the greenhouse in 0, 15 and 30 ppm all cases the effe quantities of N, P the following.

### 1. Field trials

In the first c soil LEa — about S were supplied sources increased increase). In the s second type of observed. Once n 70%. Tentatively crop should recei

Leaf analyse rations in the bla P-0.60%; K-2.70%

No effect of Soil analyse expected when t

### 2. Pot experi

In the first matter productio gypsum applied however, only g

Leaf analys and rations in th Mg-0.25%; S-0.

## 5. Summary

### EFFECTS OF RATES AND SOURCES OF SULFUR ON CROPS OF ECONOMIC INTEREST.

#### II. RAPESEED PLANT (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)

The effects of sources (ammonium sulfate, potassium magnesium sulfate of "K-Mag", and phosphogypsum) and rates (0, 30 and 60 kg S/ha in the first year and 0, 20 and 40 on the successive fertilization next year) were studied in two soils (a Red Yellow Latosol, LEa, and a Latosol Roxo, LR) both located in the Jaboticabal, SP, campus of UNESP. In the second soil irrigation was used. The LEa was used in a pot experiment in the greenhouse in which the same sources were supplied at the rates of 0, 15 and 30 ppm for the first crop and half as much in the second one. In all cases the effect of S was studied in the presence of non limiting quantities of N, P, K, Ca, Mg, B, Cu and Zn. The chief conclusions were the following.

#### 1. Field trials

In the first crop there was a relatively modest response to S in the soil LEa — about 20% increase in yield in the treatment wherein 30 kg of S were supplied as ammonium sulfate (AS). In the LR, however, all sources increased production, the largest response being due to AS (70% increase). In the second year the experiment was carried out only in the second type of soil. A significant positive effect of all sources was observed. Once more AS (highest rate) raised yield by a little more than 70%. Tentatively it is suggested that under similar conditions the rapeseed crop should receive 45 kg of S per ha per year.

Leaf analyses data suggest as adequate the following levels and rations in the blade of freshly matures collected at flowering: N-5.50%; P-0.60%; K-2.70%; Ca-1.80%; Mg-0.30%; S-1.00%; N/S = 5.5, P/S = 1.0. No effect of the treatments was observed in oil content.

Soil analyses data indicate that responses to S addition are not to be expected when the sample has  $15 \pm 3$  ppm of sulfate-S.

#### 2. Pot experiment

In the first crop there was a marked effect of treatments on dry matter production: both the lower rate of AS or either rate of phosphogypsum applied raised the yield by circa 50%. In the second crop, however, only gypsum increased slightly dry matter production.

Leaf analysis (whole 4th leaf from top) showed the following levels and rations in the best treatment: N-2.5%; P-0.55%; K-2.00%; Ca-1;10%; Mg-0.25%; S-0.25%; N/S = 9-10; P/S = 2.

## 6. Literatura citada

- BLAIR, G. 1979. Sulfur in the tropics. Publ. por the Sulphur Institute e International Fertilizer Development Center, Tech. Bull. IFDC-T-12, Muscle Shoals. 69 p.
- FUSSEL, G.E. 1955. History of colza (*Brassica* sp.). *Nature* 176: 48-51.
- GRIMM, S.S., B.Y. IDE & D.A. ALTHOFF. 1980. O cultivo da colza e seu potencial no Estado de Santa Catarina. Empr. Cat. Pq. Agropec. Bol. Tec. Serv. Estudos n° 4, Florianópolis.
- HOLMES, M.R.J. 1980. Nutrition of the Oilseed Rape Crop. Applied Science Publishers Ltd., Londres. 158 p.
- MALAVOLTA, E. 1952. Estudos químicos-agrícolas sobre o enxofre. An. E.S.A. "Luiz de Queiroz" 9: 39-130.
- MALAVOLTA, E. 1982. Nitrogênio e Enxofre nos solos e Culturas Brasileiras. SN Bol. Tec. 1. 59 p.
- NOELLMAYER, E. J., J. R. BETTANY & J. L. HENRY. 1981. Sources of sulfur for rapeseed. Can. J. Soil Sci. 61: 465-467.
- NOGUEIRA, JR., S. 1981. Considerações sobre a cultura da colza e suas possibilidades no Brasil. Sec. Agr. de S. Paulo, Inst. Econ. Agr. Rel. Pq. 09/81.



### III — SORGO SACARINO

## EFEITOS DE DOSES E FONTES DE ENXOFRE EM CULTURAS DE INTERESSE ECONÔMICO.

### III. SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

E. Malavolta, G. C. Vitti, D. Fornasieri F<sup>o</sup>, C. A. Rosolem, M. A. Mutton, H. Silva, I. Eimori, M. L. Malavolta, R. X. Moraes

#### 1. Introdução

O teor de enxofre total nos solos brasileiros é relativamente baixo quando comparado ao de outros países conforme foi observado há 30 anos (MALAVOLTA, 1952). Por outro lado, algumas culturas têm exigências de S maiores que as de P — arroz, cana-de-açúcar, algodoeiro, feijoeiro, cebola, couve-flor, repolho, tomateiro, ervilha, cenoura, cafeeiro, algumas gramíneas forrageiras (MALAVOLTA, 1982).

Devido a esses dois motivos a resposta à adição de enxofre tem sido verificada experimentalmente, o que, aliás acontece em outras regiões tropicais (BLAIR, 1979).

As causas de deficiência de S são conhecidas (BLAIR, 1979; MALAVOLTA, 1982):

- (1) pobreza no solo, em particular nos pobres em matéria orgânica, como são os arenosos e os de cerrado;
- (2) alta relação C/S no solo o que dificulta a mineralização e, portanto, o suprimento de enxofre;
- (3) insuficiência da adição via chuva;
- (4) uso de adubos "concentrados" que não possuem S na sua composição (uréia, superfosfato triplo, fosfatos de amônio, cloreto de potássio);
- (5) aumento no uso de fertilizantes provocando, a curto e médio prazo, elevação nas colheitas, seguindo-se diminuição da mesma quando o S atinge o mínimo relativo;
- (6) prática de queimadas para uso de novas áreas, limpeza de pasto e colheita da cana-de-açúcar, causando volatilização do S contido no material vegetal.

Estima-se em torno de 100 mil t anuais o déficit entre a entrada (adubação) e saída (exportação pelas colheitas e erosão) no País e em 1 milhão de t a diferença existente entre o que se deveria usar e o que se usa.

As principais fontes de enxofre disponíveis no País são as seguintes:

*Sulfato de amônio* — 21% de N e 24% de S

*Superfosfato simples* — 19-21% de  $P_2O_5$  e 12-14% de S

*Fosfato parcialmente acidulado* — 20-25% de  $P_2O_5$  e 6-8% de S

*Gesso* — 20-21% de Ca e 15-16% de S

*Sulfato duplo de potássio e magnésio* —  
— 22% de  $K_2O$ , 11% de Mg e 22% de S

O Decreto 76593/75 estabeleceu no Brasil o Programa Nacional do Alcool (Proálcool) com a finalidade de reduzir a dependência do País em relação aos combustíveis fósseis. Além da ampliação da área plantada e do aumento na produtividade da cana-de-açúcar, foram consideradas também outras alternativas como a mandioca e, mais recentemente, o sorgo sacarino (SERRA, 1976).

O interesse pelo sorgo sacarino, tido como complemento para a cana-de-açúcar vem dos seguintes pontos principais:

- (1) possibilidade de utilização da terra e da usina em parte da entre-safra da cana;
- (2) ciclo curto e adaptação a condições de clima desfavoráveis (seca);
- (3) características tecnológicas (brix, teor de sacarose e de redutores totais) praticamente iguais às da cana.

O presente trabalho destina-se a verificar o efeito de doses e fontes de S na produção, composição mineral e características tecnológicas do sorgo sacarino.

## 2. Material e métodos

### 2.1. VARIEDADE

Foi empregada em todos os ensaios a variedade Brandes.

### 2.2. ENSAIOS DE CAMPO

#### 2.2.1. TRATAMENTOS

Foram usados os seguintes tratamentos, com 7 repetições, distribuídas em blocos ao acaso (Tabela 2-1).

Tabela 2-1. Tratamentos empregados nos ensaios de campo.

Nº	Tratamento
1	NPK, calcário, B e Zn
2	Idem + dose 1 de S como sulfato de amônio
3	Idem + dose 2 de S como sulfato de amônio
4	Idem + dose 1 de S como K-Mag
5	Idem + dose + de S como K-Mag
6	Idem + dose 1 de S como fosfogesso
7	Idem + dose 2 de S como fosfogesso

As doses empregadas n

N — 90 kg/ha  
fonte — nitrato d  
aplicação — 1/3  
2/3

$P_2O_5$  — 120 kg/ha  
fonte — superfo  
aplicação — tod

$K_2O$  — 90 kg/ha  
fonte — cloreto  
aplicação — 1/3  
2/3

S — dose 1 — 30 kg/  
dose 2 — 60 kg/

Zn — 2,5 kg/ha  
fonte — óxido d  
aplicação — na

B — 1 kg/ha  
fonte — bórax  
aplicação — na

calcário — doses correspon  
no tratamento 4  
fonte — Minerca  
aplicação — sulc

No ensaio conduzido e  
que recebeu as doses de N

No segundo cultivo as p  
mesmas doses de N, P, K,  
aplicação do mesmo modo.  
calcário calcinado foi usado

Em todos os cultivos as

As parcelas constavam  
espaçamento de 0,9 m.

#### 2.2.2. SOLOS

Foram instalados 2 ensa  
ambos no Estado de São Pa  
As características dos s

As doses empregadas no primeiro cultivo foram as seguintes:

N — 90 kg/ha  
 fonte — nitrato de amônio  
 aplicação — 1/3 no plantio (sulcos) e  
 2/3 na cobertura (45 dias após a germinação)

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 120 kg/ha  
 fonte — superfosfato triplo  
 aplicação — todo no plantio (sulcos)

K<sub>2</sub>O — 90 kg/ha  
 fonte — cloreto de potássio  
 aplicação — 1/3 no plantio (sulcos) e  
 2/3 na cobertura

S — dose 1 — 30 kg/ha  
 dose 2 — 60 kg/ha

Zn — 2,5 kg/ha  
 fonte — óxido de zinco  
 aplicação — na mistura de adubos no plantio

B — 1 kg/ha  
 fonte — bórax  
 aplicação — na mistura de adubos no plantio

calcário — doses correspondentes ao Mg contido no K-Mag fornecido  
 no tratamento 4  
 fonte — Mineral Agrícola (45% de CaO e 20% de MgO)  
 aplicação — sulcos de plantio

No ensaio conduzido em Jaboticabal, SP, aproveitou-se a soqueira que recebeu as doses de N e de K<sub>2</sub>O da adubação na cobertura.

No segundo cultivo as parcelas foram readubadas empregando-se as mesmas doses de N, P, K, B e Zn usadas no primeiro e fazendo-se a aplicação do mesmo modo. As doses de S foram reduzidas à metade. O calcário calcinado foi usado na dose de 30 kg de MgO/ha.

Em todos os cultivos as plantas foram colhidas na maturidade.

As parcelas constavam de 6 linhas de 10 m de comprimento no espaçamento de 0,9 m.

## 2.2.2. SOLOS

Foram instalados 2 ensaios, um em Botucatu e outro em Jaboticabal, ambos no Estado de São Paulo.

As características dos solos aparecem na Tabela 2-2.

Tabela 2-2. Características químicas dos solos dos ensaios de campo.

Características	Botucatu LR	Jaboticabal LEa
pH	5,3	4,8
Mat. orgânica (%)	1,30	0,51
P - $\mu\text{g/ml}$	3	21
K + e.mg/100 g	0,21	0,10
Ca <sup>+2</sup> - e.mg/100 g	4,21	1,00
Mg <sup>+2</sup> - e.mg/100 g	1,15	0,20
H + e.mg/100 g	5,8	—
Al <sup>+3</sup> - e.mg/100 g	0,16	5,4(*)
S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	11	8
(*)H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> .		

### 2.2.3. DIAGNOSE FOLIAR

No emborrachamento foram colhidas 9 folhas medianas para análise mineral.

### 2.2.4. ANÁLISES TECNOLÓGICAS

Antes da colheita, quando as plantas haviam atingido a maturidade, colheram-se amostras de colmos para a análise tecnológica.

### 2.3. ENSAIO EM VASOS

Os mesmos tratamentos dos ensaios de campo foram empregados em um ensaio em vasos com o solo de Botucatu, SP.  
As doses empregadas no primeiro cultivo foram:

N — 150 ppm
P — 200 ppm
K — 150 ppm
Mg — 30 ppm
S — 25 e 50 ppm (doses 1 e 2)
B — 1 ppm
Zn — 2,5 ppm

O N e o K foram parcelados do mesmo modo descrito para os experimentos de campo.

No segundo cultivo, a readubação foi feita com metade das doses de N, K e S.

No terceiro cultivo foi empregada a dose inicial do P e metade das demais.

No primeiro e no segundo cultivos a colheita se fez aos 60 dias depois da germinação. No terceiro as plantas foram conduzidas até a produção de grãos.

## 2.4. ANÁLISES MINERAIS E TECNOLÓGICAS

Foram feitas por métodos convencionais.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. ENSAIOS DE CAMPO

##### 3.1.1. ENSAIO DE BOTUCATU, SP

##### 3.1.1.1. Produção

A Tabela 3-1 dá os resultados obtidos no primeiro e no segundo cultivos referentes à produção de grãos dos dois e à colheita de colmos do primeiro apenas.

Tabela 3-1. Efeito dos tratamentos na produção do sorgo sacarino no ensaio de Botucatu, SP (t/ha).

Treatamento	Colmos	1º cultivo	Grãos	2º cultivo
	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
1. Sem S	27	100	3,8	100
2. Sulf. amônia, dose 1	28	104	3,8	100
3. Sulf. amônia, dose 2	22	81	3,4	89
4. K-Mag, dose 1	32	118	4,2	110
5. K-Mag, dose 2	25	93	3,4	89
6. Gesso, dose 1	24	89	3,5	92
7. Gesso, dose 2	24	89	3,6	94
CV%	18	17	13	
F	n.s.	n.s.	n.s.	

Verifica-se que a falta de enxofre não limitou a produção de grãos nos dois cultivos e também não influenciou a produção de colmos. As colheitas obtidas estão, de modo geral, dentro dos limites de produtividade de obtidas no trabalho de ROSOLEM (1979).

Conforme mostra a Fig. 3-1, entretanto, houve efeito de tratamentos na produção de colmos no segundo cultivo: o emprego do sulfato de amônio na dose menor (15 kg de S + S residual do 1º cultivo) aumentou de modo significativo a produção em 7 t/ha.

##### 3.1.1.2. Diagnose foliar

A Tabela 3-2 resume os dados da análise de folhas feita por ocasião do emborrachamento.

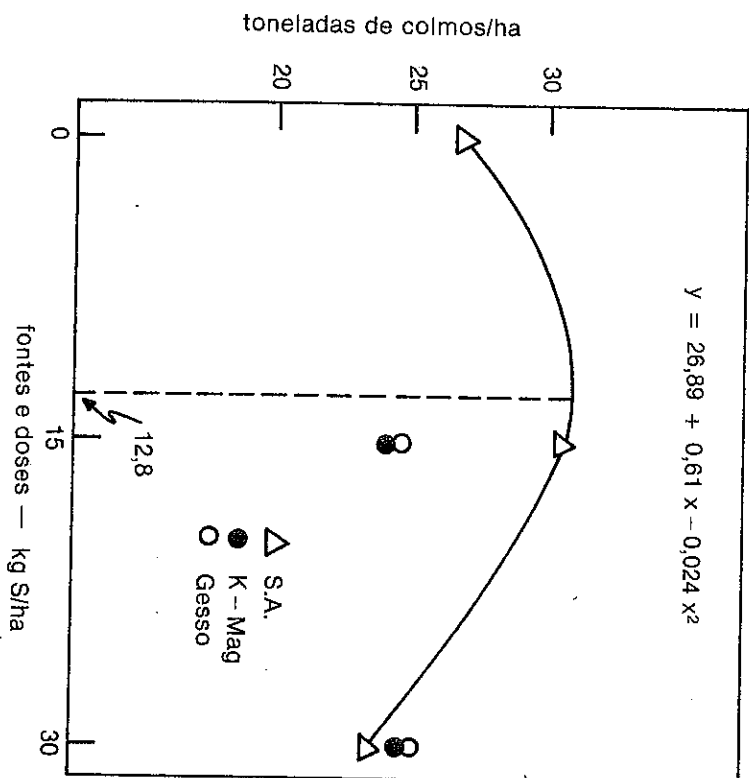


Figura 3-1. Produção de Colmos de Sorgo Sacarino em função de Fontes e Doses de Enxofre, no segundo cultivo. Botucatu, 82/83.

Pode-se observar que os tratamentos não influenciaram os teores foliares de N, P, K, Ca e Mg nos dois cultivos. Não influenciaram também o teor de S. No segundo cultivo, entretanto verifica-se que os tratamentos tiveram efeito sobre o teor de S das folhas: houve diminuição acentuada no caso do tratamento em que o elemento não foi aplicado. Por outro lado, o teor foliar de S subiu quando se empregou uma fonte de enxofre. A maior produção de colmos (tratamento com a dose 1 de sulfato de amônio) foi acompanhada do seguinte:

S — 0,15%  
N — 1,41%  
P — 0,15%  
N/S = 9,4  
P/S = 1

Ainda que os teores tidos como adequados estejam abaixo dos encontrados por MALAVOLTA (1983) as relações N/S e N/P estão muito próximas das indicadas pelo mesmo.

Tabela 3-2. Resultados das análises de folhas, ensaio de Botucatu, SP(\*).

Tratamento	Porcentagem					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1. Sem S 1º cultivo 2º cultivo	1,68 1,38	0,13 0,16	1,51 1,10	0,42 0,49	0,25 0,29	0,08 0,05
2. Sulf. amônio, dose 1 1º cultivo 2º cultivo	1,70 1,41	0,14 0,15	1,58 1,19	0,46 0,44	0,26 0,29	0,09 0,15
3. Sulf. amônio, dose 2 1º cultivo 2º cultivo	1,74 1,35	0,11 0,14	1,35 1,09	0,47 0,50	0,25 0,31	0,08 0,21
4. K-Mag, dose 1 1º cultivo 2º cultivo	1,74 1,41	0,14 0,17	1,69 1,25	0,50 0,46	0,28 0,28	0,09 0,25
5. K-Mag, dose 2 1º cultivo 2º cultivo	1,85 1,38	0,12 0,15	1,52 1,19	0,43 0,43	0,25 0,31	0,09 0,21
6. Gesso, dose 1 1º cultivo 2º cultivo	1,74 1,51	0,12 0,16	1,49 1,18	0,45 0,44	0,27 0,31	0,09 0,25
7. Gesso, dose 2 1º cultivo 2º cultivo	1,73 1,34	0,11 0,17	1,46 1,17	0,46 0,45	0,24 0,31	0,08 0,25

(\*) média de 4 repetições.

### 3.1.1.3. Análises tecnológicas

Os dados da Tabela 3-3 indicam efeito dos tratamentos somente no primeiro cultivo: a dose 2 de sulfato de amônio causou diminuição no teor de sacarose e como consequência no de ART. As duas doses diminuíram significativamente o teor de ART que não foi influenciado por nenhum outro tratamento.

### 3.1.2. ENSAIO DE JABOTICABAL, SP

#### 3.1.2.1. Produção

A Tabela 3-4 mostra que o efeito do enxofre começou a aparecer na soqueira do primeiro cultivo. Vê-se ainda que no segundo cultivo as doses e fontes deram o mesmo resultado em termos de produção de colmo. Entretanto a dose menor de gesso garantiu nesse cultivo a maior produção de grãos.

Tabela 3-3. Resultados das análises tecnológicas, ensaio de Botucatu, SP.

Tratamento	Brix	Característica <sup>(1)</sup>		Sacarose %
		ART %	AR %	
1. Sem S				
1º cultivo	19,5	14,8 a	4,1	10,6 ab
2º cultivo	19,5	17,6	6,3	10,7
2. Sulf. amônio, dose 1				
1º cultivo	17,5	13,7 ab	4,3	9,4 ab
2º cultivo	19,2	17,4	6,5	10,3
3. Sulf. amônio, dose 2				
1º cultivo	17,6	12,1 b	4,2	7,9 b
2º cultivo	17,9	16,4	5,3	10,9
4. K-Mag, dose 1				
1º cultivo	18,9	15,7 a	3,9	11,8 a
2º cultivo	18,1	17,6	5,5	11,5
5. K-Mag, dose 2				
1º cultivo	18,6	15,6 a	4,1	11,5 a
2º cultivo	19,2	17,3	6,4	10,3
6. Gesso, dose 1				
1º cultivo	19,1	15,1 a	3,9	11,3 a
2º cultivo	18,2	16,5	5,7	10,3
7. Gesso, dose 2				
1º cultivo	18,2	14,4 a	4,5	9,9 a
2º cultivo	19,5	17,7	6,8	10,4
F				
1º cultivo	n.s.	**	n.s.	*
2º cultivo	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CV %				
1º cultivo	5	7	14	12
2º cultivo	3	4	18	11

<sup>(1)</sup>ART % = açúcares redutores totais. AR % = açúcares redutores.

### 3.1.2.2. Diagnose foliar

Os resultados das análises de folhas correspondentes ao segundo cultivo encontram-se na Tabela 3-5.

Comparando-se esses dados com os da Tabela 3-2 verifica-se que no segundo cultivo em Jaboticabal foram encontrados nas folhas teores em geral mais altos de todos os elementos, exceção feita para o de S que subiu muito nas folhas das plantas do ensaio de Botucatu quando se usou a dose maior do elemento. Verifica-se também que em Jaboticabal as doses e fontes de S tiveram praticamente o mesmo efeito. Vê-se ainda que as maiores produções estiveram associadas com:

S — 0,16%  
N — 3,03%  
P — 0,41  
N/S — 19  
P/S — 3

Tabela 3-4. Dados de produção do sorgo sacarino, ensaio de Jaboticabal, SP (t/ha)<sup>(\*)</sup>.

Tratamento	Colmos		Grãos	
	1º	2º	1º	2º
			Soca	Soca
1. Sem S	29,2	26,7	4,0	1,0
2. Sulf. amônio, dose 1	29,7	31,5	1,2	2,2
3. Sulf. amônio, dose 2	30,0	31,3	1,2	2,2
4. K-Mag, dose 1	29,3	29,7	4,2	2,2
5. K-Mag, dose 2	32,9	31,7	4,2	2,2
6. Gesso, dose 1	30,3	31,0	4,2	2,9
7. Gesso, dose 2	31,9	31,4	3,8	2,1
F	n.s.	*	n.s.	*
CV %	12	15	9	6

(\*) média de 5 repetições.

Tabela 3-5. Resultados das análises de folhas, ensaio de Jaboticabal, SP, 2º cultivo<sup>(\*)</sup>.

Tratamento	Porcentagem			
	N	P	K	S
1. Sem S	2,92	0,37	1,44	0,58
2. Sulf. amônio, dose 1	3,11	0,40	1,58	0,59
3. Sulf. amônio, dose 2	2,98	0,43	1,66	0,73
4. K-Mag, dose 1	3,07	0,40	1,52	0,70
5. K-Mag, dose 2	3,01	0,40	1,49	0,68
6. Gesso, dose 1	3,01	0,40	1,53	0,68
7. Gesso, dose 2	3,02	0,42	1,54	0,73

(\*) média de 5 repetições.

Comparando-se esses números com os obtidos no ensaio de Botucatu (item 3.1.1.2.) nota-se que somente o teor de S apresenta grande coincidência. Isto sugere usá-lo como indicador do estado nutricional em lugar das relações. É possível que no experimento de Botucatu as plantas tivessem sofrido em parte falta de N e falta de P. Recorde-se que a soqueira do primeiro cultivo no caso do ensaio de Jaboticabal recebeu adubação também.

### 3.1.2.3. Análises tecnológicas

Os dados aparecem na Tabela 3-6.

Tabela 3-6. Análises tecnológicas do sorgo, ensaio de Jaboticabal, SP.

Treatamento	Brix	ART %	AR %	Sacarose %
1. Sem S				
1º cultivo	15,1 a	14,4	12,1	2,29 a
2º cultivo	14,1	12,2 a	8,3 a	3,93 a
2. Sulf. amônio, dose 1				
1º cultivo	16,8 b	14,6	12,3	2,70 b
2º cultivo	13,6	12,3 a	6,7 bc	5,3 b
3. Sulf. amônio, dose 2				
1º cultivo	17,2 b	15,0	11,6	3,35 c
2º cultivo	14,3	12,9 b	8,5 a	4,25 ab
4. K-Mag, dose 1				
1º cultivo	17,9 c	15,0	12,8	2,78 b
2º cultivo	14,3	13,3 c	7,1 bc	5,70 c
5. K-Mag, dose 2				
1º cultivo	17,1 b	15,0	11,8	3,54 c
2º cultivo	14,2	12,5 a	8,1 a	5,20 c
6. Gesso, dose 1				
1º cultivo	16,4 b	14,2	10,7	3,51 bc
2º cultivo	14,6	13,4 b	7,3 b	4,6 ab
7. Gesso, dose 2				
1º cultivo	16,8 b	14,9	11,2	3,74 c
2º cultivo	14,3	13,5 b	6,8 c	6,2 c
F				
1º cultivo	*	n.s.	n.s.	*
2º cultivo	n.s.	*	*	*
CV				
1º cultivo	4	5	10	17
2º cultivo	6	8	12	13

Verifica-se que os tratamentos tiveram influência sobre as características tecnológicas do caldo tanto no primeiro quanto no segundo cultivo. Nos dois cultivos aumentou o teor de sacarose como consequência da adição de enxofre. O efeito depressivo do sulfato de amônio observado no primeiro cultivo do ensaio de Botucatu (Tabela 3-3) aqui não ocorreu.

### 3.1.2.4. Análises de solo

Depois do primeiro cultivo foram colhidas amostras de solos na linha plantada e na entrelinha. Os resultados das análises estão na Tabela 3-7. Verifica-se que praticamente não variou o valor das diversas características na entrelinha nos diferentes tratamentos. A adubação, entretanto, influenciou as características (P, K e S) do solo da linha quando comparado com o da entrelinha. Vê-se ainda o efeito dos tratamentos no teor de S-SO<sub>4</sub> da linha.

Tabela 3-7. Análises do solo do ensaio de Jaboticabal, SP, depois do 1º cultivo (0-20 cm)(\*)

Característica	1	2	3	4	5	6	7
% C							
linha	0,69	0,65	0,65	0,59	0,65	0,61	0,61
entre linha	0,54	0,66	0,67	0,66	0,66	0,70	0,70
pH (H <sub>2</sub> O)							
linha	5,4	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,2
entre linha	5,1	5,3	5,3	5,1	5,0	5,2	5,1
P (µg/ml)							
linha	48	42	43	51	56	42	49
entre linha	21	17	15	18	17	18	17
K (µg/ml)							
linha	41	41	41	45	41	33	41
entre linha	6	10	6	6	10	8	4
Ca (e.mg/100 ml)							
linha	2,0	1,6	1,4	1,6	1,6	1,7	1,6
entre linha	1,1	1,2	1,0	0,9	0,9	1,1	1,1
Mg (e.mg/100 ml)							
linha	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
entre linha	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
S-SO <sub>4</sub> (ppm)							
linha	4	7	8	9	8	7	10
entre linha	4	4	6	4	5	4	4

(\*) Média de 7 determinações.

Os dados permitem concluir provisoriamente que 4 ppm de S-SO<sub>4</sub> indicam baixa disponibilidade do elemento. O teor adequado estaria entre 8 e 10 ppm.

### 3.2. ENSAIO EM VASOS

A Tabela 3-8 mostra que no primeiro cultivo não houve efeito dos tratamentos na produção de matéria seca o que está coerente com os dados do ensaio de campo (ver 3.1.1.1.). No segundo cultivo apareceu o efeito do enxofre que foi particularmente acentuado na produção de grãos. O mesmo se verificou no terceiro cultivo. Ao que parece a resposta ao enxofre é maior no caso da parte reprodutiva, ou seja, dos grãos. É que, juntamente com o N e o P, o S se acumula em proporção relativamente grande nos frutos e sementes.

A Fig. 3-2 consolida os dados obtidos nos três cultivos considerados um conjunto. Pode-se ver que, de modo geral, a dose 1 de S, qualquer que fosse a forma usada deu os mesmos resultados. A dose 2 foi excessiva. Isto no que se refere aos colmos + folhas. Com respeito à produção de grãos acumulada, entretanto, as três fontes tiveram o mesmo comportamento do ponto de vista estatístico. A dose maior de S, porém, aumentou ainda mais a produção de grãos.



Tabela 3-8. Efeito dos tratamentos na produção de matéria seca, ensaio em vasos (g/vaso)(\*)

Tratamento	1° Col + fls	2° Col + fls	3° Col + fls	Grãos
1. Sem S	51	29	32	2,3
2. Sulf. amônio, dose 1	48	46	38	4,8
3. Sulf. amônio, dose 2	48	37	36	9,2
4. K-Mag, dose 1	49	40	40	3,7
5. K-Mag, dose 2	49	41	34	7,4
6. Gesso, dose 1	56	39	35	5,7
7. Gesso, dose 2	52	37	32	9,7

(\*) Média de 4 repetições. Col = colmos; fls = folhas.

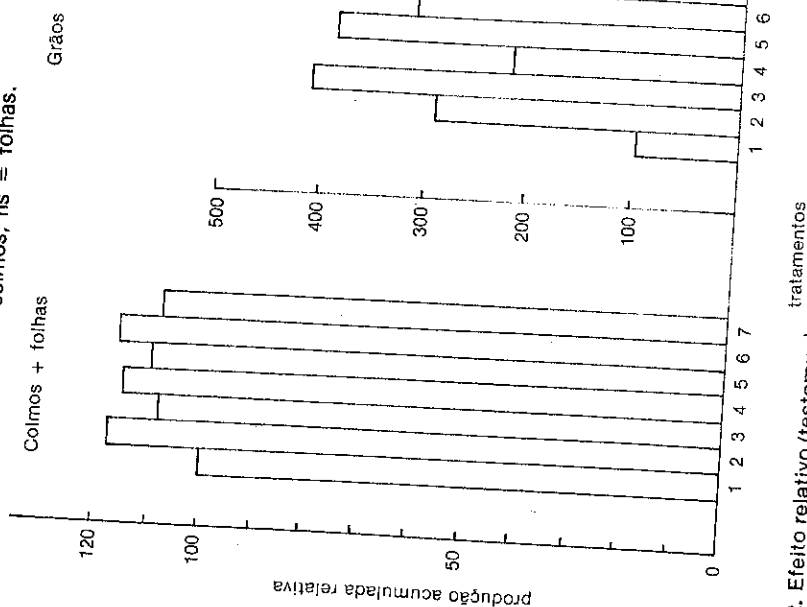


Figura 3-2. Efeito relativo (testemunha = 100) e cumulativo (três cultivos) dos tratamentos sobre a produção de matéria seca do sorgo em vasos (1 = sem S; 2 = sulf. amônio, dose 1; 3 = sulf. amônio, dose 2; 4 = K-Mag, dose 1; 5 = K-Mag, dose 2; 6 = gesso, dose 1; 7 = gesso, dose 2).

A Tabela 3-9 mostra os teores de macronutrientes encontrados no sorgo sacarino depois do segundo cultivo podendo observar-se o efeito dos tratamentos no teor de S do colmo e das folhas. Comparando-se esses valores com os da Tabela 3-2 vê-se que os valores são um pouco mais baixos.

Tabela 3-9. Composição mineral do sorgo depois do segundo cultivo(\*).

Tratamento	N	P	Porcentagem K	Ca	Mg	S
1. Sem S						
Colmos	1,10	0,10	1,45	0,34	0,35	0,06
Folhas	1,41	0,12	1,38	0,42	0,44	0,08
2. Sulf. amônio, dose 1						
Colmos	1,15	0,11	1,35	0,40	0,32	0,10
Folhas	1,48	0,15	1,28	0,45	0,45	0,13
3. Sulf. amônio, dose 2						
Colmos	1,12	0,12	1,48	0,35	0,35	0,12
Folhas	1,45	0,14	1,17	0,41	0,47	0,15
4. K-Mag, dose 1						
Colmos	1,11	0,10	1,50	0,40	0,35	0,12
Folhas	1,45	0,13	1,22	0,42	0,44	0,12
5. K-Mag, dose 2						
Colmos	1,19	0,11	1,36	0,34	0,38	0,13
Folhas	1,68	0,14	1,15	0,43	0,49	0,16
6. Gesso, dose 1						
Colmos	1,10	0,12	1,49	0,40	0,46	0,12
Folhas	1,51	0,12	1,22	0,45	0,45	0,13
7. Gesso, dose 2						
Colmos	1,15	0,12	1,58	0,42	0,45	0,15
Folhas	1,49	0,15	1,16	0,45	0,47	0,17

(\*) Média de 4 repetições.

## 4. Resumos e conclusões

Nos anos agrícolas de 1981/82 e 82/83 foram conduzidos ensaios destinados a verificar o efeito de fontes e doses de enxofre na produção de colmos e grãos, na composição mineral das folhas e nas características industriais dos colmos de sorgo sacarino, variedade Brades.

Os ensaios de campo foram instalados em Botucatu, SP, solo LR e em Jaboticabal, SP, solo LEa. Como fontes de S empregou-se: sulfato de amônio, K-Mag (sulfato duplo de potássio e magnésio) e gesso agrícola. No primeiro cultivo foram empregadas as doses de 0, 30 e 60 kg/ha e no segundo a metade.

O solo de Botucatu foi usado num ensaio em vasos em que as mesmas fontes foram usadas nas doses iniciais de 0, 25 e 50 ppm. A

metade dessas doses foram aplicadas nos dois cultivos seguintes.

Os tratamentos sempre tiveram, tanto no campo como em vasos, doses suficientes de N, P, K, Mg, B e Zn.

A principais conclusões são resumidas em seguida.

#### 4.1. ENSAIOS DE CAMPO

Nos dois ensaios o efeito dos tratamentos na produção de colmos apareceu somente no segundo cultivo. A produção de grãos foi influenciada no ensaio conduzido no solo LEa (Jaboticabal, SP) no segundo cultivo apenas.

No solo LR de Botucatu, SP, a dose menor de sulfato de amônio deu as maiores produções, enquanto em Jaboticabal houve equivalência das fontes para a produção de colmo. A dose maior de gesso, entretanto, garantiu nesse experimento a maior colheita de grãos.

A análise das folhas medianas no emborrachamento mostrou que as maiores colheitas estão associadas com um teor de 0,15% de S n matéria seca.

O teor de sacarose foi diminuído pela dose mais alta de S fornecida como sulfato de amônio somente no ensaio em LR no primeiro cultivo. Enquanto isso no experimento no solo LEa de Jaboticabal, SP a aplicação de S fez sempre crescer o teor de sacarose.

Tentativamente pode-se recomendar a dose de 15 kg de S por hectare para a cultura do sorgo sacarino em condições semelhantes às do ensaio. A probabilidade de resposta é grande quando o solo apresenta em torno de 4 ppm de S-SO<sub>4</sub>, sendo baixa ou nula quando o nível estiver entre 8 e 10 ppm.

#### 4.2. ENSAIO EM VASOS

Houve efeito dos tratamentos na produção de colmos + folhas somente no segundo cultivo.

A adição de S, entretanto, aumentou várias vezes a produção de grãos no segundo e no terceiro cultivos; houve efeito crescente das doses; as fontes deram resultados equivalentes do ponto de vista estatístico.

### 5. Summary

#### EFFECTS OF RATES AND SOURCES OF SULFUR ON CROPS OF ECONOMIC INTEREST.

##### III. SWEET SOURGHUM (*Sorghum bicolor* L. Moench)

In the years 1981/2 and 1982/3 three experiments were carried out in order to evaluate the effects of sources and rates of sulfur on stalk and grain yield, leaf composition and technological characteristics of sweet sorghum variety Brandes.

Two field trials were conducted, one in Botucatu, SP and another in Jaboticabal, also in the State of S. Paulo, Brazil. The first experiment was installed in Latosol Roxo, a clayey soil with 11 ppm of S-SO<sub>4</sub>. In the second experiment a sandy Red Yellow Latosol with 8 ppm of available sulfur was used. Sulfur sources were: ammonium sulfate, potassium magnesium sulfate (K-Mag) and phosphogypsum. In the first cropping S was applied at the rates of 0, 30 and 60 kg/ha. Half as much was used in the second cropping. In the case of the experiment conducted in Jaboticabal, SP, the ratoon of the first crop was also utilized.

Soil from Botucatu, SP, was used in a pot experiment in which the same sources were applied at the rates of 0, 25 and 50 ppm in the first cropping. Half of these rates was used in the next two croppings.

In all cases (field and pot trials) N, P, K, Mg, B and Zn were applied in uniform dressings in order to make soil and fertilizer S the only variable.

Main conclusions can be summarized as follows.

#### 5.1. FIELD TRIALS

The effect of the treatments on stalk production appeared in the second harvest. Grain yield was affected only in the second cropping of the trial conducted in Jaboticabal, SP.

In Botucatu, SP, the lower rate of S as ammonium sulfate gave the highest stalk yield. In Jaboticabal, SP, the three sources gave the same results. Gypsum at the higher rate, however, was able to raise grain production more than any other treatment.

The analyses of the recently mature leaves at boot stage showed that higher yields were associated with 0,15% S in the dry matter. No consistent indices were found with the ratios N/S and P/S.

Sucrose in the stalk decreased with the higher rate of ammonium sulfate in the case of the experiment carried out in Botucatu, SP, in the first cropping only. Meanwhile sulfur application has consistently raised sucrose content in the trial installed in the poorer soil of Jaboticabal, SP.

#### 5.2. POT EXPERIMENT

Yield of stalks and leaves combined was influenced by the treatments only in the second cropping.

Sulphur addition, however, increased several fold production of grain both in the second and in the third cropping; yield increased with the rate of application; the three sources were equivalent from the statistical point of view.

### 6. Literatura citada

BLAIR, G. 1979. Sulfur in the Tropics. Publ. pelo The Sulphur Institute and Internatl. Fertilizer Development Center, Tech. Bull IFDC-T-12, Muscle Shoals. 69 p.

- MALAVOLTA, E., 1982. Nitrogênio e Enxofre nos solos e Culturas Brasileiras, SN Bol. Tec. 1. 59 p.
- MALAVOLTA, E., 1983. Nutrição mineral e adubação do sorgo sacarino e granífero. Curso Pós-Graduado de Solos e Nutrição de Plantas, LQI-870, Nutrição Mineral de Plantas. 53 p., Piracicaba.
- ROSOLEM, C. A., 1979. Contribuição ao Estudo de Nutrição Mineral e Adubação do Sorgo Sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tese de Doutorado, E. S. A. Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.
- SERRA, G. E., 1976. Algumas considerações sobre as possibilidades de algumas matérias primas para a produção de álcool etílico. Brasil Açucareiro. 87: 44-51.



*Impresso nas Oficinas*  
*da*  
**EDITORA "AVE MARIA" LTDA.**  
C.E.P. 01226 — Rua Martin Francisco, 656  
Vila Buarque  
Tel.: 826-6111 — Inscr. Mun. 0.221.653-1  
Inscr. Est. 101.067.554 — CGC 60.494.200/0001-70  
São Paulo