

C-50
135

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

IV - CAFÉ

Coordenador:
Prof. E. MALAVOLTA



AGOSTO 1986

APRESENTAÇÃO

Produtividades com a cultura do café bem acima do grosso da nossa média que não ultrapassa as doze sacas beneficiadas por hectare poderão ser obtidas sem que o cafeicultor seja forçado a grandes investimentos que impliquem no decréscimo de sua rentabilidade.

Com o uso racional de enxofre, na forma de sulfato de amônio, conseguiu-se em ensaios de campo, aumentos médios de produção de 61% em relação à adubação rotineira isenta de enxofre.

Para chegar a esses resultados uma excelente equipe de engenheiros agrônomos, coordenados pelo Prof. Dr. E. Malavolta, conduziu experimentos de campo desde 1981 utilizando técnicas de avaliação de produtividade, diagnose foliar, composição mineral dos frutos, qualidade do café e disponibilidade de enxofre nos solos durante os experimentos.

O lançamento deste Boletim Técnico n.º 4 representa para o SN — Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio Ltda., mais um tento lavrado. É mais uma contribuição a elevação de produtividade do principal produto de origem agropecuário de exportação do Brasil.

Temos certeza que estamos oferecendo excelentes informações sobre uma tecnologia não simplificada e tradicional, qual seja, a utilização do enxofre como meio de obter produções adicionais, testadas com êxito na Fazenda Transval, em Olímpia (SP), e na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso (MG).

Aos colaboradores que dedicaram esforço e tempo preciosos para o bom desempenho dos experimentos, ao Prof. Dr. Paulo A. Claudino Pedroso e à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais — EPAMIG que gentilmente cederam suas propriedades, à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias — UNESP, de Jaboticabal e ao CENA — Centro de Energia Nuclear na Agricultura — USP, de Piracicaba, que cederam suas instalações para as análises necessárias, expressamos nossos sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Dr. E. Malavolta, que coordenou e orientou os trabalhos e a elaboração do texto do boletim, nosso profundo reconhecimento.

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

São Paulo, agosto de 1986.

Coordenador:

E. Malavolta

Autores:

*Faculdade de Ciências Agrárias
e Veterinárias
UNESP, Jaboticabal*

Paulo Afonso Claudino Pedroso
Doutor e Prof. Depto. de Fitotecnia

Godofredo Cesar Vitti
Doutor e Prof. Depto. de Solos e Adubos

Domingos Fornasieri Filho
Doutor e Prof. Depto. de Fitotecnia

Omar Eduardo de Nadai
Engenheiro Agrônomo

*Fazenda Experimental de
São Sebastião do Paraíso
EPAMIG, MG*

Carlos do Carmo Andrade Melles
Engº Agrônomo e em mestrado na Fac. de
Ciências Agrárias e Veterinárias de
Jaboticabal, SP

Paulo Tácito Gontijo Guimarães
Engº Agrônomo, Mestre em Ciências e
doutorando pela ESALQ - USP, Piracicaba

*Centro de Energia Nuclear
na Agricultura - (CENA)
USP, Piracicaba, SP*

Eurípedes Malavolta
Professor Catedrático e Pesquisador
Voluntário, CENA - USP

Maria Lígia Malavolta
Lic. Economia Doméstica
Estagiária, CENA - USP

Capa:
Cromos gentilmente cedidos pela
Fugininas S.A. Agro Pastoral, Patrocínio - MG.

**Dados de Catalogação na Publicação (CIP) Internacional
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

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, 1986.
(Divulgação técnica. Boletim técnico ; n. 4)

Bibliografia.
Conteúdo: 4. Café.

1. Café - Fertilizantes 2. Cafeicultura - Brasil
3. Plantas - Efeito do enxofre I. Malavolta, E.,
1926- II. Título: Café. III. Série.

86-1730

CDD-633.738925
-633.730981

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Cafeicultura 633.730981
2. Café : Fertilizantes 633.738925
3. Enxofre : Efeitos : Café 633.738925

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

IV — CAFEIEIRO	7
1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. LOCAIS	9
2.2. VARIEDADES	9
2.3. SOLOS	9
2.4. TRATAMENTOS	10
2.5. DOSES	10
2.6. COLHEITA E BENEFICIAMENTO	11
2.7. DIAGNOSE FOLIAR	11
2.8. AMOSTRAGEM DE SOLO	11
2.9. ANÁLISES DE FOLHAS E FRUTOS	11
2.10. MÉTODOS DE ANÁLISE DE SOLO	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1. DADOS DE PRODUÇÃO	12
3.1.1. <i>ENSAIO EM OLÍMPIA, SP</i>	12
3.1.2. <i>ENSAIO EM SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MG</i>	15
3.2. DIAGNOSE FOLIAR	18
3.2.1. <i>ENSAIO EM OLÍMPIA, SP</i>	18
3.2.2. <i>ENSAIO EM SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MG</i>	24
3.3. COMPOSIÇÃO MINERAL DOS FRUTOS	26
3.4. ANÁLISE DOS SOLOS	27
3.5. RENDIMENTO, TIPO E QUALIDADE DA BEBIDA	29
3.5.1. <i>ENSAIO EM OLÍMPIA, SP</i>	31
3.5.2. <i>ENSAIO EM SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MG</i>	33
4. RESUMOS E CONCLUSÕES	33
4.1. PRODUÇÕES	35
4.2. DIAGNOSE FOLIAR	36
4.3. COMPOSIÇÃO MINERAL DOS FRUTOS	36
4.4. QUALIDADE DO CAFÉ	36
4.5. ENXOFRE DISPONÍVEL NO SOLO	36

5. SUMMARY	37
5.1. YIELD	37
5.2. FOLIAR DIAGNOSIS	38
5.3. MINERAL COMPOSITION OF THE FRUITS	39
5.4. COFFEE QUALITY	39
5.5. SOIL AVAILABLE SULFUR	39
6. OBSERVAÇÃO	39
7. LITERATURA CITADA	39

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

IV. CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.)

P. A. Claudino Pedroso, G. C. Vittl, D. Fornasieri F^o,
O. E. de Nadal, P. T. G. Guimarães,
C. C. A. Melles, M. Lígia Malavolta, E. Malavolta

1. Introdução

1.1. As primeiras determinações de enxofre no cafeeiro foram feitas por Dafert no século passado (veja-se DAFERT et al., 1929, uma coletânea da contribuição do sábio austríaco e de seus principais colaboradores do Instituto Agronômico de Campinas, S. Paulo) o qual, entretanto, subestimou as necessidades reais da cultura visto que as determinações foram feitas nas cinzas dos diferentes órgãos: no processo de incineração do material a maior proporção do S se perde por volatilização visto estar em formas reduzidas.

1.2. Meio século mais tarde MALAVOLTA (1952) analisou de novo as diversas partes do cafeeiro determinando o teor de enxofre no extrato nítrico-perclórico que oxida as formas reduzidas do elemento, evitando assim as perdas sofridas pelas amostras com que Dafert e seus colaboradores trabalharam: concluiu que o cafeeiro apresentava exigências maiores de S do que de P.

1.3. CATANI & MORAES (1958) e CATANI et al. (1965) estudaram a marcha de absorção de macronutrientes pelo cafeeiro com idade que ia de 1 até 10 anos verificando que as quantidades de S contidas na planta eram maiores que as de P: um pé-de-café de 10 anos de idade contém na sua parte aérea 6 g de S e 5 de P.

1.4. As quantidade de macro e micronutrientes existentes nos frutos (grãos e casca) das variedades "Bourbon Amarelo", "Caturra Amarelo" e "Mundo Novo", cultivadas em três tipos diferentes de solos, foram determinadas por MALAVOLTA et al., (1963). Uma saca de café beneficiado contém, em média em gramas: N-996, P-66, K-918, Ca-168, Mg-96 e S-78.

1.5. Durante o crescimento do fruto a acumulação de enxofre acompanha a de P, Ca e Mg, dando-se de modo muito mais lento que o incremento nas quantidades de N e de K (MORAES & CATANI, 1964).

1.6. LOTT et al. (1960) trabalhando com cafeeiro cultivado no cerrado de Matão, SP, constataram pela primeira vez sintomas de deficiência de S em condições de campo — em solução nutritiva eram conhecidas desde os trabalhos de FRANCO & MENDES (1943). Além disso conseguiram quase dobrar a produção mediante a aplicação de cerca de 30 kg de S/ha como gesso, o que foi acompanhado por um crescimento no teor de S-SO₄ foliar de cerca de 200 para perto de 400 ppm.

1.7. Num experimento também em solo de cerrado de Batatais, SP, conforme relata MORAES (1983, p. 85), "a morte das plantas no tratamento controle não adubado ocorreu em decorrência principalmente da falta de enxofre. Além dos sintomas evidentes nas folhas, as análises foliares realizadas revelaram sempre teores inferiores a 50 ppm de enxofre-sulfato".

1.8. Num levantamento do estado nutricional de 126 cafezais paulistas e 46 paranaenses, através da análise de folhas, LOTT et al. (1961) verificaram que 18 e 7% dos mesmos, respectivamente, mostraram-se deficientes de S; os números correspondentes ao P foram: 23 e 0.

1.9. Em estudo semelhante conduzido em 134 cafezais do Estado de São Paulo GALLO et al. (1970) verificaram as seguintes porcentagens de plantações deficientes em enxofre: Podzolizados de Lins e Marília — 4; Latossolo Roxo — 0 e Podzólico Vermelho Amarelo Orto — 28.

1.10. Num levantamento mais recente feito em São Paulo parece ter aumentado muito a porcentagem dos cafezais cujas folhas mostraram teores abaixo do nível limiar (IBC, 1985, p. 227): entre 33 e 76%, dependendo do tipo de solo.

1.11. A que se deve esse fato?

1.12. Várias causas não mutuamente excludentes podem ser lembradas:

- (1) pobreza em S dos solos brasileiros combinada com dificuldade na mineralização da matéria orgânica (principal fonte do elemento nas condições naturais) devido à acidez dominante e a alta relação C/S (maior que 200-300);
- (2) invasão do cerrado pelo cafezal, em solos pobres no elemento;
- (3) altas produções iniciais (enquanto há ainda algum enxofre como reserva no solo) que determinam maior exportação do elemento;

- (4) pequena adição de S pela água de chuva dada a distância entre as regiões produtoras de café e as indústrias que lançam o elemento na atmosfera através da queima de combustíveis;
- (5) substituição dos adubos tradicionais como o superfosfato simples e o sulfato de amônio (fontes de S) pelos chamados adubos concentrados (uréia, super triplo, fosfatos de amônio) que não possuem enxofre;
- (6) pouca adubação orgânica (esterco, tortas, composto) fonte suplementar de enxofre.

1.13. Como consequência do aumento da extensão da falta de S nos cafezais brasileiros não é surpreendente que já existam recomendações oficiais de adubação segundo as quais devem ser aplicadas doses anuais do elemento que variam em torno de 20-30 kg S/ha.

1.14. O presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- (1) estudar a resposta do cafeeiro a três fontes de S (sulfato de amônio, SA; sulfato duplo de potássio e magnésio, K-Mag; e fosfogesso PG) fornecidos em três doses e em dois locais (Olimpia, SP e S. Sebastião do Paraíso, MG);
- (2) procurar relacionar respostas com teores de S no solo e na planta;
- (3) avaliar o possível efeito dos tratamentos na qualidade do café.

2. Material e métodos

2.1. LOCAIS

Foram conduzidos dois experimentos a saber:

- (1) Faz. Transwal, Olimpia, SP.
- (2) Faz. Exptal. da EPAMIG, S. Sebastião do Paraíso, MG.

2.2. VARIEDADES

Nos dois experimentos a variedade usada é a Mundo Novo. No início do ensaio as plantas de Olimpia tinham 16 anos de idade e as de S. Sebastião, 8 anos.

Nos dois casos o espaçamento é de 4x3 m com duas plantas por cova.

2.3. SOLOS

As características dos solos no início do ensaio estão na Tabela 2-1.

Tabela 2-1. Características dos solos dos ensaios no começo do experimento (ano agrícola 1981/2).

Características	Olimpia Pin		S. Sebastião LEm
	0 — 15 cm	16 — 30 cm	0 — 20 cm
Mat. org. %	1,20	0,99	1,2
pH (H ₂ O)	5,6	5,7	5,5
P ppm ⁽¹⁾	26,0	11,0	5,0
K ⁺ e.mg/100 ml	0,42	0,40	0,12
Ca ⁺²	2,0	2,3	2,3
Mg ⁺²	0,7	0,7	0,6
H ⁺ + Al ⁺³	5,2	3,9	2,9
S-SO ₄ ppm	4,0	5,0	10,0

⁽¹⁾Olimpia — resina. S. Sebastião — Mehlich.

2.4. TRATAMENTOS

Os ensaios obedeceram ao delineamento de blocos ao acaso com 6 repetições, cada parcela sendo constituída de 10 covas úteis. Os tratamentos aplicados aparecem na Tabela 2-2.

Tabela 2-2. Tratamentos utilizados.

Nº	Tratamento
1	<i>NPK micronutrientes</i>
2	<i>NPK micro + dose 1 de S como sulfato de amônio</i>
3	<i>NPK micro + dose 2 de S como sulfato de amônio</i>
4	<i>NPK micro + dose 1 de S como K-Mag</i>
5	<i>NPK micro + dose 2 de S como K-Mag</i>
6	<i>NPK micro + dose 1 de S como fosfogesso</i>
7	<i>NPK micro + dose 2 de S como fosfogesso</i>

2.5. DOSES

Foram aplicadas nos 4 anos as seguintes doses de elementos, em quilos/hectare divididas em 4 aplicações:

- N — 130 como nitrato de amônio (33% de N)
- P₂O₅ — 40 como superfosfato triplo (42% P₂O₅)
- K₂O — 130 como cloreto de potássio (60% K₂O)
- Mg — 30 como calcário dolomítico calcinado
- B — 5 como borax (11% B)
- Zn — 4 como óxido de zinco (50% Zn)
- S — 20 e 40 (doses 1 e 2), em Olímpia, (SP) e 30 e 60 em S. Sebastião do Paraíso, (MG).

Para uniformizar as doses de Mg levadas pelo K-Mag, foi aplicado separadamente da adubação, calcário dolomítico calcinado ("Minercal", Indus. Min. Pagliato, Sorocaba, SP) com as seguintes características: 45% CaO, 20% MgO, PRNT = 120%).

As fontes de S apresentaram a seguinte composição: sulfato de amônio — 21% de N e 24% de S; K-Mag — 22% K₂O, 11% Mg e 22% S; fosfogesso (ULTRAFERTIL S.A., Piaçaguera, SP) 20% Ca e 16% de S.

No início e no terceiro ano se fez calagem (V% = 70) aplicando-se calcário calcítico em área total, sendo que cerca de 60% da dose foi aplicada na faixa adubada.

2.6. COLHEITA E BENEFICIAMENTO

A colheita se fez por derriça no chão seguindo-se abanação e secagem em terreiro.

Numa amostra de cada parcela fez-se as determinações do rendimento, tipo e qualidade da bebida.

2.7. DIAGNOSE FOLIAR

As amostras de folhas foram colhidas no fim da primavera e no fim do verão. Em ramos frutíferos foram retirados o terceiro e o quarto pares de folhas num total de 60 folhas por parcela.

2.8. AMOSTRAGEM DE SOLO

As amostras de solo, depois de iniciado o ensaio, foram colhidas na faixa adubada e a 0-20 cm de profundidade. Em cada parcela foram retiradas 6 subamostras combinadas numa amostra composta.

De um modo geral a amostragem foi feita antes da primeira adubação (começo da estação chuvosa).

2.9. ANÁLISES DE FOLHAS E FRUTOS

Foram empregadas os seguintes métodos de análises da matéria seca (70 - 80°C).

Nitrogênio — semi micro Kjeldahl (digestão com H₂SO₄ em presença de catalisador, destilação em ácido bórico com indicador e titulação com ácido sulfúrico diluído).

Fósforo — determinado no extrato nítrico-perclórico do material (1 g/100 ml) por fotolorimetria após reação com mistura de metavanadato e molibdato de amônio.

Enxofre — determinação no mesmo extrato nítrico-perclórico depois de precipitação do SO_4^{2-} pelo cloreto de bário e medida da turbidez da suspensão em fotocolorímetro ou espectrofotômetro, obedecendo-se à técnica de VITTI & RODELLA (1982).

2.10. MÉTODOS DE ANÁLISE DE SOLO

Na determinação de pH, matéria orgânica, P disponível e trocáveis empregaram-se os métodos de RAIJ & ZULLO (1977) e RAIJ & QUAGGIO (1983).

O S- SO_4^{2-} foi extraído e analisado segundo VITTI & SUZUKI (1978).

3. Resultados e discussão

3.1. DADOS DE PRODUÇÃO

Tabela 3-1. Dados de produção, ensaio em Olímpia, SP (médias de 6 repetições).

Tratamento	Ano Agrícola				
	1981/2	1982/3	1983/4	1984/5	
	kg café coco/ha				
1. NPK + micronutrientes	1396	1149	2047	1325	1479
2. Idem + dose 1 de S como sulfato de amônio	1814	1933	3547	2217	2398
3. Idem + dose 2 de S como sulfato de amônio	1330	1828	3266	1969	2098
4. Idem + dose 1 de S como K-Mag	1447	1386	3041	2003	1969
5. Idem + dose 2 de S como K-Mag	1303	1731	2926	2071	2008
6. Idem + dose 1 de S como fosfogesso	1263	1503	2499	2017	1821
7. Idem + dose 2 de S como fosfogesso	1390	1262	3083	1704	1860

3.1.1. ENSAIO EM OLÍMPIA, SP

Os dados de produção de 4 safras encontram-se na Tabela 3-1. No primeiro ano do experimento (1981/2) não houve efeito significativo dos tratamentos embora o sulfato de amônio tivesse, na dose

1, garantindo um aumento de cerca de 400 kg na produção; tal aumento não atingiu o limite da significância visto ter sido relativamente alto a dispersão dos dados (coeficientes de variação, c.v. = 27%).

Do segundo ano em diante, porém, houve resposta significativa aos tratamentos. A análise estatística revelou nos três anos agrícolas efeitos de fontes significativos ao nível de 1% de probabilidade.

Na Fig. 3-1 tem-se o efeito acumulado das 4 safras para as diversas fontes e doses de enxofre: vê-se que 20 kg de S por ha/ano aplicados durante 4 safras na forma de sulfato de amônio garantiram quase 4000 kg adicionais de café em coco; ou, em outras palavras, cada kg de S nessa forma rendeu 50 kg de café. As outras fontes também deram retornos expressivos, porém menores.

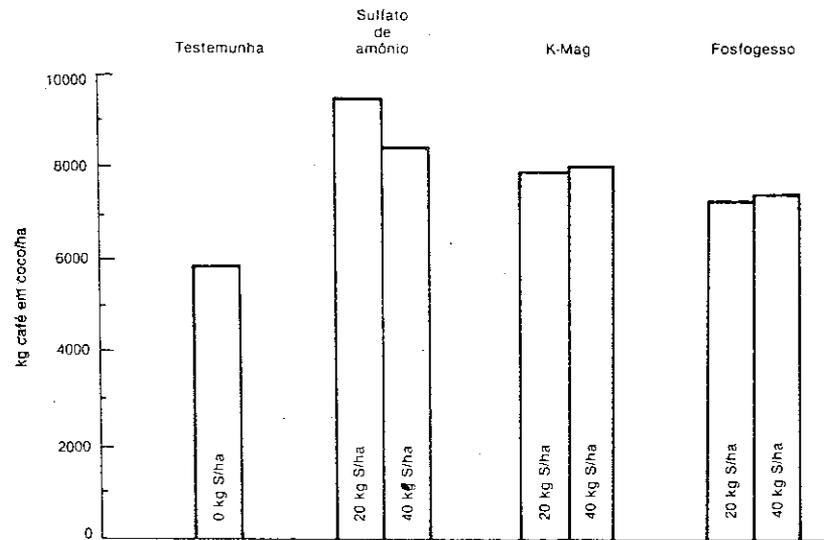


Figura 3-1. Produções acumuladas (4 safras), Olímpia, SP.

Os efeitos médios dos tratamentos podem ser vistos na Fig. 3-2. A dose de 20 kg de S/ha na forma de sulfato de amônio deu as maiores produções que foram superiores às obtidas com a dose dupla nas outras duas formas. Conforme já foi mencionado (item 1.6) no ensaio conduzido no cerrado de Matão, SP, a dose de 30 kg de S/ha fornecida como gesso garantiu a produção máxima. O dobro da dose fez com que a colheita caísse. No caso presente, entretanto, essa tendência para a produção diminuir com as doses mais altas não foi observada quando se usou K-Mag ou fosfogesso. É interessante lembrar que a recomendação oficial para o fornecimento de S para o cafeeiro feita pelo Instituto Agrônomo de Campinas (RAIJ; 1985, p. 13) manda

aplicá-lo numa dose equivalente daquela de N o que, nas condições do ensaio corresponde a cerca de 16 kg/ha o que não está muito longe da quantidade usada.

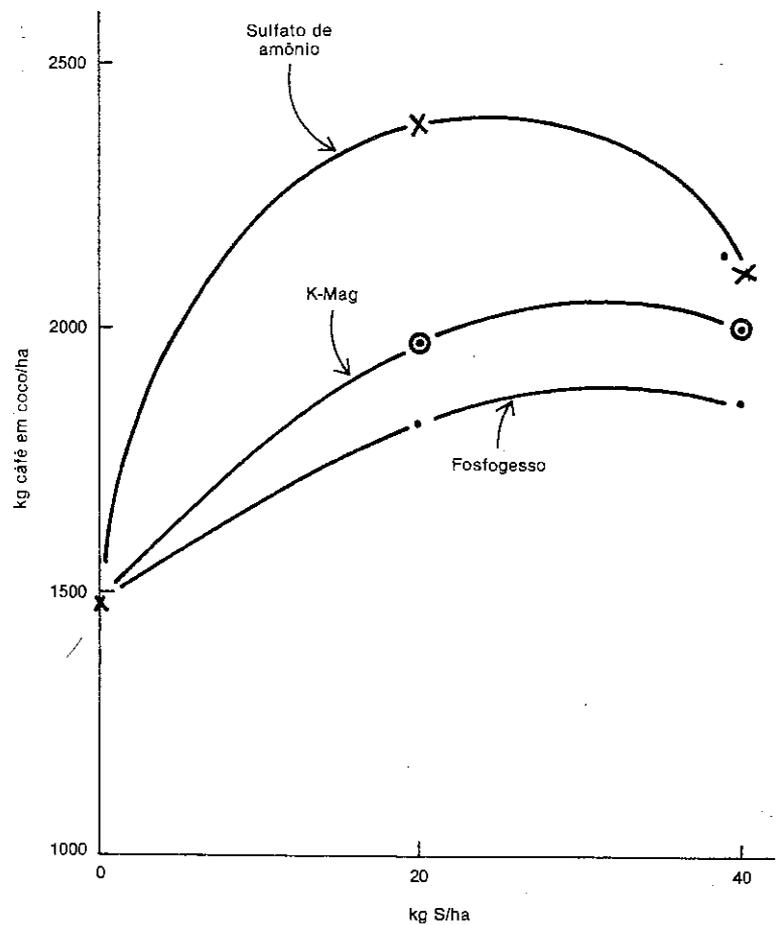


Figura 3-2. Produções médias (4 safras), Olímpia, SP.

A evolução da resposta ao enxofre ao longo dos anos pode ser vista na Fig. 3-3: nota-se para as 3 fontes uma tendência para aumento na resposta da primeira para a terceira colheita. Enquanto, entretanto, parece haver estabilização na resposta ao sulfato de amônio e ao K-Mag, fontes mais solúveis, o mesmo não acontece quando se aplicou fosfogesso, produto menos solúvel que os anteriores. O aumento na resposta com os anos de cultivo deve indicar consumo progressivo da reserva de S do solo.

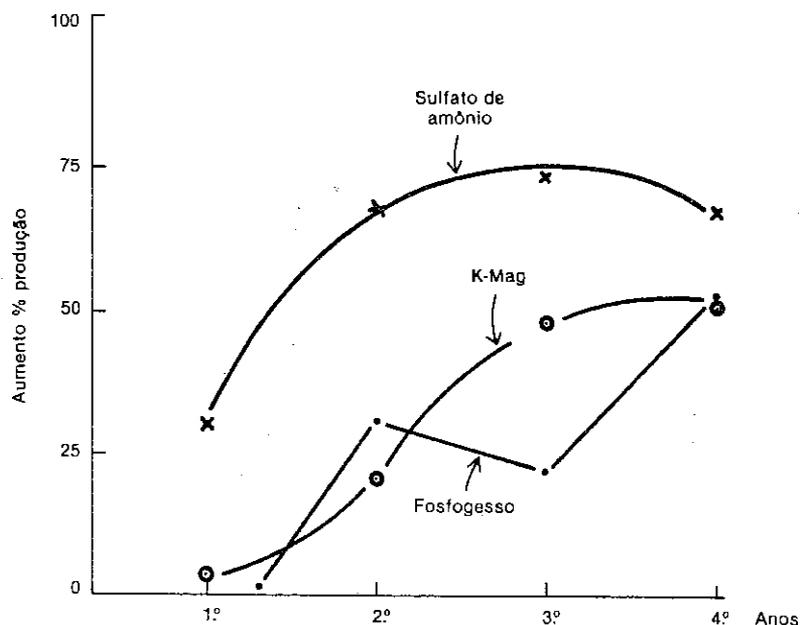


Figura 3-3. Evolução dos aumentos % na colheita em função dos anos (dose 1).

Como se pode ver na Fig. 3-4 o sulfato de amônio aumentou a produção em média em 61% enquanto os dois outros adubos fizeram-no dentro da faixa de 35-40%: o efeito notável da adição de S no local faz lembrar que foi na região que se obteve o resultado mencionado no item 1.7.

3.1.2. ENSAIO EM S. SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MG

Como no presente experimento os dados anuais revelaram grande variação (a região foi atingida por geada em 1981) os mesmos foram juntados por biênio, como se vê na Tabela 3-2.

Os dados mostram, em primeiro lugar, produções maiores neste experimento quando comparado com o anterior: trata-se de plantas mais novas "podadas" em parte pela geada e que, pela renovação da vegetação, apresentavam potencial de colheita mais alto o qual foi realizado com a adubação e demais tratamentos culturais. Isto provavelmente explique a ausência do efeito depressivo quando foi aplicada a dose dupla de enxofre.

No presente ensaio não há diferença significativa entre sulfato de amônio e gesso, fontes que se mostraram superiores ao K-Mag e à testemunha.

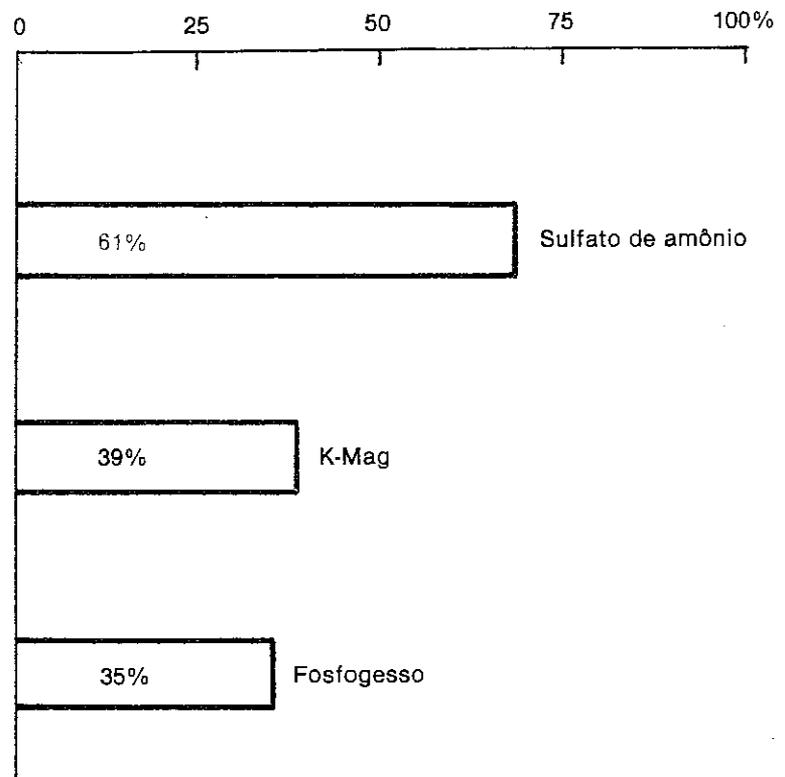


Figura 3-4. Aumentos médios de produção em Olímpia, SP (4 safras, dose 1).

No mesmo local deste experimento GUIMARÃES et al. (1983) observaram efeito notável do gesso em trabalho anterior, efeito esse que foi atribuído ao fornecimento de Ca, de S e à neutralização do alumínio subsuperficial (PAVAN et al., 1984). Embora no caso presente as doses de gesso aplicadas para fornecer S fossem menores que as usadas no ensaio anterior, não se pode afastar a hipótese de que, além de funcionar como fonte daquele elemento, o produto tenha contribuído, pelo menos em parte, para a neutralização do alumínio em profundidade que não é facilmente atingida pelo calcário.

É interessante deixar a observação de que o S aplicado fez efeito tanto em níveis de produtividade média (Olímpia, SP) como alta (S. Sebastião do Paraíso, MG).

A Figura 3-5 mostra, em termos percentuais o efeito do S nos dois biênios. Nota-se que somente no caso do sulfato de amônio, produto mais solúvel que os outros dois, há uma tendência para o efeito aumentar em função do tempo.

Tabela 3-2. Dados de produção, S. Sebastião do Paraíso, MG.

Tratamento	1981/2	1983/4	Quatro safras	Média geral
	+ 1982/3	+ 1984/5		
	kg café beneficiado/ha			
1. NPK + micronutrientes	3183	3792	6975	1743
2. Idem + dose 1 de S como sulfato de amônio	3890	9346 3946	8236	2059
3. Idem + dose 2 de S como sulfato de amônio	3687	4863	8550	2137
4. Idem + dose 1 de S como K-Mag	3278	3839	7117	1770
5. Idem + dose 2 de S como K-Mag	3507	3987	7494	1869
6. Idem + dose 1 de S como fosfogesso	3828	4316	8144	2036
7. Idem + dose 2 de S como fosfogesso	3970	4220	8190	2047

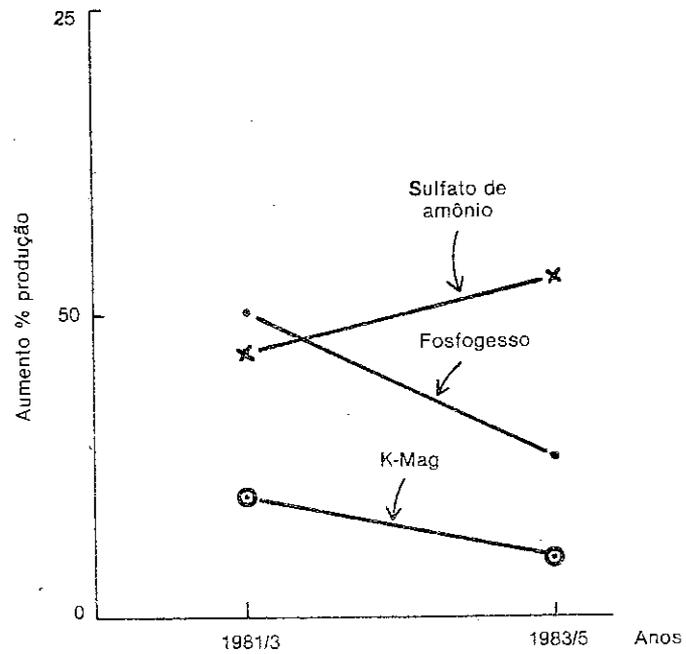


Figura 3-5. Evolução dos aumentos % na colheita em função dos biênios (S. Sebastião do Paraíso, MG).

Na Figura 3-6 tem-se os aumentos médios de produção conseguidos com a dose 1 (30 kg/ha) de S: cada kg de S aplicado como sulfato de amônio ou como fosfogesso rendeu 10 kg de café limpo, ou seja, 1/6 de saca beneficiada. Convém notar que na literatura mundial considera-se, com respeito a NPK como altamente satisfatório um retorno de 10 kg de grãos para cada kg de nutriente (PARKER & NELSON, 1966; PETER, 1984).

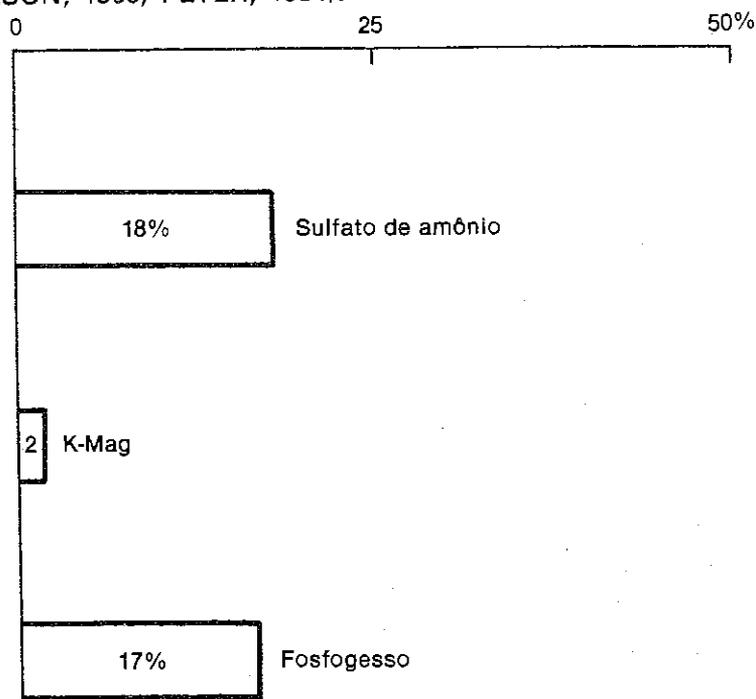


Figura 3-6. Aumentos médios de produção (4 safras), S. Sebastião do Paraíso, MG.

3.2. DIAGNOSE FOLIAR

3.2.1. ENSAIO EM OLÍMPIA, SP

No ano agrícola em que se iniciou o ensaio as análises de folhas mostraram os teores que se encontram na Tabela 3-3. Para fins de comparação são dados os valores considerados adequados por MALAVOLTA (1983, p. 158) e os teores limiares segundo o I.B.C. (1985, p. 234). No caso das duas fontes citadas a amostragem corresponde aproximadamente ao mês de março (fim do verão). Pode-se observar que os dados são comparáveis, exceto no caso do N: aparen-

temente em outubro de 81 as plantas do ensaio encontravam-se carentes em N o que foi corrigido pelo primeiro parcelamento efetuado.

Tabela 3-3. Teores foliares de macronutrientes.

Elemento	OLÍMPIA, SP		MALAVOLTA (1983)	IBC (1985)
	Out. 81	Mar. 82		
N%	1,72	2,72	2,80	3,0
P	0,16	0,12	0,14	0,10
K	2,64	1,91	2,30	1,80
Ca	1,32	1,15	1,40	1,00
Mg	0,31	0,25	0,35	0,35
S	0,26	0,20	0,20	0,20
N/S	6,6/1	13,6/1	14/1	15/1
P/S	0,6/1	0,6/1	0,7/1	0,5/1

Na Tabela 3-4 são dados os resultados das análises efetuadas no transcorrer do experimento.

No ano agrícola 1982/3 nota-se diminuição no teor de P no mês de março o que deve ser causado pela mobilização do elemento que sai da folha e vai para o fruto, o que já fora relatado por MALAVOLTA (1963, p. 152). Coisa semelhante ocorre quando se compara o teor de N em outubro de 1982 com o encontrado em março de 1983. E o mesmo acontece com respeito ao S analisado em outubro de 1983 e março de 1984, o que indica mobilidade do elemento no processo de crescimento do fruto. Resultados semelhantes foram obtidos por CHAVES & SARRUGE (1984).

Conforme se vê na Figura 3-7, as análises feitas em outubro de 1982 mostraram boa correlação entre doses de S aplicadas e teores de S, o mesmo não acontecendo, porém com as amostras colhidas em março do ano seguinte. A Figura 3-8 por sua vez, indica existir alguma correlação entre o teor de S na folha e a colheita. No caso da amostragem de outubro, à medida que cresce a dose de enxofre usada cai a relação N/S — é o que se vê na Figura 3-9.

Como mostra a Figura 3-10 no ano agrícola de 1983/4 não foram boas as correlações entre a dose de S e teor foliar. Por esse motivo não se encontrou também nenhuma relação evidente entre teor foliar e produção.

CARVAJAL (1984, p. 208) observou que o nitrogênio total solúvel em água (NTSA), isto é, a soma do $N-NO_3^-$ e do N orgânico solúvel em água expressava muito melhor o estado nutricional do cafeeiro, quando determinado na folha, que o teor de N total; situação

Tabela 3.4. Teores de macronutrientes aniônicos nas folhas do cafeeiro (Olimpia, SP).

	1982/3									1983/4								
	Outubro			Março			Outubro			Março			Outubro			Março		
	N	P	S	N	P	S	N	P	S	N	P	S	N	P	S	N	P	S
1. Sem S	3,22	0,18	0,18	—	0,13	0,21	—	0,14	0,21	—	0,14	0,21	2,67	0,13	0,14	—	—	—
2. Sulfato de amônio, dose 1	3,17	0,19	0,21	—	0,12	0,18	—	0,13	0,21	—	0,13	0,21	2,68	0,12	0,14	—	—	—
3. Sulfato de amônio dose 2	3,21	0,17	0,21	—	0,13	0,21	—	0,11	0,20	—	0,11	0,20	2,91	0,12	0,13	—	—	—
4. K-Mag, dose 1	3,13	0,18	0,20	—	0,12	0,20	—	0,10	0,22	—	0,10	0,22	2,68	0,12	0,13	—	—	—
5. K-Mag, dose 2	3,28	0,18	0,22	—	0,12	0,21	—	0,10	0,20	—	0,10	0,20	2,49	0,13	0,14	—	—	—
6. Fosfogesso, dose 1	3,02	0,19	0,20	—	0,12	0,21	—	0,11	0,20	—	0,11	0,20	2,46	0,12	0,13	—	—	—
7. Fosfogesso, dose 2	3,19	0,19	0,21	—	0,12	0,21	—	0,11	0,22	—	0,11	0,22	2,71	0,11	0,13	—	—	—

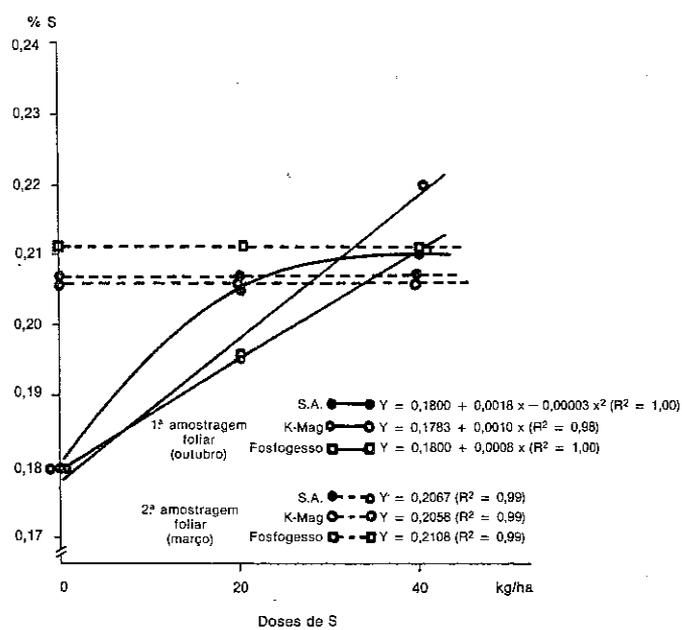


Figura 3-7. Efeito de fontes e doses de S na porcentagem de enxofre foliar em duas amostragens. Anos agrícolas 1982/1983.

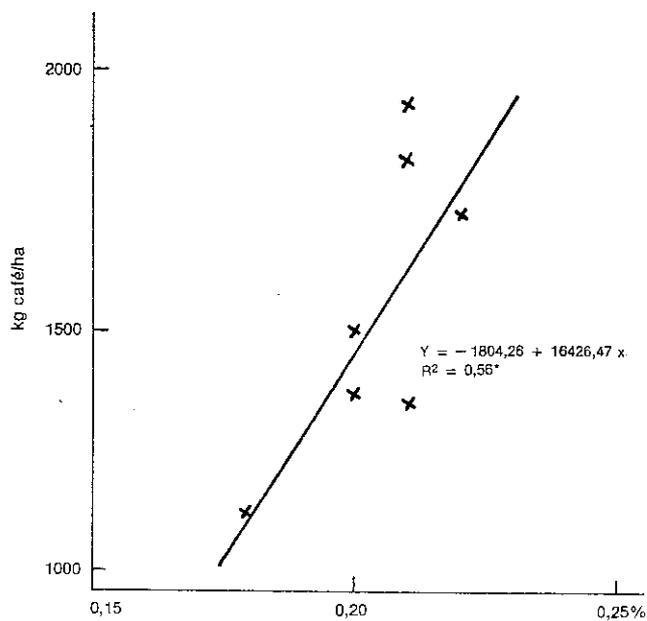


Figura 3-8. Relação entre teor foliar de enxofre e produção (Olimpia, SP).

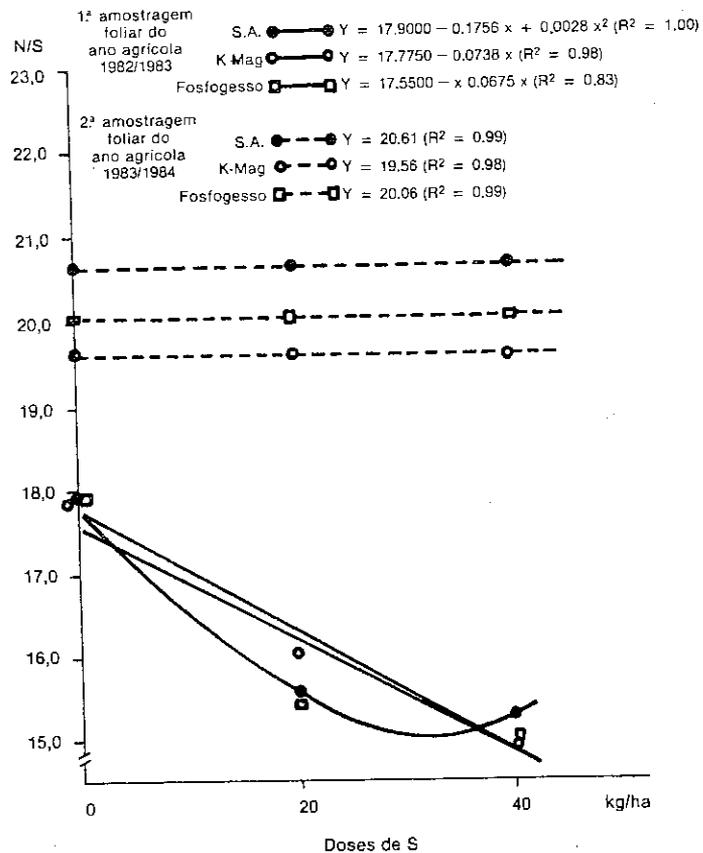


Figura 3-9. Efeito de fontes e doses de S nas relações N/S foliares. Anos agrícolas 1982/1983 e 1983/1984.

semelhante pode existir, em alguns casos pelo menos, com respeito ao S; o teor de sulfatos solúveis, $S-SO_4^{2-}$, responde mais a variações na quantidade de S do solo que a concentração de S total (LOTT et al., 1960; FREITAS et al., 1972; SUMBAK, 1983, p. 72). Somente no caso de plantas extremamente deficientes em S, haveria variações acentuadas nos teores foliares quando sua composição fosse comparada com a de plantas bem supridas do elemento e por isso mais produtivas. A determinação do $S-SO_4^{2-}$, entretanto, não é feita rotineiramente devido ao alto custo das análises.

A comparação das Figuras 3-7 e 3-9 mostra que a relação N/S não introduz melhoramento na avaliação do estado nutricional com respeito ao uso do teor de S total isoladamente, nas condições do ensaio. A relação P/S praticamente não varia com os tratamentos.

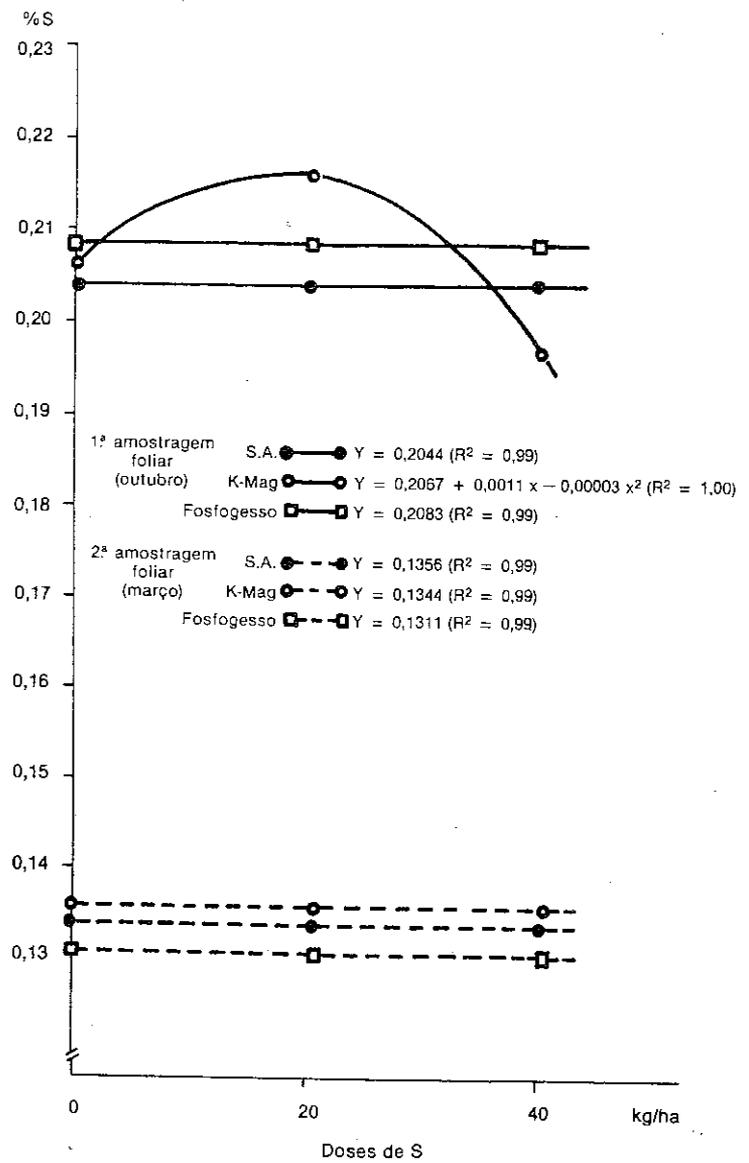


Figura 3-10. Efeito de fontes e doses de S na porcentagem de enxofre foliar em duas amostragens. Anos agrícolas 1983/1984.

De acordo com CARVAJAL (1984, p. 222) as folhas do cafeeiro deficientes em S tem uma relação $N/S = 45$; as de plantas carentes em N mostram um quociente igual a 6 e no caso das "normais", o valor N/S é igual a 18. No presente experimento os valores encontrados

estão muito abaixo da relação que indica deficiência de S, acima daquela que corresponde a carência nitrogenada e ao redor da adequada.

O teor foliar de S associado às maiores produções está próximo de 0,20% o que confirma o nível considerado geralmente adequado do elemento (ver Tabela 3-3).

3.2.2. ENSAIO EM S. SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MG

Os resultados das análises do ensaio conduzido em S. Sebastião do Paraíso, MG, encontram-se na Tabela 3-5. Recorde-se que a amostragem foi feita sempre no mês de março do ano indicado, período de crescimento dos frutos. No ano agrícola de 1982 as amostras de folhas foram tomadas antes do início do experimento: dão uma idéia, portanto, do estado nutricional das plantas e da heterogeneidade do terreno. A comparação desses dados com os padrões contidos na Tabela 3-3 indicam nutrição adequada com respeito aos três macronutrientes.

Em 1983 já se nota alguma tendência para aumentar o teor de S no caso dos tratamentos em que o elemento foi aplicado, o que se repete em 1984 e 1985. Não foi possível, entretanto, estabelecer correlações significativas seja entre dose de S aplicada e o teor foliar ou seja entre teor foliar e produção obtida. Isto pode ser devido a várias causas não mutuamente excludentes: variabilidade das parcelas; época de amostragem; menor sensibilidade do teor total de S para avaliar o estado nutricional quando os valores encontrados estão muito acima dos valores correspondentes à deficiência. No corrente ano agrícola (1985/6) já começaram, entretanto, a ser observadas sintomas típicos de deficiência de enxofre nas folhas das plantas do tratamento 1: clorose mosqueada e depois uniforme das folhas mais novas, as mais velhas permanecendo verdes. É possível que as correlações esperadas comecem a aparecer visto que os teores, confirmada a diagnose visual, deverão se afastar mais dos valores tidos como adequados.

No caso presente a relação N/S no tratamento testemunha variou do seguinte modo nos quatro anos: 1982-11; 1983-18; 1984-15; 1985-15. Nos tratamentos com a dose 1 de S, teve-se respectivamente para sulfato de amônio, K-Mag e fosfogesso: 1982-15; 14; 16; 1983-15; 17; 16; 1984-13; 14; 14; 1985-14; 12; 14. Há, pois, uma tendência para o estreitamento da relação no último período quando se compara com o quociente encontrado no tratamento testemunha: isto deve indicar resposta crescente às fontes de S.

Tabela 3-5. Teores foliares de macronutrientes aniônicos, ensaio em S. Sebastião do Paraíso, MG⁽¹⁾.

	1982			1983			1984			1985		
	N	P	S	N	P	S	N	P	S	N	P	S
1. Sem S	2,51	0,18	0,22	3,01	0,16	0,17	2,16	0,17	0,14	2,55	0,16	0,17
2. Sulfato de amônio, dose 1	3,05	0,17	0,20	2,99	0,15	0,19	2,28	0,16	0,14	2,53	0,16	0,18
3. Sulfato de amônio dose 2	2,97	0,17	0,21	2,89	0,15	0,19	2,24	0,21	0,17	2,51	0,16	0,20
4. K-Mag, dose 1	2,90	0,16	0,20	3,27	0,12	0,19	2,24	0,20	0,17	2,36	0,14	0,19
5. K-Mag, dose 2	3,04	0,15	0,18	2,89	0,14	0,20	2,14	0,18	0,18	2,76	0,17	0,20
6. Fosfogeno, dose 1	2,83	0,17	0,18	3,15	0,13	0,19	2,59	0,19	0,18	2,66	0,16	0,18
7. Fosfogeno, dose 2	2,73	0,15	0,15	3,18	0,12	0,19	2,55	0,19	0,19	2,40	0,15	0,19

⁽¹⁾Média de 6 repetições.

3.3. COMPOSIÇÃO MINERAL DOS FRUTOS

Para fins de comparação a Tabela 3-6 dá a composição mineral dos grãos e da casca segundo MALAVOLTA (1983, p. 154).

Tabela 3-6. Teores de macronutrientes nos frutos do cafeeiro (matéria seca).

Elemento	Grão	Casca
	%	
<i>Nitrogênio (N)</i>	1,71	1,78
<i>Fósforo (P)</i>	0,10	0,14
<i>Potássio (K)</i>	1,53	3,75
<i>Cálcio (Ca)</i>	0,21	0,41
<i>Magnésio (Mg)</i>	0,15	0,13
<i>Enxofre (S)</i>	0,12	0,15
<i>N/S</i>	14,0	12,0
<i>P/S</i>	0,8	0,9

A Tabela 3-7 apresenta os resultados obtidos com o material colhido em Olímpia, SP (as amostras colhidas em S. Sebastião do Paraíso não foram analisadas) no ano agrícola 1982/3. Os dados referentes a 1983/4 estão na Tabela 3-8.

Tabela 3-7. Macronutrientes aniônicos nos frutos do cafeeiro (1982/3).

Tratamento	Grãos					Casca				
	%					%				
	N	P	S	N/S	P/S	N	P	S	N/S	P/S
1. <i>Sem S</i>	2,43	0,29	0,21	20	2,4	2,6	0,29	0,21	12	1,4
2. <i>Sulf. amônio, dose 1</i>	2,43	0,29	0,18	19	2,2	2,6	0,28	0,24	11	1,2
3. <i>Sulf. amônio, dose 2</i>	2,43	0,29	0,21	17	2,1	2,7	0,26	0,22	12	1,2
4. <i>K-Mag, dose 1</i>	2,45	0,29	0,20	19	2,2	2,4	0,25	0,20	12	1,3
5. <i>K-Mag, dose 2</i>	2,53	0,29	0,21	18	2,1	2,6	0,25	0,20	13	1,3
6. <i>Fosfogesso, dose 1</i>	2,47	0,29	0,21	18	2,1	2,6	0,32	0,20	13	1,6
7. <i>Fosfogesso, dose 2</i>	2,37	0,29	0,22	17	2,1	2,5	0,23	0,18	14	1,3

O ano agrícola de 1982/3 foi de baixa produção e o de 1983/4 devido à conhecida alternância de safras, foi de alta colheita. Com-

Tabela 3-8. Macronutrientes aniônicos nos frutos do cafeeiro (1983/4).

Tratamento	Grãos					Casca				
	%			N/S	P/S	%			N/S	P/S
N	P	S	N			P	S			
1. Sem S	1,67	0,17	0,13	13	1,3	2,04	0,09	0,14	15	0,6
2. Sulf. amônio, dose 1	0,96	0,16	0,12	16	1,3	1,99	0,09	0,16	12	0,6
3. Sulf. amônio, dose 2	1,39	0,16	0,11	13	1,5	2,11	0,10	0,14	15	0,7
4. K-Mag, dose 1	2,19	0,15	0,09	24	1,7	2,16	0,10	0,14	15	0,7
5. K-Mag, dose 2	2,17	0,16	0,11	20	1,5	2,10	0,12	0,14	15	0,9
6. Fosfogesso, dose 1	1,42	0,16	0,10	16	1,6	2,24	0,10	0,14	16	0,7
7. Fosfogesso, dose 2	2,07	0,16	0,10	21	1,6	2,17	0,11	0,16	14	0,7

parando-se as Tabelas 3-7 e 3-8 notam-se teores mais altos dos elementos no caso dos frutos da safra menor. Parece ter havido, no caso do café de 1983/4 uma "diluição" dos elementos na matéria seca ou uma repartição do total num número menor de cerejas.

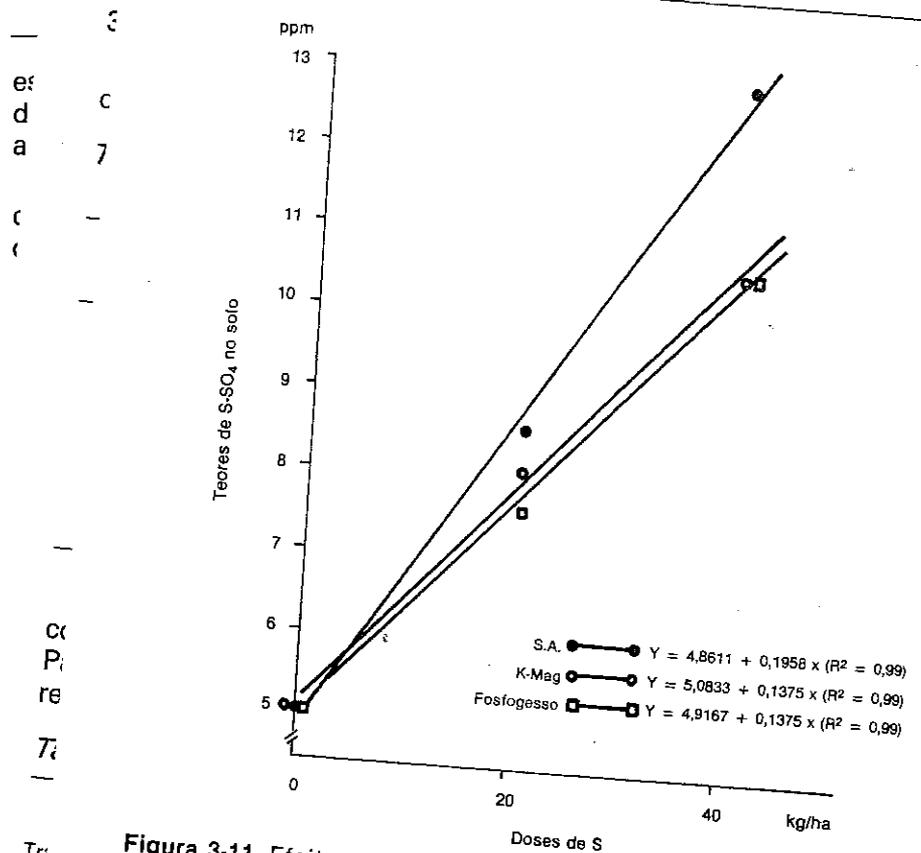
O exame de dados das duas tabelas não dá, entretanto, nenhuma variação no teor de S do fruto ou do quociente N/P e N/S que mostre alguma consistência com os tratamentos: há pouca sensibilidade do órgão para indicar o estado nutricional do cafeeiro, pelo menos nas condições do ensaio.

3.4. ANÁLISE DOS SOLOS

A Figura 3-11 mostra a influência das doses e fontes de S no teor de S-SO₄ do solo no ano agrícola de 1983/4 em Olímpia, SP. A análise estatística indicou significância para o efeito que foi linear.

O teor de enxofre "disponível" cresceu de 5 até 13 ppm com o emprego da dose de 40 kg de S/ha na forma de sulfato de amônio: cada kg de S deste fertilizante promoveu um aumento de 0,20 ppm de S-SO₄; o K-Mag e o geúdo, por sua vez, causaram incrementos de 0,14 kg ppm de S-SO₄ para cada quilo de enxofre aplicado. Encontra-se aqui uma explicação para o efeito maior do sulfato de amônio neste experimento (Tabela 3-1).

Na Figura 3-12 aparece a relação existente entre as doses de S-SO₄ em duas profundidades e as doses de enxofre aplicadas (ano agrícola 1984/5).



Tr

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

de

Figura 3-11. Efeito de fontes e de doses de S nos teores de S-SO₄ no solo (em ppm). Anos agrícolas 1983/1984.

Aqui também se observou um aumento significativo no teor de sulfatos solúveis no solo em resposta à adubação. É evidente a maior concentração de S-SO₄ na profundidade maior (15-30 cm) o que está a indicar fraca adsorção do ânion na camada mais superficial e, portanto, maior lixiviação, o que já fora observado por MC CLUNG et al. (1959). Os teores mais altos na profundidade de 0-15 cm foram devidos ao fosfogesso (0,1 ppm S-SO₄/kg S aplicado); para o K-Mag e o sulfato de amônio os números foram, respectivamente, 0,05 e 0,07 ppm de S-SO₄/kg de S. Na amostragem em maior profundidade não se observou efeito das fontes.

A Figura 3-13 mostra boa correlação entre os teores de S-SO₄ no solo e as produções obtidas nos anos agrícolas de 1982/3 e 83/4. O resultado é surpreendente visto que foram juntados dados de um ano de baixa produção (1982/3) e os dados de outro de alta colheita

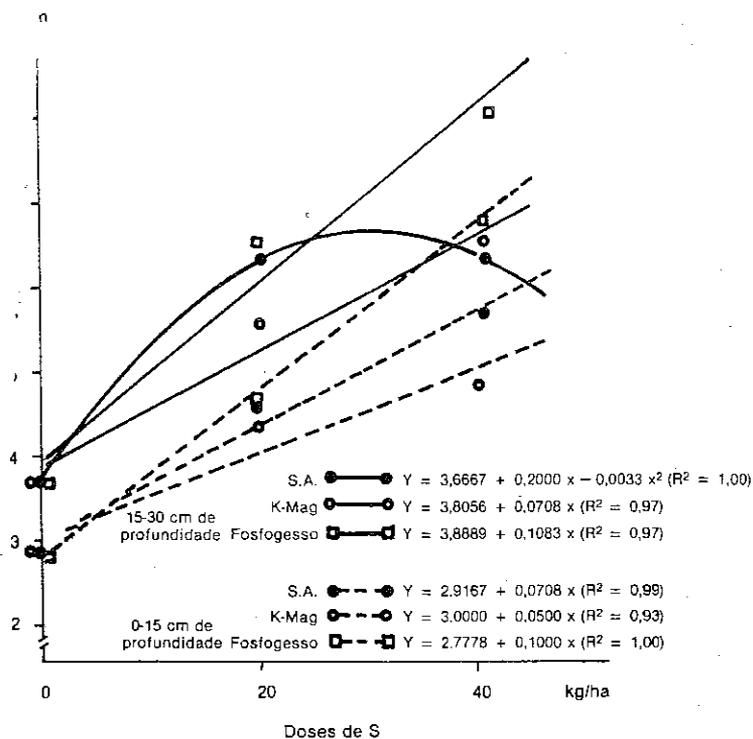


Figura 3-12. Efeito de fontes e doses de S nos teores de S-SO₄ no solo (em ppm) a duas profundidades (0-15, 15-30 cm). Anos agrícolas 1984/1985.

83/4). O exame da Figura 3-13 sugere que o nível crítico de S-SO₄ no solo esteja próximo de 15 ppm. MALAVOLTA et al. (1986), num saio de calibração em que foram empregados 12 tipos de solos diferentes, usando-se o milho como planta indicadora, obtiveram um nível crítico de 17 ppm de S-SO₄ ($r = 0,592$ significativo a 1% de probabilidade); No caso em questão esse teor de 17 ppm de S-SO₄ está associado com uma colheita relativa de 90% (colheita relativa = produção obtida sem enxofre/produção obtida com enxofre X 100).

No ensaio conduzido em S. Sebastião do Paraíso, MG, houve, com o passar dos anos, diminuição no teor de S-SO₄ nos canteiros com o tratamento testemunha e elevação nos demais. Não foi possível ainda, porém, mostrar relações consistentes entre dose aplicada, nível de sulfato no solo e produção, como aconteceu no experimento anterior, motivo pelo qual os dados não são apresentados.

3.5. RENDIMENTO, TIPO E QUALIDADE DA BEBIDA

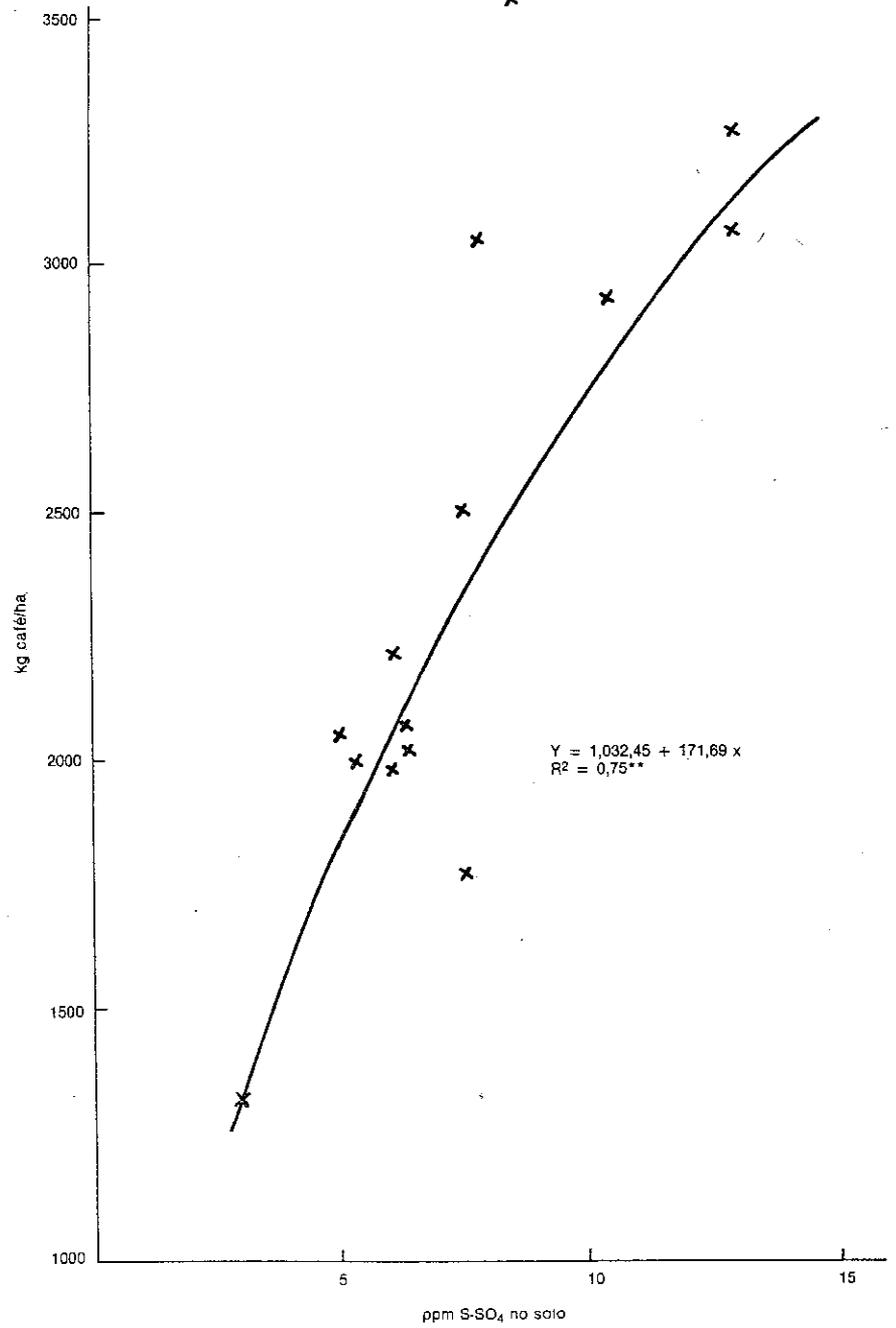


Figura 3-13. Relação entre sulfatos no solo e produção (Olimpia, SP).

3.5.1. ENSAIO EM OLÍMPIA, SP

Os dados obtidos encontram-se nas Tabelas 3-9 a 3-12.

O exame desses dados indicam não ter havido efeito das fontes e doses de S em relação ao rendimento, tipo e qualidade da bebida.

De um ano agrícola para o outro, diferenças eventuais podem ser atribuídas a fontes não controladas e estranhas aos tratamentos, tais como: tratos culturais, condições climáticas, incidência de pragas (broca do café) e doenças (ferrugem), métodos de colheita, secagem e beneficiamento.

Tabela 3-9. Determinação referentes ao rendimento, tipo e qualidade da bebida do produto colhido no ano agrícola 1981/1982 (1ª colheita).

Tratamento	Doses	Renda	Tipo	Qualidade da bebida
<i>Sem S</i>	—	18,50	07	DURA
<i>Sulfato de amônio</i>	1	19,00	07	DURA
	2	18,50	07	DURA
K-Mag	1	19,50	06	DURA
	2	20,00	06	DURA
<i>Fosfogesso</i>	1	18,50	06	DURA
	2	19,50	06	DURA

Tabela 3-10. Determinações referentes ao rendimento, tipo e qualidade da bebida do produto colhido no ano agrícola 1982/1983 (2ª colheita)

Tratamento	Doses	Renda	Tipo	Qualidade da bebida
<i>Sem S</i>	—	16,50	08	RIADO
<i>Sulfato de amônio</i>	1	17,50	consumo interno (> 08)	RIADO
	2	19,00	08	RIADO
<i>K-Mag</i>	1	18,00	consumo interno (> 08)	RIADO
	2	18,00	consumo interno (> 08)	RIADO
<i>Fosfogesso</i>	1	15,20	consumo interno (> 08)	RIADO
	2	17,00	consumo interno (> 08)	RIADO

Tabela 3-11. Determinações referentes ao rendimento, tipo e qualidade da bebida do produto colhido no ano agrícola 1983/1984 (3ª colheita)

Tratamento	Doses	Renda	Tipo	Qualidade da bebida
<i>Sem S</i>	—	20,50	7/8	RIADO
<i>Sulfato de amônio</i>	1	22,50	7/8	RIADO RIO
	2	21,20	7/8	RIADO RIO
<i>K-Mag</i>	1	22,80	7/8	RIADO RIO
	2	21,30	7/8	RIADO RIO
<i>Fosfogesso</i>	1	21,50	7/8	RIADO RIO
	2	22,80	7/8	RIADO RIO

Tabela 3-12. Determinações referentes ao rendimento, tipo e qualidade da bebida do produto colhido no ano agrícola 1984/1985 (4.^a colheita)

Tratamento	Doses	Renda	Tipo	Qualidade da bebida
<i>Sem S</i>	—	19,70	06	DURA RIADA
<i>Sulfato de amônio</i>	1	19,20	06	DURA RIADA
	2	19,40	06	DURA RIADA
<i>K-Mag</i>	1	19,10	06	DURA RIADA
	2	19,70	06	DURA RIADA
<i>Fosfogesso</i>	1	19,60	06	DURA RIADA
	2	19,50	06	DURA RIADA

3.5.2. ENSAIO EM S. SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MG

No ensaio conduzido em Minas Gerais foi feita apenas a classificação do café em peneiras, os resultados aparecendo nas Tabelas 3-13 e 3-14:

Pode-se observar que os tratamentos não exerceram influência, com exceção feita para o ano 1982/3 em que a fração da peneira 17 foi menor na testemunha.

4. Resumos e conclusões

Durante os anos agrícolas de 1981/82 a 1984/85 foram conduzidos dois ensaios para estudar o efeito de fontes (sulfato de amônio, K-Mag e fosfogesso) e doses de enxofre sobre a produção e qualidade do café e sobre os teores de S no solo e nas folhas.

Um experimento foi instalado em Olímpia, SP (Podzolizado Lins Marília) e outro em S. Sebastião do Paraíso (MG) (Latosolo Vermelho Escuro textura média) com plantas da variedade Mundo Novo de 16 e 8 anos de idade, respectivamente.

Na presença de doses não limitantes de N, P₂O₅, K₂O, B e Zn, foram aplicados 20 e 40 kg de S/ha e por ano no primeiro e 30 e 60 kg no segundo ensaio.

Foi feita a análise do 3º e 4º pares de folhas em amostras colhidas no verão e no outono (Olimpia, SP) e no outono em S. Sebastião do Paraíso, MG.

Em amostras de solos determinou-se o teor de $S-SO_4^{-2}$ extraído com acetato de amônio 0,5 N em ácido acético 0,25 N.

Os macronutrientes aniônicos foram determinados nos grãos e na casca do café.

Fez-se a determinação do efeito dos tratamentos no rendimento e na qualidade do café colhido.

As principais conclusões tiradas dos dados dos dois ensaios são resumidas a seguir.

Tabela 3-13. Classificação por tipo de peneira em uma amostra de 100 g (médias das repetições). 1981/82

Tratamento	Peneiras						
	17	15	12	11	10	9	Fundo
1. Sem S	44,89	35,81	4,89	10,00	3,17	1,49	1,44
2. Sulf. amônio, dose 1	42,63	32,90	6,04	11,56	3,49	2,10	1,53
3. Sulf. amônio, dose 2	44,99	36,96	4,29	9,39	2,11	1,50	0,89
4. K-Mag, dose 1	41,30	33,81	6,47	11,01	3,43	1,94	1,60
5. K-Mag, dose 2	39,93	32,83	7,99	10,89	3,93	2,36	2,23
6. Fosfogesso, dose 1	38,76	36,60	6,77	9,89	3,24	2,31	2,43
7. Fosfogesso, dose 2	37,74	37,50	5,66	11,61	4,43	1,70	1,24

Obs.: Peneiras

17 = chato grosso

15 = chato médio

12 = chatinho

11 = moca grosso

10 = moca médio

9 = moquinha

Fundo

Tabela 3-14. Classificação por tipo de peneira em uma amostra de 100 g (médias das repetições). 1982/83.

Tratamento	Peneiras						Fundo
	17	15	12	11	10	9	
1. Sem S	23,57	48,73	11,03	5,29	5,00	2,96	3,66
2. Sulf. amônio, dose 1	30,22	46,93	8,20	5,96	5,20	2,52	2,30
3. Sulf. amônio, dose 2	31,01	46,28	9,88	4,65	3,25	2,78	3,38
4. K-Mag, dose 1	36,67	37,62	10,38	7,64	2,51	3,11	4,15
5. K-Mag, dose 2	30,32	42,66	8,54	5,98	4,03	3,17	2,97
6. Fosfogesso, dose 1	31,37	41,81	9,36	7,82	5,12	3,43	2,93
7. Fosfogesso, dose 2	36,57	39,38	8,55	7,21	4,04	3,48	1,90

Obs.: Peneiras

17 = chato grosso

15 = chato médio

12 = chatinho

11 = moca grosso

10 = moca médio

9 = moquinha

Fundo

4.1. PRODUÇÕES

Nos dois experimentos houve resposta significativa à adição de enxofre a qual mostrou tendência para aumentar com o passar dos anos.

No experimento feito em solo Podzolizado, com menor teor de S disponível (5 ppm), os aumentos médios de produção em relação à testemunha foram:

sulfato de amônio — 61%

K-Mag — 39%

fosfogesso — 35%

No ensaio feito em Minas Gerais, em que o solo possuía o dobro do teor de S disponível, obtiveram-se os seguintes aumentos percentuais:

sulfato de amônio — 18%

K-Mag — 2%

fosfogesso — 17%

O efeito do K-Mag no segundo ensaio não atingiu o limite da significância estatística.

Nos dois ensaios a dose menor de enxofre garantiu os maiores aumentos de produção, isto é,

Podzolizado — 20 kg de S/ha

Latossolo Vermelho Escuro textura média — 30 kg S/ha.

4.2. DIAGNOSE FOLIAR

Em termos gerais o teor foliar de S total aumentou com a dose de enxofre aplicada a qual, por sua vez, fez cair a relação N/S sem modificar o quociente P/S.

No experimento conduzido em Olímpia, SP, encontrou-se boa correlação entre teor foliar de S total e produção.

Os dados obtidos mostram que o cafeeiro está bem suprido em enxofre quando suas folhas amostradas no verão apresentam os seguintes valores:

S — 0,20%

N/S — 18

P/S — 0,7

4.3. COMPOSIÇÃO MINERAL DOS FRUTOS

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores de N, P e S tanto da casca como dos grãos.

4.4. QUALIDADE DO CAFÉ

Foi notado que em anos de alta produção há menor teor de S do fruto em um dado tratamento quando comparado com a concentração encontrada em ano de menor colheita.

Em ambos os ensaios não se notou efeito significativo dos tratamentos (ou tendência) sobre diversas características do produto (rendimento, peneira) e qualidade da bebida.

4.5. ENXOFRE DISPONÍVEL NO SOLO

Foi obtida boa correlação entre o teor de S-SO₄ (extração com acetato de amônio 0,5 N) e as doses de S aplicadas. No ano de 1982/83 o efeito maior (Olímpia, SP) foi devido ao sulfato de amônio: cada kg de S aplicado aumentou, em média, o teor de sulfato em 0,20 ppm.

As análises feitas em profundidade maior, mostraram, como era de se esperar, teores mais altos de sulfato.

Obteve-se boa correlação entre teor de S-SO₄ no solo e os dados de produção de 1982/83 e 1983/84 embora nos mesmos houvesse a conhecida alternância das safras.

As maiores produções de café estão associadas com o teor de S-SO₄ em torno de 15 ppm.

5. Summary

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

IV. COFFEE (*Coffea arabica* L.)

During the agricultural years of 1981/82 through 1984/85 two field experiments with adult coffee (*Coffea arabica* L., var. Mundo Novo) were carried out in order to study the effects of sources (ammonium sulfate, sulfate of potassium and magnesium, commercial name "K-Mag", and phosphogypsum) and rates of sulfur on yield, quality mineral composition of leaves and berries, and available S-SO₄⁻² in the soil.

One experiment was set up in Olimpia, SP, Brazil (Podzolic soil) and the second in S. Sebastião do Paraíso, MG, Brazil (Dark Red Latosol) in commercial plantations with trees 16 and 8 years old, respectively.

In the presence of non limiting rates of N, P₂O₅, K₂O, B and Zn, yearly applications of 20 and 40, and 30 and 60 kg of S per hectare were made. The lower rates of application were used in Olimpia, SP due to the fact that the trees had a lower yield potential. A no sulfur treatment was included. Calcitic limestone was applied at the beginning and on the third year of the experiment to control acidity. Magnesium at the rates given as K-Mag was applied in all other treatments as calcined dolomitic limestone (commercial name "Minercal") in order to equalize the Mg rate. By the same token N in ammonium sulfate and K₂O in K-Mag were discounted when the rates of KCl application were calculated.

The third and fourth pairs of leaves from fruit bearing branches were sampled for chemical analysis both in summer and fall (Olimpia) and only in fall in the experiment conducted at S. Sebastião do Paraíso.

Soil samples were collected for the determination of 0,5 N ammonium acetate available SO₄⁻²S.

Samples of sun dried berries were used to determine the clean/whole fruit ratio, sieve classification and quality of the beverage.

Main conclusions were the following.

5.1. YIELD

In both experiments a significant effect of the sulfur addition was found to occur; there was a trend for the response to increase throughout the years, as a consequence of progressive depletion of soil reserves of the element; the size of the response was apparently related to the initial supply of $\text{SO}_4^- \text{S}$ in the soils under cultivation.

In the trial carried out in the Podzolic soil, with lower level of available sulfur (5 ppm $\text{SO}_4^- \text{S}$ to begin with), the average increases in production with respect to the no sulphur control were:

ammonium sulfate	— 61%
K-Mag	— 39
phosphogypsum	— 35

On the other hand, in the experiment set up in S. Sebastião do Paraíso, in which the initial level of $\text{SO}_4^- \text{S}$ in the soil was twice as high, the response was, in relation to the control:

ammonium sulfate	— 18%
K-Mag	— 2
phosphogypsum	— 17

The effect of K-Mag in this trial did not reach the limit of significance.

In both experiments the lower level of S was sufficient to give the maximum observed yields, that is,

Podzolic soil	— 20 kg S/ha
Dark Red Latosol	— 30 kg S/ha;

this suggests that these rates should be applied to coffee under similar conditions.

5.2. FOLIAR DIAGNOSIS

In broad general terms total S content in the leaves was raised with the increase in rates of sulfur application, thereby causing a narrowing of the N/S and P/S ratios.

A fairly good correlation, on the other hand, was found to exist between leaf S and yield (Olimpia, SP, experiment). It is likely that even better general correlations could be found either by determining sulfate sulfur or by using younger leaves for analysis, instead of the standard ones.

According to the data collected a coffee plant could be considered as well supplied with S when leaf analysis shows the following values:

5.3. MINERAL COMPOSITION OF THE FRUITS

S	— 0,20%
N/S	— 18
P/S	— 0,7

No consistent effect of the treatments on the N, P, and S content of either beans or hulls was observed.

It should be pointed out, however, that fruits from a higher yield year usually showed a lower S content than fruits obtained in the following low yielding year irrespective of the treatment applied. The same took place with N and P.

5.4. COFFEE QUALITY

No effect (or trend) was observed in none of the experiments.

5.5. SOIL AVAILABLE SULFUR

A fairly good correlation between $\text{SO}_4\text{-S}$ in the soil and rates of sulfur applied was found to exist. In the 1982/83 agricultural year a more marked effect was due to the ammonium sulfate: for each kg of S applied there was a corresponding increase of 0.2 ppm $\text{SO}_4\text{-S}$ in the soil surface layer (Podzolic soil experiment).

When subsurface samples were analysed they invariably showed higher $\text{SO}_4\text{-S}$ content, according to the rate of application but regardless of the source.

When $\text{SO}_4\text{-S}$ in the soil was plotted against yields obtained in the years 1982/83 and 1983/84 a good, slightly quadratic correlation was observed.

Results indicate that the highest yields are associated with levels of circa 15 ppm of $\text{SO}_4\text{-S}$ in the soil.

6. Observação

6.1. Este trabalho é o de número LXI da série: "Estudos sobre a nutrição mineral do cafeeiro" iniciada em 1956.

7. Literatura citada

- CARVAJAL, J. F., 1984. Cafeto — Cultivo y Fertilización. 2ª ed. Inst. Internacional de la Potasa, Berna.
- CATANI, R. A. & F. R. P. MORAES, 1958. A composição química do cafeeiro. Rev. de Agric. 33(1): 45-52.
- CATANI, R. A.; D. PELEGRINO; H. BERGAMIN Fº; N. A. GLORIA & C. A. GRANER, 1965. A absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelo cafeeiro aos 2 anos

- de idade. An. E.S.A. "Luiz de Queiroz" 22: 82-93.
- CHAVES, J. C. D. & J. R. SARRUGE, 1984. Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro, durante um ciclo produtivo. *Pesq. Agropec. Bras.* 19(4): 427-432.
- DAFERT, F. W.; T. BRAGA; BOLLIGER & E. LEHMAN, 1929. Experiências de Adubação e Estudos sobre a Cultura do Cafeeiro. 3ª ed., Sec. Agr., Ind. e Comm. do Estado de São Paulo, Diretoria de Publicidade, S. Paulo.
- FREITAS, L. M. M.; F. P. GOMES & W. L. LOTT, 1972. Effects of sulfur fertilizer on coffee. *IRI Res. Inst. Bol.* 47.
- FRANCO, C. M. & H. C. MENDES, 1943. Sintomas de deficiências minerais no cafeeiro. *Bragantia* 9: 165-178.
- GALLO, J. R.; R. HIROCE; O. C. BATAGLIA & F. R. P. MORAES, 1970. Levantamento de cafezais do Estado de São Paulo pela análise química foliar. II Solos Podzolizados de Lins e Marília, Latossolo Roxo e Podzólico Vermelho Amarelo — Orto. *Bragantia* 29: 237-247.
- GUIMARÃES, P. T. G.; C. C. A. MELES & F. M. FREIRE, 1983. Influência do gesso e calcário como corretivos e fornecedores de cálcio e enxofre para o cafeeiro. 10º Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras (Poços de Caldas): 164-165.
- I. B. C., 1985. Cultura de Café no Brasil — Manual de Recomendações. Min. Indus. e Comércio, Rio de Janeiro.
- LOTT, W. L.; A. C. MC CLUNG & J. C. MEDCALF, 1960. Deficiência de enxofre no cafeeiro. *IBEC Res. Inst. Bol.* 22.
- LOTT, W. L.; A. C. MC CLUNG; R. DE VITA & J. R. GALLO, 1961. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. *IBEC Res. Inst. Bol.* 26.
- MALAVOLTA, E., 1952. Estudos químico-agrícolas sobre o enxofre. An. E.S.A. "Luiz de Queiroz" 9: 39-130.
- MALAVOLTA, E., 1963. Nutrição do cafeeiro. *Em: "Cultura e Adubação do Cafeeiro"*, p. 144-190. J. Morgenthaler, editor. Inst. Bras. da Potassa, SP.
- MALAVOLTA, E.; E. A. GRANER; J. R. SARRUGE & L. GOMES, 1963. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e micronutrientes na colheita pelas variedades "Bourbon Amarelo", "Caturra Amarelo" e "Mundo Novo". *Turrialba* 13(3): 188-9.
- MALAVOLTA, E., 1983. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro — passado, presente e perspectivas. *Em: "Nutrição e Adubação do Cafeeiro"*, p. 138-178. 3ª ed. E. Malavolta, T. Yamada & J. A. Guidolin, coordenadores. Inst. da Potassa & Fosfato (EUA) e Inst. Internacional da Potassa (Suíça), Piracicaba.
- MALAVOLTA, E.; G. C. VITTI; C. A. ROSOLEM; H. J. KLIEMANN; N. K. FAGERIA; P. T. G. GUIMARÃES & M. L. MALAVOLTA, 1986. Sulphur in Brazilian agriculture. *Sulphur in Agriculture: no prelo.*
- MC CLUNG, A. C.; FREITAS, L. M. M. & W. L. LOTT, 1959. Estudos sobre o enxofre em solos de São Paulo. *IBEC Res. Inst. Bol.* 17.
- MORAES, F. R. P., 1983. Adubação do cafeeiro - Macronutrientes e adubação orgânica. *Em: "Nutrição e Adubação do Cafeeiro"*, p. 77-89. 3ª ed. E. Malavolta, T. Yamada & J. A. Guidolin, coordenadores. Instituto da Potassa & Fosfato (EUA) e Inst. Internacional da Potassa (Suíça), Piracicaba.
- MORAES, F. R. P. & R. A. CATANI, 1964. A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. *Bragantia* 23(26): 331-336.
- PARKER, F. W. & L. B. NELSON, 1966. More fertilizer for more food. *Em: "Prospects of the World Food Supply — A Simposium"*, p. 78-84. National Academy of Sciences, Washington.

- PAVAN, M. A.; F. T. BINGHAM & P. F. PRATT, 1984. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminum following lime or gypsum application to a Brazilian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 48(1): 33-38.
- PETER, A. VON, 1980. Fertiliser requirements in developing countries. *The Fertiliser Society (Londres) Proc.* 188.
- RAIJ, B. VAN (Coordenador), 1985. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Inst. Agrônomo Bol. Tec.* 100, Campinas.
- RAIJ, B. VAN & J. A. QUAGGIO, 1983. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. *Inst. Agrônomo de Campinas — Bol. Tec.* 87.
- RAIJ, B. VAN & M. A. T. ZULLO, 1977. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. *Inst. Agrônomo de Campinas Cir.* 63.
- SUMBAK, J. H., 1983. Sulfur requirements of tropical tree crops. *Em: "Sulfur in South — East Asian & South Pacific Agriculture"*, p. 65-75. G. J. Blair & A. R. Till, editores. The Australian Development Assistance Bureau (ADAB) & The Sulphur Institute; The University of New England, Armidale.
- VITTI, G. C. & J. SUZUKI, 1978. A determinação do enxofre sulfato do solo pelo método turbidimétrico. *Fac. Ci. Agr. e Vet. — UNESP, Jaboticabal*, 13 p. mimeo.
- VITTI, G. C. & A. A. RODELLA, 1982. A determinação do enxofre em matéria vegetal pelo método turbidimétrico. *Fac. Ci. Agr. e Vet. — UNESP, Jaboticabal*, 8 p. mimeo.