

CONCENTRAÇÕES RELATIVAS ÓTIMAS DE FÓSFORO E ENXOFRE, NA ADUBAÇÃO DO CAFEIEIRO, NUM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DE MACHADO, MG¹

VICTOR HUGO ALVAREZ VENEGAS², PAULO TÁCITO G. GUIMARÃES³
e FRANCISCO M. FREIRE⁴

RESUMO - Para estudar as doses relativas P - S, na adubação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) (cv. Catuaí), num Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, de Machado, MG, foi instalado um experimento no campo. Os tratamentos foram escolhidos de acordo com o método de cortes de Richard. Os valores dos cortes (0,8, 0,4 e 0,2) foram definidos em função da capacidade máxima de adsorção de P e S. Dentro de cada corte foram estudadas quatro doses relativas. As fontes de P e S, aplicadas no enchimento das covas, foram o superfosfato triplo e o gesso. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados no segundo e terceiro anos após o plantio. A altura da planta e os diâmetros do tronco e da copa, no segundo ano após o plantio, mostraram ser a aplicação de S necessária somente na presença de níveis elevados de P (corte 0,8). Resultados obtidos no início da fase produtiva (terceiro ano após o plantio) mostraram que para aplicação de níveis baixos de P (corte 0,2) a disponibilidade de S do solo foi suficiente. Entretanto, para níveis mais elevados de P (cortes 0,4 e 0,8), foi necessária a adição conjunta de P e S. Considerando a produção, no corte 0,4 o equilíbrio ótimo ocorreu com a aplicação de 70 g de P₂O₅ e 4 g de S, por cova, e no corte 0,8, com a aplicação de 135 g de P₂O₅ e 9 g de S, por cova. As observações obtidas indicam ser o P mais exigido do que o S, na fase de formação do cafeeiro. O desenvolvimento da cultura e o aumento da dose de P aplicada na cova exigem a complementação com S. Termos para indexação: adsorção, altura da planta, diâmetro do tronco, diâmetro da copa.

OPTIMUM RELATIVE CONCENTRATIONS OF PHOSPHORUS AND SULFUR IN COFFEE FERTILIZATION IN A DARK-RED LATOSOL, AT MACHADO, MG, BRAZIL

ABSTRACT - To study the P - S equilibria in coffee (*Coffea arabica* L.) fertilization (Catuaí cultivar) in a Dark-Red Latosol, "cerrado" phase, at Machado, MG, Brazil, a field experiment was carried out with the treatments selected according to "Richard's cut method". The cut values (0.8, 0.4 and 0.2) were defined as a function of the soil P and S maximum adsorptions. In each cut, four equilibria were studied. The sources of P and S were concentrated superphosphate and gypsum. The treatment effects were evaluated in the second and third years after planting. The plant height and the stem and top diameter, in the second year after planting showed the application of S as necessary only in the presence of high levels of P (cut 0.8). In the yielding phase (third year after planting) the results showed that for the low levels of P applied the soil S was enough. On the other hand, for high levels of P (cuts 0.4 and 0.8), the application of both P and S was necessary. Considering yield, for the cut 0.4, the optimum equilibrium was observed with the applications of 70 g of P₂O₅ and 4 g of S per planting hole, and for the cut 0.8, with 135 and 9 g, respectively. The results indicate that P is more required than S during the growth phase of coffee. With the plant growth and with the increase in the rate of P applied per plant, the S requirement becomes more important.

Index terms: adsorption, plant height, top diameter.

INTRODUÇÃO

A resposta ao P pelo cafeeiro parece controversa. Malavolta, citado por Lott et al. (1961), não obteve aumento de produção pela adubação fosfa-

tada. Da mesma forma, Medcalf, também citado por Lott et al. (1961), verificou apenas pequena resposta em experimentos fatoriais. Entretanto, outros trabalhos têm demonstrado efeito favorável do P, principalmente na fase de formação do cafeeiro. Num Latossolo Vermelho-Escuro de Machado, MG, em um experimento fatorial NPK, visando à formação de cafezais em solos de cerrado, obtiveram-se respostas favoráveis a P. Verificaram-se respostas significativas favoráveis para a produção de café à adubação fosfatada. Estudando-se as concentrações relativas ótimas na adubação com NPS do cafeeiro num Latossolo Vermelho-Escuro

¹ Aceito para publicação em 9 de maio de 1986. Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, PR, 1983.

² Eng.-Agr., D.Sc., Prof.-Adjunto, Dep. de Solos da Univ. Fed. de Viçosa, CEP 36570 Viçosa, MG.

³ Eng.-Agr., D.Sc., Caixa Postal 176, CEP 37200 Lavras, MG.

⁴ Eng.-Agr., M.Sc.; Caixa Postal 216, CEP 36570 Viçosa, MG.

de Machado, em casa de vegetação, encontrou-se que as necessidades de N e S aumentaram conforme o aumento da quantidade de P adicionado, reafirmando-se a importância deste nutriente (Alvarez Venegas et al. 1987).

Com relação ao S, têm sido observadas respostas em solos de São Paulo, de Goiás e do planalto central do Brasil, em culturas de café, milho, algodão, feijão e soja, especialmente em solos de vegetação de cerrado (McClung et al. 1959, Lott et al. 1961, Hiroce & Gallo 1972). Entretanto, as respostas ao S não têm sido tão comuns quando as culturas recebem doses baixas de adubação com N e P; mas quando esses nutrientes são adicionados em quantidades apreciáveis em cultivos intensivos, a deficiência de S apresenta-se em muitos solos (McClung et al. 1959, McClung & Quinn 1959, Lott et al. 1960, Prevot & Ollagnier 1964, Cowling & Jonnes 1970, Alvarez Venegas et al. 1987). Por outro lado, a aplicação de alguns fertilizantes nitrogenados e fosfatados fornecem, além de N e P, quantidades apreciáveis de S. Dessa forma, muitas vezes o efeito do S não tem sido constatado, e a deficiência desse nutriente tem sido relegada a segundo plano (McClung & Freitas 1959, McClung et al. 1959, Lott et al. 1960, Hiroce & Gallo 1972).

Em face da dúvida existente sobre a resposta ao P pelo cafeeiro, e da presença de deficiências S, surgiu a necessidade de pesquisar seus equilíbrios ótimos.

O presente trabalho teve como objetivo estudar os equilíbrios P-S num Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, de Machado, MG, visando determinar as concentrações relativas ótimas de aplicação de P e S nesse solo, para a cultura do café.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi instalado no Município de Machado, MG, num Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado. A camada superficial (0-30 cm) do solo foi caracterizada química e fisicamente (Tabela 1).

Os equilíbrios P-S foram estudados utilizando-se o método de cortes de Richard (1964). Os cortes foram definidos em função da capacidade máxima de adsorção de fosfatos (bP) e sulfatos (bS) (Alvarez Venegas et al. 1976a). No plantio, para definir as doses, escolheram-se primeiramente os valores dos cortes (C) para P e para S, considerando-se para o P o valor do corte multiplicado por 1 vez bP, e para S o valor do corte multiplicado por três vezes bS, de tal maneira que o valor do corte (C) atendia à seguinte relação:

$$C = bP + \frac{bS}{3}$$

Assim, os cortes utilizados foram:

Corte	Para P	Para S
0,8	0,8 (bP) = 0,8 bP	0,8 (3 bS) = 2,4 bS
0,4	0,4 (bP) = 0,4 bP	0,4 (3 bS) = 1,2 bS
0,2	0,2 (bP) = 0,2 bP	0,2 (3 bS) = 0,6 bS

As doses relativas estudadas dentro dos cortes P-S foram quatro, e se indicam em percentagem como se segue:

Doses relativas				
	P	PS	SP	S
P	100	66,67	33,33	0
S	0	33,33	66,67	100

Combinando cortes e doses relativas e com a adição de um tratamento-testemunha (Fatorial: (3 x 4) + 1), foram obtidos os tratamentos estudados (Tabela 2), que foram dispostos em blocos casualizados, com duas repetições.

A parcela utilizada no experimento foi constituída de 18 plantas (três linhas de seis plantas) de *Coffea arabica* cv. Catuaí, com espaçamento de 4 m x 1 m. A parcela útil constou das quatro plantas centrais.

Antes do plantio, fez-se a calagem, aplicando-se 4,7 t/ha de um calcário com 22,99% de CaO, 16,45% de MgO e PRNT de 46,8%. O N e o K foram aplicados na forma e quantidades usualmente recomendadas (Minas Gerais. Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais 1972), utilizando-se uréia e cloreto de potássio.

Como dados para avaliar o crescimento vegetativo, foram utilizados a altura da planta e o diâmetro do tronco e da copa, no segundo e terceiro anos após o plantio, e a produção, no terceiro ano.

As equações de regressão para as doses relativas dentro dos cortes foram calculadas com base nas variações das doses de S (bS), e os coeficientes de regressão testados com o erro experimental (erro da análise de variância).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As adições de P na forma de superfosfato triplo e de P e S como superfosfato triplo e gesso promoveram acréscimos na produção de café beneficiado, quando comparadas com a testemunha (Tabela 3). Isto deveu-se ao maior desenvolvimento vegetativo observado no segundo e terceiro anos

após o plantio, tanto na altura de planta como no diâmetro de tronco e copa. Por outro lado, as adições individuais de S apresentaram efeitos semelhantes aos da testemunha, não só na produção como no desenvolvimento vegetativo.

TABELA 1. Resultados das análises físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, de Machado, MG.

Características	Resultados
Físicas ¹ :	
Densidade real	2,53
Densidade aparente	1,33
Equivalente de umidade (%)	24,00
Capacidade de campo (%)	31,60
Análise granulométrica	
Areia grossa (%)	24,0
Areia fina (%)	17,0
Silte (%)	16,0
Argila (%)	43,0
Classificação textural	Argila
Químicas:	
pH em água 1:2,5	4,3
Al ³⁺ (meq/100 cc) ²	0,6
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (meq/100 cc) ²	0,8
P (ppm) ³	3,0
K (ppm) ³	30,0
M.O. (%) ⁴	2,9
Capacidade máxima de adsorção:	
Fosfatos (mg P/cc de solo) ⁵	0,80
Sulfatos (mg S/cc de solo) ⁶	0,11
Constante relacionada com a energia de ligação:	
Fosfatos (ppm ⁻¹) ⁵	1,29
Sulfatos (ppm ⁻¹) ⁶	0,62

¹ Métodos indicados por Moura Filho (1971).

² Extrator KCl 1 N (Vettori 1969).

³ Extrator de Mehlich (Vettori 1969).

⁴ Método Wackley & Black (Jackson 1976).

⁵ Métodos de Fassbender e de Olsen & Watanabe, citados por Alvarez Venegas et al. (1976a).

⁶ Método adaptado de Chao e de Kamprath et al., por Alvarez Venegas et al. (1976a).

Efeitos favoráveis da adição de P e S na forma de superfosfato simples já foram observados neste Latossolo Vermelho-Escuro de Machado, em um experimento fatorial NPK, na formação de cafezais

e também na fase produtiva. Efeito semelhante foi verificado em um Podzólico Vermelho-Amarelo, também de Machado, até a produção do cafeeiro, no sexto ano após o plantio.

As observações de características vegetativas realizadas no segundo ano após o plantio não indicaram diferenças significativas entre os cortes (Tabela 3). Já no terceiro ano após o plantio, foram observados efeitos significativos para altura de planta e diâmetro de tronco e copa. Em relação à produção, observou-se tendência de aumento no corte 0,4.

TABELA 2. Tratamentos aplicados no enchimento das covas.

Tratamentos	Doses			
	bP	g de P ₂ O ₅ /cova	bS	g de S/cova
0,8 P	0,800	180	0,0	0,0
0,8 PS	0,533	120	0,8	11,0
0,8 SP	0,267	60	1,6	22,0
0,8 S	0,000	0	2,4	33,0
0,4 P	0,400	90	0,0	0,0
0,4 PS	0,267	60	0,4	5,5
0,4 SP	0,133	30	0,8	11,0
0,4 S	0,000	0	1,2	16,5
0,2 P	0,200	45	0,0	0,0
0,2 PS	0,133	30	0,2	2,75
0,2 SP	0,067	15	0,4	5,5
0,2 S	0,000	0	0,6	8,25
T	0,000	0	0,0	0,0

¹ As quantidades aplicadas de P₂O₅ (superfosfato triplo) e S (gesso) foram calculadas para saturar os níveis bP e bS do volume de terra da cova (50 x 50 x 50 cm).

Os maiores efeitos foram observados nas doses relativas dentro dos cortes (Tabela 3). Isto indica a importância das diferentes relações entre P e S. Para definir as concentrações relativas ótimas (doses relativas que proporcionam a máxima resposta) em cada corte, calcularam-se equações de regressão da altura de planta, do diâmetro de tronco e copa e da produção como função da capacidade máxima de adsorção de sulfatos (Tabela 4).

No segundo ano após o plantio, nos cortes 0,2 e 0,4, para as diversas observações foi obtida uma resposta linear negativa à adição de S, indicando

que o maior crescimento ocorreu com a aplicação de 100% de P e 0% de S. Assim, nesses cortes, a disponibilidade de S do solo foi suficiente para satisfazer às necessidades das plantas. Essa disponibilidade do S do solo pode ser atribuída à maior mineralização da matéria orgânica pela calagem realizada no experimento (Alvarez Venegas et al. 1976b). Da mesma maneira, a adição de P pode ter provocado a desorção do S, promovendo sua maior disponibilidade para as plantas (Chao 1960).

ponto de máxima ficou fora do âmbito experimental, o que reafirma o efeito negativo da adição de S nos valores correspondentes a este corte, e indica ser o S do solo suficiente para atender às necessidades das plantas. Por outro lado, neste terceiro ano, no corte 0,4, as curvas de resposta para as doses relativas foram curvas de máxima e permitiram estimar os pontos de concentrações relativas ótimas. Pontos, estes, que para o diâmetro de tronco e copa e para produção foram próximos entre si (Ta-

TABELA 3. Valores médios de altura de planta, diâmetro de tronco e copa (2º e 3º anos após o plantio) e produção (3º ano após o plantio).

Tratamentos	2º ano			3º ano			Produção de café beneficiado kg/ha
	Altura de planta	Diâmetro		Altura de planta	Diâmetro		
		Tronco	Copa		Tronco	Copa	
		----- cm -----			----- cm -----		
0,8 P	64,0	2,05	73,5	105,0	4,40	113,5	256,5
0,8 PS	72,5	2,45	88,0	108,5	4,20	117,0	1207,5
0,8 SP	69,5	2,05	77,0	94,5	3,40	87,5	228,0
0,8 S	60,0	1,85	64,0	83,5	2,20	53,0	0,0
0,4 P	77,5	2,55	91,0	112,0	4,35	115,0	894,5
0,4 PS	71,5	2,50	86,5	106,0	4,05	113,5	1254,0
0,4 SP	70,0	2,05	78,0	106,5	4,05	108,5	448,0
0,4 S	59,0	1,65	67,0	82,0	2,10	62,0	0,0
0,2 P	75,0	2,20	80,5	109,5	4,10	113,5	815,5
0,2 PS	73,5	1,65	82,0	104,0	3,85	104,0	555,5
0,2 SP	65,0	1,75	72,0	90,0	2,90	78,5	57,0
0,2 S	63,0	1,80	70,5	84,0	2,20	44,6	0,0
Testemunha	57,5	1,45	61,5	77,0	2,10	68,5	5,0

Já no corte 0,8, o efeito das adições de S foi quadrático, fato que permitiu obter os pontos de máxima, que indicam as concentrações ótimas P-S expressas em valores de capacidade máxima de adsorção de sulfatos e fosfatos (Tabela 4). Essas doses relativas são indicadas na Fig. 1, na forma de doses de P_2O_5 e de S, em g/cova. Para este corte, o equilíbrio ótimo ocorreu com aplicação de 110 g de P_2O_5 e 13 g de S, no enchimento da cova.

No terceiro ano após o plantio, ainda foi observada resposta linear negativa à adição de S, no corte 0,2, para as diversas características avaliadas, à exceção do diâmetro da copa, que apresentou efeitos linear e quadrático negativos, razão pela qual o

bela 4 e Fig. 2). Neste corte, o equilíbrio ótimo ocorreu com a aplicação de 70 g de P_2O_5 e 4 g de S, por cova. Por sua vez, para altura de planta observou-se que o ponto de máxima ocorreu fora do âmbito experimental e indicou o efeito negativo da adição de S.

O efeito quadrático, observado já no corte 0,4 para o diâmetro de tronco e copa e para produção, indica que de acordo com o desenvolvimento da planta aumentou a necessidade de S a ser adicionado com o P.

No corte 0,8, as doses relativas apresentaram efeito quadrático para as características estudadas, sendo observados nas características vegetativas

pontos de máxima com requerimentos muito maiores de P que de S. Esta dose relativa ótima para o crescimento vegetativo ocorreu com a aplicação de 160 g de P₂O₅ e 5 g de S, por cova. Já a produção apresentou ponto de máxima com requerimento também alto de P, mas com complementação de quantidades maiores de S em relação às apresentadas para as características vegetativas (Tabela 4), pois a dose relativa ótima correspondeu à aplicação de 135 g de P₂O₅ e 9 g de S, por cova (Fig. 2).

A recomendação das doses relativas ótimas deve considerar o fato de que elas indicam um ponto médio que varia dentro de um intervalo de confiança.

O aumento do requerimento de S à medida que aumentam as quantidades aplicadas de P também foi observado em um experimento em casa de vegetação efetuado para estudar as concentrações relativas ótimas na adubação com NPS do cafeeiro, num Latossolo Vermelho-Escuro de Machado, e, neste trabalho, as necessidades de S aumentaram com o aumento das quantidades de N e P adicionadas.

A resposta favorável à adição de P como superfosfato simples, obtida na ausência de esterco de galinha, num Latossolo Vermelho-Escuro de Machado, pode ser explicada pelo efeito favorável do P e S presentes no fertilizante utilizado, especialmente pelo P, em face dos equilíbrios ótimos obtidos no presente trabalho.

TABELA 4. Altura de planta (AP), diâmetro de tronco (DT) e copa (DC), em cm, e produção de café beneficiado (PR), em kg/ha, em função da capacidade máxima de adsorção de sulfatos (bS) e as concentrações relativas ótimas expressas em capacidades máximas de adsorção de sulfatos (bS máx) e fosfatos (bP máx).

Cortes	Equações	R ²	bS máx	bP máx
2º ano após o plantio				
0,8	AP = 64,25 + 15,00 bS - 7,031** bS ²	0,9866	1,067	0,444
	DT = 2,10 + 0,44 bS - 0,234 ^o bS ²	0,7368	0,933	0,489
	DC = 74,67 + 20,84* bS - 10,742** bS ²	0,9063	0,970	0,477
0,4	AP = 78,06 - 14,250** bS	0,9101	—	0,400
	DT = 2,66 - 0,787** bS	0,9241	—	0,400
	DC = 92,70 - 20,125** bS	0,9681	—	0,400
0,2	AP = 75,80 - 22,25** bS	0,9152	—	0,200
	DT = 2,14 - 0,70 ^o bS	0,8000	—	0,200
	DC = 82,25 - 20,00* bS	0,7824	—	0,200
3º ano após o plantio				
0,8	AP = 106,03 + 3,780** bS - 5,674** bS ²	0,9449	0,334	0,689
	DT = 4,41 + 0,013** bS - 0,391* bS ²	0,9993	0,016	0,795
	DC = 114,90 + 9,250** bS - 14,844** bS ²	0,9851	0,312	0,696
	PR = 256,34 + 3513,09 ^o bS - 3603,75** bS + 873,123** bS ³	0,9998	0,633	0,589
0,4	AP = 112,00 - 49,415** bS + 118,850** bS ² - 82,08* bS ³	0,9996	-0,176	0,400
	DT = 4,24 + 1,406** bS - 2,578** bS ²	0,9212	0,273	0,309
	DC = 113,10 + 43,378** bS - 70,315** bS ²	0,9625	0,308	0,297
	PR = 970,67 + 641,736** bS - 1261,760 ^o bS ²	0,8693	0,254	0,315
0,2	AP = 110,45 - 45,250** bS	0,9677	—	0,200
	DT = 4,26 - 3,325** bS	0,9585	—	0,200
	DC = 113,88 - 24,375** bS - 153,126* bS ²	0,9990	-0,080	0,200
	PR = 698,75 - 1472,5** bS	0,9284	—	0,200

^o Significativo a 10% de probabilidade.

* Significativo a 5% da probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

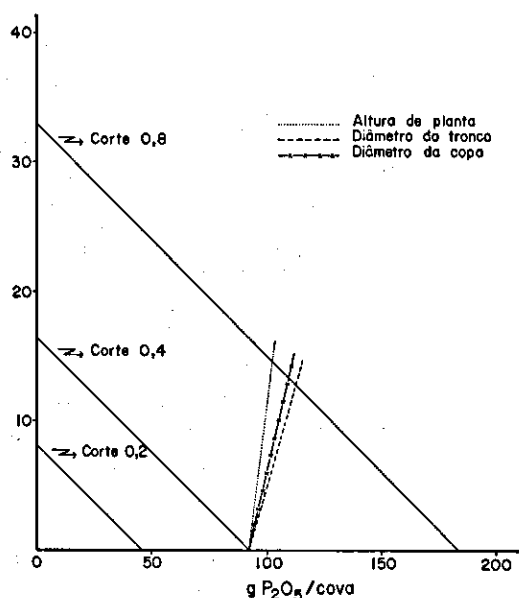


FIG. 1. Concentrações Relativas Ótimas de Adubação com P e S, com Base nos Dados de Crescimento do Segundo Ano Após o Plantio.

CONCLUSÕES

1. As observações obtidas indicam ser o P mais exigido do que o S na fase de formação do cafeeiro, naquele Latossolo Vermelho-Escuro de Machado.
2. O desenvolvimento da cultura e o aumento da dose de P aplicada na cova requerem a complementação com S.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, VENEGAS, V.H.; BRAGA, J.M.; ESTEVÃO, M. de M.; PINTO, O.C.B. Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais. I. Equilíbrio fósforo-enxofre. *Experientiae*, 22(1):1-29, 1976a.
- ALVAREZ, VENEGAS, V.H.; ESTEVÃO, M. de M.; BRAGA, J.M.; PINTO, O.C.B. Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais. II. Formas isotopicamente trocáveis de fósforo e enxofre. *Experientiae*, 22(12):293-328, 1976b.
- ALVAREZ VENEGAS, V.H.; FREIRE, F.M.; GUIMARÃES, P.T.G. Concentrações relativas ótimas de nitrogênio, fósforo e enxofre, na adubação do cafeeiro,

Pesq. agropec. bras., Brasília, 22(4):359-365, abr. 1987.

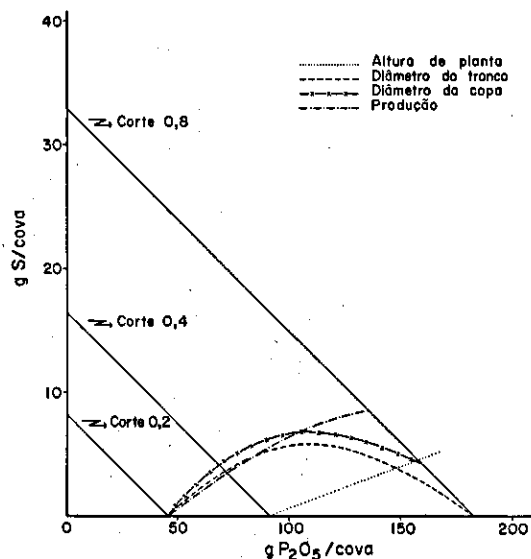


FIG. 2. Concentrações Relativas Ótimas de Adubação com P e S, com Base nos Dados de Crescimento Vegetativo e Primeira Produção do Terceiro Ano Após o Plantio.

num Latossolo Vermelho-Escuro de Machado, MG. *Pesq. agropec. bras.*, 22(2):145-52, 1987.

- CHAO, T.T. The movement and adsorption of sulfate ions in soil systems. s.l., Oregon State College, 1960. p.122. Tese Ph.D.
- COWLING, O.W. & JONNES, H.P. A deficiency in soil sulfur supplies for perennial ryegrass in England. *Soil Sci.*, 110(5):346-54, 1970.
- HIROCE, R. & GALLO, J.R. Efeito do enxofre na produção da soja. *Bragantia*, 31:XI-XII, 1972.
- JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. 3.ed. Barcelona, Omega, 1976. 662p.
- LOTT, W.L.; MCCLUNG, A.C.; MEDCALF, J.C. Deficiência de enxofre no cafeeiro. São Paulo, IBEC Research Institute, 1960. 23p. (Boletim, 22)
- LOTT, W.L.; MCCLUNG, A.C.; VITA, R.; GALLO, J.R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Institute, 1961. 72p. (Boletim, 26)
- MCCLUNG, A.C. & FREITAS, L.M.M. Sulfur deficiency in soil from Brazilian campos. *Ecology*, 40(2):315-7, 1959.
- MCCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M.; LOTT, W.L. Analysis of several Brazilian soils in relation to plant responses to sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 23(2):221-4, 1959.

- MCCLUNG, A.C. & QUINN, L.R. Respostas da grama batatais (*Paspalum notatum*) às aplicações de enxofre e fósforo. São Paulo, IBEC Research Institute, 1959. 16p. (Boletim, 18)
- MINAS GERAIS. Secretaria do Estado da Agricultura. Programa Integrado de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais; 2ª tentativa. Belo Horizonte, 1972. 88p.
- MOURA FILHO, W. Métodos de campo e laboratório; levantamento e física de solos. Viçosa, Imprensa Universitária/UFV, 1971. 26p.
- PREVOT, P. & OLLAGNIER, M. La carence en soufre de l'arachide en Afrique. *Agrochimica*, 81(3):210-21, 1964.
- RICHARD, L. Les études de nutrition minérale chez les végétaux; contribution a leur méthodologie. Paris, Institut de Recherches de Cotton et des Textiles, 1964. 116p. Tese Doutorado.
- VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 34p. (Boletim técnico, 7)