

# Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada

Maria Raquel Domingues \*, Salatiér Buzetti \*\*, Marlene Cristina Alves \*\*, Natal Sasaki \*\*\*.

\* Engenheira Agrônoma e ex-bolsista do CNPq. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp.

\*\* Autor para correspondência. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Ciência do Solo, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp. Av. Brasil Centro, 56. Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira (SP), Brasil.

\*\*\* Mestrando e ex- bolsista da Fapesp. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp.

## Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido no ano agrícola de 1998-1999 em uma área de pastagem degradada, em Latossolo Vermelho distrófico, textura média, coberto por *Brachiaria decumbens*, situada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, em clima Aw, segundo Köppen. Os tratamentos foram constituídos por dois sistemas de cultivo (plantio direto e cultivo mínimo), quatro doses de S (0, 20, 40 e 60 kg/ha) e duas de Zn (0 e 5 kg/ha). Verificou-se que os teores de enxofre nas plantas não foram influenciados pelos sistemas de cultivo e pela adição ou não de zinco. Já as doses de enxofre aplicadas ao solo influenciaram a concentração do elemento nas plantas. Os dados de absorção do elemento pela planta ajustaram-se à regressão linear com o aumento das doses aplicadas. Verificou-se efeito entre os dois sistemas de cultivo, quando se avaliaram a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos, sendo o cultivo mínimo superior ao plantio direto. Houve aumento da produtividade de grãos quando se aplicaram doses crescentes de S, assim como com a aplicação de Zn.

**Palavras-chave adicionais:** cultivo mínimo; plantio direto; recuperação do solo.

## Abstract

DOMINGUES, M. R.; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SASSAKI, N. Doses of sulfur and zinc on corn crop in two cultivation systems for recovering of a degraded pasture. *Científica*, Jaboticabal, v.32, n.2, p.147-151, 2004.

The present study was conducted in the cropping season of 1998-1999 on a degraded pasture area, under a Typic Acrustox, previously covered by *Brachiaria decumbens*, in Selvíria, Mato Grosso do Sul state, Brazil, in order to compare two cropping systems (no tillage and minimum cultivation), four doses of S (0, 20, 40 and 60 kg/ha) and two doses of Zn (0 and 5 kg/ha). The S content in plants was not influenced either by the cropping systems or Zn addition. The S levels applied to soil increased its content in the plant. The data concerning S applied to soil and S content in plant fit to a linear function. Cultivation systems affected the mass of 100 grains and the productivity of grains, the minimum cultivation system being better than the no tillage one. Grains yield was increased with doses of S as well as Zn. The minimum cultivation system provided higher values than the no tillage one, as to mass of 100 grains and grain yield.

**Additional keywords:** minimum cultivation; no tillage; degraded pasture; amelioration of soil.

## Introdução

Os produtores brasileiros diminuíram em 16,4% a área plantada com milho na safra de verão de 1997-1998, o que resultou em redução de 20,2% no volume da colheita. A redução total dessa safra ficou em 13,65%, porquanto, na região Centro-Oeste e no Paraná, houve incremento da área de plantio do milho safrinha, que apresentou excelente produtividade (AGRIANUAL, 1999). Em 1999, além do aumento da demanda, os preços foram sustentados pela menor oferta do produto. Não houve a correspondente resposta em volume ao aumento de 6,9% e 6,8% nas áreas de milho plantadas

na primeira safra e na safrinha, respectivamente. A redução deveu-se, basicamente, à safrinha, que não mostrou o mesmo desempenho do ano precedente. Registrou-se ainda uma alta significativa no custo de importação do cereal, após a desvalorização do real. Por sua vez, os estoques governamentais, que poderiam controlar a alta dos preços e garantir o abastecimento dos grandes centros consumidores, chegaram ao ponto mais baixo dos últimos dez anos (AGRIANUAL, 2000).

Como a produtividade da cultura depende, dentre outros fatores, da disponibilidade dos nutrientes essenciais no solo, quando esta não consegue satisfazer a exigência

das culturas, o desenvolvimento das plantas pode ser seriamente comprometido.

Solos de alta fertilidade possuem, geralmente, a capacidade de fornecer macro e micronutrientes necessários para diversas culturas. Como consequência da remoção de nutrientes por cultivos sucessivos, o processo de erosão, a redução da matéria orgânica e a acidez levam à ocorrência de deficiência de alguns nutrientes (MARTENS & WESTERMANN, 1991). O sistema de plantio direto proporciona proteção constante do solo, evitando a incidência de raios solares e o impacto das chuvas (PHILLIPS, 1984), ocorrendo o mesmo no cultivo mínimo, que, apesar de uma pequena mobilização do solo, ainda mantém 50 a 70% dos restos vegetais na superfície, havendo, assim, maior retenção de umidade, maior disponibilidade de matéria orgânica e menor escoamento de água e percolação de nutrientes no perfil.

O enxofre e o zinco são elementos que, normalmente, se encontram em baixos teores nos solos de cerrado. No Brasil, em que pese a preocupação com macronutrientes, o enxofre é o elemento menos estudado; tem grande importância em solos de cerrado, pois, com a intensificação do uso de fertilizantes concentrados como a uréia e o superfosfato triplo, sua deficiência irá aumentar significativamente, comprometendo a produtividade de grãos. A aplicação de doses crescentes de enxofre aumentou o rendimento de grãos na cultura do milho, e essa resposta aumentou com o número de cultivos, indicando, provavelmente, o início do esgotamento das reservas nativas de enxofre do solo (VILELA et al., 1995). Respostas positivas também foram verificadas por VITTI et al. (1988), quando aplicaram até 20 kg/ha de S, tendo a produção de grãos atingido cerca de 5,5 a 8 t/ha.

A incorporação de áreas de fertilidade marginal ao processo produtivo, em decorrência do esgotamento gradativo de alguns solos em áreas de cultivo tradicional, onde não existia a reposição deste micronutriente, ocasiona alguns problemas em relação ao zinco (SOUZA et al., 1998). Vários trabalhos conduzidos no campo têm demonstrado que a adição de zinco promoveu incrementos significativos na produção de milho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro doses de enxofre (0, 20, 40 e 60 kg/ha) e duas de zinco (0 e 5 kg/ha) na produtividade da cultura do milho sob dois sistemas de cultivo, plantio direto e cultivo mínimo, em região de cerrado.

## **Material e métodos**

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp, Área de Produção Animal, no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul. O local apresenta

como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude oeste e 20° 22' de latitude sul, com altitude de 337 m (SILVA, 1996). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar está entre 60 e 70%; o clima é Aw, segundo classificação de Köppen (HERNANDEZ et al., 1995). O solo é um Latossolo Vermelho distrófico, textura média (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999), profundo e bem intemperizado, coberto por *Brachiaria decumbens* durante 20 anos, encontrando-se degradado no início desta experimentação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4x2, dois cultivos de solos (plantio direto – PD, e cultivo mínimo – CM), quatro doses de S (0, 20, 40 e 60 kg/ha) e duas de Zn (0 e 5 kg/ha). O solo, antes da implantação do experimento, tanto da área de plantio direto quanto da área de cultivo mínimo, foi amostrado na profundidade de 0-0,20 m, obtendo-se as propriedades químicas: fósforo (resina) = 5 mg/dm<sup>3</sup>; matéria orgânica = 24 g/dm<sup>3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,5; potássio = 0,7 mmol/dm<sup>3</sup>; cálcio = 10 mmol/dm<sup>3</sup>; magnésio = 2 mmol/dm<sup>3</sup>; acidez potencial (H+Al) = 28 mmol/dm<sup>3</sup>; alumínio = 4 mmol/dm<sup>3</sup>; S = 7 mg.dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,6 mg.dm<sup>-3</sup> (DTPA); soma de bases = 13 mmol/dm<sup>3</sup>; CTC = 41 mmol/dm<sup>3</sup>; saturação por bases = 31%. Foram aplicadas 2,5 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 65%), objetivando-se chegar a uma saturação por bases de 70%. A dessecação da pastagem foi realizada em novembro de 1998, utilizando-se de Round-up e DMA com 4 e 1,5 L/ha desses produtos. Após a dessecação da pastagem, foi realizada, na área do plantio direto, a semeadura do milho diretamente sobre a *Brachiaria* dessecada. Já na área do cultivo mínimo, foi realizada uma escarificação a 0,20 m de profundidade e uma gradagem para nivelar a área antes da semeadura.

Utilizou-se de milho híbrido AG1043. Cada parcela constou de quatro linhas de 15 m de comprimento, tendo sido consideradas para as avaliações apenas as duas linhas internas espaçadas de 0,90 m, desprezando-se 1 m de cada extremidade, perfazendo uma área útil de 25,2 m<sup>2</sup>. A adubação de semeadura foi realizada com 20-80-50 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, usando como fontes uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. A quantidade de NPK a ser aplicada baseou-se na análise do solo e na recomendação para a cultura do milho, segundo RAIJ et al. (1996). Na adubação de cobertura, foi utilizada uma mistura de uréia e sulfato de amônio, para adequar a quantidade de S aplicada, sendo metade da quantidade de S em cada parcelamento. O cloreto de potássio também foi parcelado em duas vezes, no estádio de quatro a cinco e seis a oito folhas totalmente desenroladas. As quantidades utilizadas foram 40 e 60 kg/ha de N e 30 e 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O, respectivamente, nos dois estádios de aplicação. Quanto ao Zn, as doses 0 e 5 kg/ha foram adicionadas em área total antes da implantação da cultura. Avaliaram-se o estado nutricional

do milho em relação a S e Zn, segundo o método descrito por MALAVOLTA et al. (1997), comprimento da espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os resultados foram submetidos à análise de variância, usando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para comparação de médias e análise de regressão para as doses de S, de acordo com GOMES (1985).

## Resultados e discussão

Os teores de enxofre nas plantas não foram influenciados pelos sistemas de cultivo e pela adição ou não de zinco; já as doses de enxofre aplicadas ao solo influenciaram a concentração do elemento nas plantas (Tabela 1). À medida que se aplicou mais enxofre ao solo, houve maior absorção do elemento pela planta, com os dados ajustando-se à regressão linear. Esse aumento de S na planta, com a aplicação das doses, justifica-se pelo fato de que, nos tratamentos que não

**Tabela 1** – Concentrações de enxofre em g/kg (1), zinco em mg/kg (2) e número de fileiras de grãos por espiga (3) em milho. *Table 1 – Concentrations of sulfur, g/kg (1), zinc, mg/kg (2) and number of grain rows per spike (3) in corn.*

Fontes de variação/ Sources of variation	Médias/ Means		
	(1)	(2)	(3)
CM	1,3 a	12,7 a	12,70 a
PD	1,3 a	12,7 a	12,79 a
S 0	1,1 <sup>(1)</sup>	12,8	12,86
S 20	1,4	11,8	12,94
S 40	1,4	13,1	12,29
S 60	1,5	13,1	12,89
Zn 0	1,3 a	12,5 a	12,66 a

Letras iguais na mesma coluna, dentro de cada fonte de variação, indicam não-significância a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. *Means followed by the same letter within each source of variation are not significantly different by the Tukey test at 5% of probability.*

$$^{(1)} y = 1,2113 + 0,0043x \quad R^2 = 0,80$$

$$^{(1)} y = 1,2113 + 0,0043x \quad R^2 = 0,80$$

receberam enxofre, o teor na planta estava abaixo do considerado adequado, de 1,5 a 3,0 g/kg, conforme descrito por RAIJ et al. (1996). Somente na maior dose estudada foi atingido o limite mínimo da faixa considerada adequada, ou seja, doses ainda maiores que as aplicadas, provavelmente, incrementariam mais a concentração do elemento na planta. Os teores de Zn na planta de milho não foram afetados significativamente pelos sistemas de cultivo, pelas doses

de S, assim como pela aplicação de Zn. Para o número de fileiras por espiga, não houve diferença significativa em relação aos sistemas de cultivo, assim como para aplicação de S ou de Zn.

Verificou-se efeito significativo para sistema de cultivo, nos parâmetros avaliados. O sistema de cultivo mínimo foi superior em todas as avaliações (Tabela 2). Isso se deve, provavelmente, à descompactação do solo devida à escarificação realizada a 0,20 m de profundidade, o que não ocorreu no solo onde foi implantado o plantio direto. CENTURION (1987) avaliou o efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob vegetação de cerrado e na cultura do milho, verificando que o sistema de semeadura direta foi o que apresentou os menores rendimentos de grãos, diferindo estatisticamente do sistema de cultivo mínimo

**Tabela 2** – Comprimento da espiga, cm (1), número de grãos por fileira (2), massa de 100 grãos, g (3) e produtividade de grãos, kg/ha (4) de milho. *Table 2 – Spike length, cm (1), number of grains per row (2), mass of 100 grains, g (3), and grain productivity, kg/ha (4) of corn.*

Tratamentos/ Treatments	Médias/ Means			
	(1)	(2)	(3)	(4)
CM	91,10 a	26,79 a	23,29 a	3894 a
PD	77,20 b	23,39 b	21,26 b	3589 b
S 0	81,14	23,96	21,65	2725
S 20	84,09	23,40	22,20	3878
S 40	88,80	25,80	22,93	3626
S 60	82,59	27,20	22,31	4736
Zn 0	84,20 a	24,77 a	21,85 a	3411 b
Zn 5	84,11 a	25,42 a	22,70 a	4071 a
S0 d. CM	88,88 <sup>(1)</sup>	24,83 <sup>(3)</sup>	22,03 <sup>(4)</sup>	2608 <sup>(5)</sup>
S20 d. CM	86,48	24,73	22,20	4131
S40 d. CM	95,79	28,54	25,21	3819
S60 d. CM	93,27	29,06	23,72	5017
S0 d. PD	73,40 <sup>(2)</sup>	23,09	21,26	2842 <sup>(6)</sup>
S20 d. PD	81,70	22,08	22,21	3625
S40 d. PD	81,83	23,08	20,65	3433
S60 d. PD	71,91	25,34	20,90	4456

Letras iguais na mesma coluna, dentro de cada fonte de variação, indicam não-significância a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. *Means followed by the same letter within each source of variation are not significantly different by the Tukey test at 5% of probability.*

$$^{(1)} y = 87,6991 + 0,1170x - 0,0008x^2 \quad R^2 = 0,48$$

$$^{(2)} y = 73,3068 + 0,6613x - 0,0113x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$^{(3)} y = 24,4650 + 0,0592x - 0,0004x^2 \quad R^2 = 0,84$$

$$^{(4)} y = 21,6609 + 0,1027x - 0,0010x^2 \quad R^2 = 0,60$$

$$^{(5)} y = 2856,6600 + 34,5689x \quad R^2 = 0,80$$

$$^{(6)} y = 2891,3262 + 23,2513x \quad R^2 = 0,81$$

e sistema convencional. A baixa produtividade poderia ser explicada pela existência de camadas compactadas formadas pelo pisoteio animal, principalmente na superfície do solo (0-3 cm). Por outro lado, FERNANDES et al. (1998) verificaram que as maiores produções de matéria seca de palhada e de grãos na cultura do milho ocorreram no sistema de plantio direto, tendo como argumento a melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo com acúmulo de matéria orgânica, aumento na porosidade e maior armazenamento de água, em experimento onde o plantio direto já ocorria havia mais tempo. No presente caso, o solo, provavelmente, já estava compactado superficialmente, sendo isso, portanto, limitante no sistema plantio direto, o que não ocorreu no cultivo mínimo, já que, neste, houve escarificação.

Em relação ao S, houve ajuste significativo quando se avaliaram comprimento da espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade do milho. Em relação às três primeiras avaliações, os dados ajustaram-se à função quadrática, quando se desdobraram doses de S dentro de cultivo mínimo e apenas para comprimento de espiga no plantio direto. Para essas avaliações, as máximas doses estimadas de S estiveram, às vezes, acima da maior dose estudada, como no caso de comprimento de espiga e número de grãos por fileira, no cultivo mínimo. Para a produtividade de grãos, os dados ajustaram-se a funções lineares crescentes, dentro de cada sistema de cultivo, indicando que doses superiores a 60 kg/ha de S proporcionariam maior produtividade. Isso evidencia a importância da inclusão do S nos programas de adubação, quando as áreas estão degradadas; caso contrário, o elemento limitará a produtividade da cultura. Outros autores também verificaram o efeito da aplicação de doses de S na produtividade. VILELA et al. (1995) relataram que o tratamento que recebeu 36 kg/ha de S proporcionou produtividade de 2.047 kg/ha acima daquela do tratamento no qual o S não foi aplicado. VITTI et al. (1988) relataram casos de respostas do milho ao enxofre em dois solos do Estado de São Paulo, com a aplicação de até 20 kg/ha de S, em que a produtividade de grãos atingiu cerca de 5,5 e 8 t/ha.

O zinco interferiu apenas na produtividade de grãos do milho. Nos demais parâmetros avaliados, não houve diferença significativa entre os tratamentos que receberam ou não o micronutriente. Por causa da deficiência generalizada de zinco, principalmente nas regiões de cerrado, segundo alguns autores, esse micronutriente é o que proporciona as maiores respostas na produtividade de grãos de milho em solos brasileiros (LOPES, 1975). O aumento da produtividade de milho, verificado no presente caso, também foi constatado por RITCHEY et al. (1986), que relataram aumento de 1.804% e 856% na produção de dois híbridos, com a aplicação de 3 kg/ha de Zn. Para BRITTO et al. (1971), todos os tratamentos nos quais o zinco participou da formulação apresentaram

produtividade superior aos demais. Já SOUZA et al. (1998) concluíram que a adição de Zn promoveu incrementos significativos na produção de grãos de milho e nas concentrações desse micronutriente nas folhas, mas não houve vantagens em empregar doses superiores a 5 kg/ha. COUTINHO et al. (1992 a,b) e GALRÃO (1995) obtiveram resultados semelhantes. Isso demonstra a importância de se utilizar Zn nas formulações NPK, quando da utilização de solos com teores tendendo a baixos, porque, mesmo sem ser detectado problema nutricional, mediante análise foliar, o elemento propiciou aumento de produtividade.

## Conclusões

---

As doses de enxofre aplicadas ao solo influenciaram linear e positivamente a concentração do elemento nas folhas de milho, independentemente do sistema de cultivo.

O cultivo mínimo foi superior em todos os parâmetros avaliados, exceto quando se avaliou o número de fileiras por espiga.

A aplicação de 5 kg/ha de Zn proporcionou aumento na produtividade da cultura do milho.

Teores de 7 mg/dm<sup>3</sup> de S e 0,6 mg/dm<sup>3</sup> de Zn na planta indicam que a inclusão destes dois nutrientes, nos programas de adubação, deve ser considerada.

## Referências

---

- AGRIANUAL 1999: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 1999. p.391.
- AGRIANUAL 2000: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2000. p.421.
- BRITTO, D. P. P. S.; CASTRO, A. F. de; MENDES, W.; JACCOUD, A.; RAMOS, D. P.; COSTA, F. A. Estudo das reações a micronutrientes em Latossolo Vermelho-Escuro sob vegetação de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.6, p.17-22, 1971.
- CENTURION, J. F. Efeitos de diferentes sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob vegetação de cerrado e na cultura do milho. *Científica*, São Paulo, v.15, p.1-8, 1987.
- COUTINHO, E. L. M.; SITTA, D. S. X.; NATALE, W. Efeito da calagem e do zinco nas culturas da soja e do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba., 1992 Anais...

- Piracicaba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992a. p.322-323.
- COUTINHO, E. L. M.; VELINE, E. D.; LEMUS ERASMO, E. A.; FLOREZ-RONCANCIO, V. J.; MARTINS, D. Resposta do milho pipoca à adubação com zinco em condições de casa de vegetação. *Ciência Agrônômica*, Jaboticabal, v.7, p.31-36, 1992b.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELLOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em Latossolo sob vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.22, p.247-254, 1998.
- GALRÃO, E. Z. Níveis críticos de zinco em Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p.255-260, 1995.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. 11.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.
- HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Unesp/FEIS, 1995. 45p. (Área de Hidráulica e Irrigação. Série Irrigação, 1)
- LOPES, A. S. **A survey of the fertility status of soils under "cerrado" vegetation in Brazil**. 1975. 138f. (Dissertação de Mestrado) – North Carolina State University, Raleigh, 1975.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. Fertilizers application for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (Ed.). **Fertilizers application for correcting micronutrient deficiencies: micronutrients in agriculture**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p.549-592.
- PHILLIPS, S. H. Introduction to no tillage. In: PHILLIPS, R. E.; PHILLIPS, S. H. (Ed.). **No-tillage agriculture: principles and practices**. New York: Wan Nostrand Reinhold, 1984. p.1-9.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A. J.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (Boletim, 100).
- RITCHEY, K. D.; COX, F. R.; GALRÃO, E. Z.; YOST, R. S. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.21, p. 215-225, 1986.
- SILVA, L. S. **Efeitos de rotação de cultura, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e do trigo (*Triticum aestivum* L.)**. 1996. 58f. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1996.
- SOUZA, E. C. A.; COUTINHO, E., L. M.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C. Respostas do milho à adubação com fósforo e zinco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, p. 1031-1036, 1998.
- VILELA, L.; RITCHEY, K. D.; SILVA, J. E. Resposta da soja e do milho ao enxofre num Latossolo Vermelho-Escuro sob vegetação de cerrado do Distrito Federal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p.281-285, 1995.
- VITTI, G. C.; MALAVOLTA, E.; FERREIRA, M. E. Respostas de culturas anuais e perenes à aplicação de enxofre. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa/lapar/SBCS, 1988. p.61-85.