

PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA ADUBADA COM DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO, POTÁSSIO E ZINCO

Yield and production components of soybean fertilized with different doses of phosphorus, potassium and zinc

Affonso Celso Gonçalves Júnior¹, Herbert Nacke², Nilton Garcia Marengoni²,
Endrigo Antônio de Carvalho², Gustavo Ferreira Coelho²

RESUMO

O correto incremento da produtividade agrícola deve estar aliado ao avanço tecnológico no conhecimento das exigências nutricionais de cada cultura, proporcionando, dessa forma, o correto uso de insumos na propriedade agrícola. Com o objetivo de estudar a resposta de plantas de soja ao zinco (Zn) em relação a diferentes doses de fósforo (P) e potássio (K), foi realizado este experimento no município de Palotina-PR. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 3x3, constituindo três formas de adubação com P_2O_5 e K_2O : sem adubação, uma vez e duas vezes a recomendação de adubação pela análise de solo e três doses de Zn (0; 2 e 4 kg ha⁻¹). Como fonte de nutrientes, foram utilizados fosfato bicálcico para P, cloreto de potássio para K e sulfato de zinco para Zn. As doses de Zn aplicadas não influenciaram, significativamente, a produtividade, não sendo justificada a sua suplementação na forma de adubação de base. Já a adubação com P_2O_5 e K_2O provocou significativo aumento da produtividade e aumento do número de legumes por planta, com aumento das doses desses nutrientes no solo.

Termos para indexação: *Glycine max*, produção, adubação, micronutriente, macronutrientes.

ABSTRACT

The correct productivity increment must be allied to the technological advance in the knowledge of the nutritional requirements of each culture, thus allowing for the correct use of the inputs in the agricultural property. With the objective of studying the plants of soybean reply to zinc (Zn) in relation to the different doses of phosphorus (P) and potassium (K), this experiment was performed in the municipality of Palotina-PR. The soil was classified as typic hapludalf. The treatments were arranged in a 3x3 factorial scheme, constituting three fertilization forms with P_2O_5 and K_2O : without fertilization, recommended dose and twice the recommended fertilization dose by the soil analysis and three Zn doses (0; 2 and 4 kg ha⁻¹). Nutrient sources used were bicalcic phosphate for P, potassium chloride for K and zinc sulphate for Zn. The applied Zn doses did not significantly influence productivity, so supplementing the base fertilization form is not justified. On other hand, fertilization with P_2O_5 and K_2O resulted in a significant increase in productivity and an increase in the number of legumes per plant, with an increase of the doses of these nutrients in the soil.

Index terms: *Glycine max*, production, fertilization, micronutrient, macronutrients.

(Recebido em 22 de setembro de 2008 e aprovado em 15 de julho de 2009)

INTRODUÇÃO

Para o correto incremento da produtividade agrícola no Brasil, é de fundamental importância o avanço científico e tecnológico em relação ao conhecimento das exigências nutricionais de cada cultura, aprimorando-se, desta forma, o uso dos insumos na propriedade agrícola.

De acordo com a Agência Nacional para Difusão de Adubos-ANDA (2009), o consumo de fertilizantes no Brasil, em 2008, foi de 22,4 milhões de toneladas, sendo que a soja é a cultura que mais consome fertilizantes, cerca de 37% deste total. Segundo Hirakuri (2008), o custo com

fertilizantes, para a cultura da soja, representando cerca de 28% do custo total da cultura.

Dentre os nutrientes necessários para o adequado desenvolvimento e alta produtividade da soja, o fósforo (P) ocupa um lugar de destaque. A maioria dos solos não possui teores adequados desse nutriente em formas disponíveis para a cultura, culminando na necessidade de elevarem-se os seus teores de forma imediata ou gradual no solo (Raij et al., 2001).

De acordo com Sacramento & Rosolem (1998), é clara a importância do potássio (K) na nutrição mineral da

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Centro de Ciências Agrárias – Rua Pernambuco, 1777 – 85.960.000 – Marechal Cândido Rondon, PR – affonso133@hotmail.com

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná/UNIOESTE – Centro de Ciências Agrárias – Marechal Cândido Rondon, PR

soja, sendo este, um dos macronutrientes mais absorvidos e exportados pela cultura.

Segundo Caires & Fonseca (2000), a cada 1000,00 kg de grãos de soja exportados na produção, retira-se do solo 8,0 kg de P e 65,6 kg de K.

Além dos macronutrientes, pode-se destacar a importância dos micronutrientes que, em diversas situações, são limitantes para uma boa produtividade das culturas. Como na maioria das formulações comerciais não se visa à restituição desses elementos, tem-se observado uma sensível redução no rendimento de algumas lavouras.

De acordo com Ceretta et al. (2005), as respostas a micronutrientes têm ocorrido com maior frequência nas condições de cerrado, sendo que, no sul do Brasil, existem poucos experimentos realizados, havendo, assim, a necessidade de mais estudos que auxiliem técnicos e produtores na sua tomada de decisão sobre o uso de micronutrientes.

Segundo Almeida Júnior et al. (2007), deficiências de Zn vêm ocorrendo em uma ampla variedade de solos em todo o mundo, sendo esse problema agravado com o cultivo intensivo no solo. Os autores relatam ainda que, no Brasil, a deficiência de Zn é a mais comum entre os micronutrientes, principalmente em solos arenosos e de cerrado.

No Brasil, a deficiência de Zn ocorre principalmente pelos baixos teores naturais nos solos, além da utilização de quantidades relativamente elevadas de calcário para correção da acidez e pelo uso de fertilizantes fosfatados, uma vez que há antagonismo entre P e Zn (Fageria, 2000).

Dessa forma, neste trabalho, objetivou-se avaliar a produção de soja e suas características agrônomicas, em relação à adubação com P, K e Zn em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, cultivada no Oeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Palotina-PR. As coordenadas do local são: 24° 17' S e 53° 50' W e com altitude média de 310 m. O clima do local é subtropical (Cfa), segundo a classificação de Köppen, sem estação seca definida.

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (Embrapa, 2006) de textura arenosa/média (242 g kg⁻¹ de argila, 640 g kg⁻¹ de areia e 118 g kg⁻¹ de silte).

Os resultados da análise química do solo antes da semeadura, nas profundidades de 0 a 5 cm e 0 a 20 cm, estão apresentados na Tabela 1. Como metodologia para a análise química do solo, foi utilizado o Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade do IAPAR (Fundação Instituto Agrônomo do Paraná-IAPAR, 1992).

Na Tabela 2, estão representadas as classes de interpretação para a disponibilidade de Zn no solo em diferentes Estados brasileiros, sendo esta tabela utilizada como base para verificação da disponibilidade inicial de Zn no solo. O nível de Zn de 0 a 5 cm de profundidade é considerado alto. No entanto, os resultados da amostragem de solo de 0 a 20 cm de profundidade demonstraram que o teor de Zn no solo encontra-se no nível médio.

A concentração de P e K no solo coletado entre 0 e 20 cm de profundidade apresenta-se no nível médio e baixo, respectivamente, sendo utilizado o extrator Mehlich-1, de acordo com Embrapa (2001).

Para a execução do experimento, foi utilizado o delineamento experimental blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de três doses de adubação com P₂O₅ e K₂O em semeadura e três doses de Zn, perfazendo um total de 9 tratamentos.

As três doses de P testadas foram 0; 80 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e as doses de K foram 0; 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, caracterizando, respectivamente, testemunha, dose recomendada de adubação com base na análise química de solo, e o dobro da dose recomendada de adubação (Bissani et al., 2004). Em relação ao Zn, as doses testadas foram 0; 2 e 4 kg ha⁻¹ de Zn, aplicadas junto a adubação de semeadura. Como fonte dos nutrientes, utilizou-se fosfato bicálcico (CaHPO₄) para P, cloreto de potássio (KCl) para K e sulfato de zinco (ZnSO₄) para Zn.

As parcelas corresponderam a 3 m de largura por 7 m de comprimento, apresentando seis linhas com espaçamento de 0,5 m, sendo considerada como área útil as duas linhas centrais, desconsiderando-se 1 m das extremidades como bordadura.

Para a instalação do experimento, preparou-se o solo em sistema convencional com uma subsolagem e duas gradagens. A cultivar de soja utilizada foi a Spring, de ciclo precoce. A população média de plantas empregada foi de 300.000 plantas ha⁻¹, semeadas no dia 15/10/2004. As sementes receberam tratamento com os fungicidas Difenconazole + Thiram, nas doses de 5 e 70 g de ingrediente ativo, respectivamente, para cada 100 kg de semente.

Para o controle de plantas daninhas, foram realizadas capinas manuais a cada 15 dias e, para o controle de pragas, utilizou-se o inseticida Monocrotofos na dosagem de 0,15 mL de i.a. ha⁻¹.

A coleta do material vegetal para análise foliar foi realizada no florescimento pleno (estádio R2), retirando-se a primeira folha totalmente expandida, a partir do ápice de 30 plantas escolhidas aleatoriamente dentro da parcela útil.

Após a coleta, foram retirados os pecíolos das folhas e estas foram lavadas e secas a 65° C, em estufa de circulação fechada de ar, até atingirem massa constante, sendo em seguida trituradas.

Para a determinação da concentração de K e Zn, as folhas foram submetidas à digestão nitro-peróxido (Association of Official Agriculture Chemists-AOAC, 1990) seguidas de técnicas de Espectrometria de Absorção Atômica, modalidade chama – EAA/chama (Welz & Sperling, 1999). Para determinação a do teor de P foi realizada a digestão sulfúrica (Association of Official Agriculture Chemists-AOAC, 2005), sendo a quantificação dos teores de P, realizadas por Espectrometria de Ultravioleta Visível – Uvvis.

Juntamente com a amostragem de tecido vegetal foi coletada uma amostra de solo em cada parcela, sendo esta, constituída de três sub amostras retiradas na linha de semeadura, as quais foram secas a 65° C, em estufa de circulação fechada de ar por 48 h e peneiradas a uma granulometria inferior a 0,20 mm. Posteriormente, foi realizada a extração de Zn nas amostras com os extratores DTPA e Mehlich-1 (Raij et al., 2001), sendo as determinações de Zn realizadas por Espectrometria de Absorção Atômica, modalidade chama – EAA/chama (Welz & Sperling, 1999).

Na colheita da cultura, avaliou-se a produtividade e os seguintes componentes de produção: número de legumes por planta, número de grãos por legume, altura de inserção dos legumes e massa de 1000 grãos.

A determinação da produtividade foi realizada por meio da colheita de toda a parcela útil. Para a avaliação do número de legumes e do número de grãos por legume foram coletadas 10 plantas da parcela experimental, retirados e contados todos os legumes de cada planta e os grãos de cada legume. A altura de inserção do primeiro legume foi medida a partir do colo das plantas. A massa de 1000 grãos foi determinada de acordo com Brasil (1992).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando obtida significância para determinada fonte de variação, foi realizado o teste Tukey a 1 e 5% de probabilidade com o auxílio do software SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, é apresentada a análise de variância para as características avaliadas nas amostras de solo coletadas na época do florescimento da soja. Pode-se observar que a adubação com P e K influenciou, significativamente, a concentração desses nutrientes no solo, ocorrendo significância apenas para estas duas variáveis ($P < 0,05$).

Tabela 1 – Análise química do solo utilizado no experimento nas profundidades de 0 a 5 cm e 0 a 20 cm.

Amostra	pH (CaCl ₂)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	CTC	C	P	Cu	Zn	Fe	Mn	V%
		----- cmol _c dm ⁻³ -----					g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----			%			
0-5 cm	5,46	0,16	2,50	0,85	3,18	3,50	6,68	15,41	14,10	1,87	2,07	33,57	121,60	52,40
0-20 cm	5,15	0,12	2,20	0,72	2,95	3,02	5,97	13,40	12,23	2,14	1,41	59,73	115,70	50,50

H+Al – acidez potencial, SB – soma de bases, CTC – capacidade de troca catiônica, C – carbono orgânico, V% - saturação por bases. Cu, Zn, Fe e Mn extraídos por Mehlich-1.

Tabela 2 – Classes de interpretação da disponibilidade de Zn em diferentes regiões do Brasil.

Classes de interpretação	Teores de Zn no solo		
	RS e SC	PR e cerrado	SP
	----- mg dm ⁻³ -----		
Baixo	< 0,20	< 1,00	< 0,60
Médio	0,20 – 0,50	1,00 – 1,60	0,60 – 1,20
Alto	> 0,50	> 1,60	> 1,20
Extrator utilizado	Água quente ¹	Mehlich-1 ²	DTPA ¹

Fonte: ¹ Embrapa (2001); ² Galvão (1995).

Tabela 3 – Análise de variância para teores de P, M.O., pH, K, Ca, Mg e teores de Zn no solo pelos extratores DTPA e Mehlich-1.

Fonte de Variação	Quadrados Médios								
	GL	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	Zn DTPA	Zn Mehlich-1
Bloco	3	162,96 *	1,09 ns	0,06 ns	0,3630 **	0,17 ns	0,02 ns	0,42 ns	3,44 *
Dose PK	2	532,23 **	4,18 ns	0,02 ns	0,0002 **	0,03 ns	0,01 ns	0,13 ns	1,39 ns
Dose Zn	2	199,41 ns	0,20 ns	0,02 ns	0,0002 ns	0,05 ns	0,01 ns	1,52 ns	1,06 ns
PK * Zn	4	43,08 ns	0,89 ns	0,14 ns	0,0001 ns	0,21 ns	0,04 ns	0,06 ns	1,63 ns
Resíduo	24	38,94	2,31	0,10	0,0009	0,11	0,03	0,26	0,76
C.V(%)		41,26	13,46	6,54	14,92	16,93	25,75	30,03	24,30

**, * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

ns - não significativo pelo teste de F.

Na Tabela 4, apresentam-se os teores de P e K, no solo coletado na época do florescimento da soja. Observa-se a semeadura, ocorrendo diferenciação nos três tratamentos (0, 80 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Para os teores de K, houve diferença significativa (P<0,05) entre a testemunha e as doses crescentes de K₂O, entretanto, não houve diferença (P>0,05) entre as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. A ausência de resposta à adição do K₂O, possivelmente, deve-se a perdas por lixiviação em função da baixa CTC apresentada pelo solo em estudo (Tabela 1).

Na Tabela 5, apresenta-se a análise de variância para P, K, Ca, Mg e Zn no tecido foliar das plantas de soja. Pode-se observar que a análise de variância não demonstrou diferenças significativas (P>0,05) entre as quantidades desses elementos no tecido foliar.

A falta de efeito pode ser relacionada com o constante estresse hídrico que a cultura foi submetida antes da coleta do tecido vegetal (florescimento pleno), uma vez que a análise de variância demonstrou efeito para teores de P e K, no perfil do solo, portanto, esses nutrientes, possivelmente, estavam indisponibilizados para as plantas pela falta de umidade no solo.

Para Malavolta (1980), o estresse hídrico na fase de desenvolvimento vegetativo reduz o crescimento da planta, diminui a área foliar e o rendimento de grãos, pois, de acordo com Stülp et al. (2009), o período de duas a quatro semanas que precedem à diferenciação floral é de extrema importância para a produtividade da cultura.

Para o Zn, tanto no tecido vegetal das plantas de soja, como no solo não foi detectado o efeito das doses de Zn aplicadas. Esse resultado pode ser atribuído aos índices adequados desse nutriente no solo, antes da aplicação de Zn (Tabelas 1 e 2). O teor de Zn na camada de 0 a 20 cm apresenta-se como médio, e portanto, considerado

responsivo a adubação, porém, o transporte e a consequente absorção de Zn pelas plantas ocorre, principalmente, por difusão (Oliveira, 2006) e dessa forma, também pode ter sido afetado pela falta de umidade do solo.

De acordo com Borkert et al. (2006), em solos do Paraná, acima de 1,50 mg dm⁻³ de Zn no solo, a resposta a adubações com esse nutriente se torna pouco provável.

Na Tabela 6, apresenta-se análise de variância para os componentes de produção e produtividade da soja. Pode-se observar que o número de legumes por planta e a produtividade sofreram efeito significativo dos tratamentos (P<0,05).

Na Tabela 7, apresentam-se as médias dos componentes de produção que obtiveram significância na análise de variância e a produtividade. Observa-se que a adubação com P₂O₅ e K₂O influenciou o número de legumes por planta e a produtividade da soja (P<0,05).

O número de legumes presentes em cada planta aumentou significativamente (P<0,05), conforme se aumentaram as doses de P₂O₅ e K₂O. Para a produtividade, houve efeito significativo (P<0,05) das doses de P₂O₅ e K₂O demonstrando o aumento da produtividade em relação ao aumento das doses.

Segundo Rezende et al. (2009), a soja, por ser um dos cultivos extensivos mais importantes do Brasil, necessita que a aplicação de fertilizantes ocorra da forma mais racional possível. Os resultados apresentados comprovaram a necessidade da adubação baseada na análise de solo. Adubação esta, que deve priorizar a reposição do K e P, uma vez que o K é altamente extraído pela cultura da soja, e o P encontra-se, geralmente, em baixa concentração nos solos, sendo, dessa forma, extremamente necessários para o ideal desenvolvimento vegetativo e fundamentais para o alcance de uma alta produtividade.

Tabela 4 – Teor de P e K no solo coletado na época do florescimento da soja em função das doses de P₂O₅ e K₂O aplicadas ao solo.

Doses de P ₂ O ₅ e K ₂ O	P	K
kg ha ⁻¹	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³
0,00 e 0,00	8,39 C	0,16 B
80,00 e 60,00	15,28 B	0,23 A
160,00 e 120,00	21,70 A	0,24 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Análise de variância para o P, K e Zn no tecido foliar das plantas de soja coletadas na época do florescimento.

Fonte de Variação	Quadrados médios			
	GL	P	K	Zn
Bloco	3	1,60 ns	8,56 ns	58,68 ns
Dose PK	2	3,04 ns	6,07 ns	57,54 ns
Dose Zn	2	3,89 ns	1,96 ns	87,84 ns
PK * Zn	4	3,38 ns	0,68 ns	28,66 ns
Resíduo	24	4,05	2,68	32,46
C.V.(%)		18,83	11,38	13,29

**, * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

ns - não significativo pelo teste de F.

Tabela 6 – Análise de variância para os componentes de produção e produtividade da soja.

Fonte de Variação	Quadrados Médios					
	GL	NLEG	NGRA	ALT	M1000	PROD
Bloco	3	5,57 ns	0,008 ns	1,54 *	132,12 ns	424482,20 ns
PK	2	138,66 *	0,018 ns	0,85 ns	17,22 ns	2436015,00 **
Dose Zn	2	29,53 ns	0,002 ns	1,63 ns	26,98 ns	265489,90 ns
PK * Dose	4	66,51 ns	0,005 ns	0,90 ns	70,65 ns	505579,50 ns
Resíduo	24	32,15	0,009	0,50	9,52	198428,40
C.V.(%)		13,97	4,53	6,65	22,89	13,12

**, * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Ns - não significativo pelo teste de F.

NLEG – número de legumes por planta, NGRA – número de grãos por legume, ALT – altura de inserção dos legumes, M1000 – massa de 1000 sementes, PROD – produtividade.

Tabela 7 – Componentes da produção e produtividade da soja em função das doses de fósforo e potássio aplicadas ao solo.

Doses de P ₂ O ₅ e K ₂ O kg ha ⁻¹	NLEG	NGRA	ALT cm	M1000 g	PROD kg ha ⁻¹
0,00 e 0,00	37,28 C	2,11 A	10,43 A	130,40 A	2975,34 C
80,00 e 60,00	40,02 B	2,15 A	10,51 A	135,50 A	3409,24 B
160,00 e 120,00	44,87 A	2,19 A	10,43 A	138,92 A	3838,82 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

NLEG – número de legumes por planta, NGRA – número de grãos por legume, ALT – altura de inserção dos legumes, M1000 – massa de 1000 sementes, PROD – produtividade.

As altas doses de P, aplicadas na semeadura da soja, não afetaram a disponibilidade de Zn para as plantas de soja, pois, de acordo com Carneiro et al. (2008), o fornecimento de Zn na adubação previne a sua deficiência ocasionada por elevadas doses de P.

CONCLUSÕES

A adubação com P e K interferiram significativamente na produtividade alcançada pela soja. A dose de P e K, responsável pela maior produtividade, foi o dobro da recomendação da análise de solo com 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

As doses de Zn (0, 2 e 4 kg ha⁻¹), aplicadas no solo, não interferiram na produtividade ou nos componentes de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS.

Principais indicadores do setor de fertilizantes.

Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 9 maio 2009.

ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; LIMA, J.A.G.; DUDA, G.P.; BARRETO, N.D.S.; MENDES, A.M.S. Efeito da aplicação de diferentes doses de zinco na produtividade do meloeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, 2007. CD-ROM.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. Official methods of analysis. Maryland, 2005. 3000p.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre: Gênese, 2004. 328p.

BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; OLIVEIRA, F.A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Cálculo do nível crítico de zinco trocável em solos do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: DNDV/SNAD/CLAN, 1992. 365p.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.213-220, 2000.

CARNEIRO, L.F.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; CURI, N.; SANTOS, J.Z.L.; LAGO, F.J. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na interação fósforo-zinco em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1133-1141, 2008.

CERETTA, C.A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P.S.; MOREIRA, I.C.L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E.F. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.576-581, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.390-395, 2000.

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade**. Londrina, 1992. 4 p. (Circular, 76).

GALRÃO, E.Z. Níveis críticos de zinco para o milho cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.255-259, 1995.

HIRAKURI, M.H. **Estimativa de custo de produção e lucratividade da soja, safra 2008/09, para o Paraná e Santa Catarina**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2008. 16p. (Circular técnica, 65).

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da soja**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 40p.

OLIVEIRA, E.M.M. **Transporte de nutrientes em resposta a potencial de água, tamanho de agregados e manejo de um Latossolo Vermelho**. 2006. 109p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

REZENDE, P. M. de; CARVALHO, E. R.; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B. de; ALCANTARA, H. P. Enxofre aplicado via foliar na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.5, p.1255-1259, set./out., 2009.

SACRAMENTO, L.V.S.; ROSOLEM, C.A. **Eficiência de absorção e utilização de potássio por plantas de soja em solução nutritiva**. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.355-365, 1998.

STÜLP, M.; BRACCINI, A. de L. e; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; SCHUSTER, I. Desempenho agrônomo de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.5, p.1240-1248, set./out., 2009.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic absorption spectrometry**. Weinheim: Wiley-VCH, 1999. 941p.