

**EFICIÊNCIA DE USO DE NUTRIENTES EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ALTERANTIVAS DE ZINCO NA CULTURA DA SOJA**

MAYKOM FERREIRA INOCÊNCIO¹, ANTONIO EDUARDO FURTINI NETO²;
ÁLVARO VILELA DE RESENDE³, MATHEUS PERES VELOSO⁴, FERNANDA MOREIRA
FERRAZ⁵; CLÉRIO HICKMANN⁶

RESUMO

O estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de uso de nutrientes pelos grãos de soja em função de alternativas de restituição de zinco na cultura da soja em um solo anteriormente sob cerrado. O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho Distroférrico de textura muito argilosa no município de Sete Lagoas, MG. O delineamento foi inteiramente casualizado com 16 tratamentos e quatro repetições, totalizando 64 unidades experimentais, com dimensões de 4 m x 6 m (24m²). Os tratamentos eram constituídos de fontes (sais, quelatos, óxidos, coquetel de zinco) e fontes de aplicação (via solo, foliar e semente). A soja foi semeada no dia 12 de novembro de 2009, com espaçamento entre linhas de 0,50 m e com estande de 240 mil plantas ha⁻¹. Os tratamentos foram aplicados e/ou no início do experimento, no estádio V5 e R1. No final do experimento foram colhidas as três fileiras centrais, eliminando 0,5 m de cada extremidade. Os grãos de soja foram lavados, secos e determinou-se a produção de grãos em base seca (seco em estufa). O material foi triturado e submetido às análises químicas. A partir dos dados de produtividade e teores de nutrientes foi calculada a eficiência de uso para cada nutriente. De maneira geral, os nutrientes apresentaram índices de eficiência de uso semelhantes entre os tratamentos. Os tratamentos que foram os que conseguiram maior eficiência de uso foram o: adubação corretiva + adubação com zinco no sulco de plantio, Broadacre foliar, sulfato de zinco foliar, Znitro e Byozime.

Palavras-chaves: *Glycine max.* Solo do cerrado. Índice de uso de nutrientes.

INTRODUÇÃO

O zinco apresenta uma dinâmica complexa no solo, sendo influenciada pelo pH, tipo e teor de argila, cátions e ânions, adubação fosfatada e sistema de cultivo (ABREU et al., 2007). A deficiência de zinco ocorre em solos com pH elevado e saturação por bases acima de 50%, devido à formação de precipitados na forma de Zn(OH)₂ e ZnCO₃ (MARSCHNER, 1995). Mesmo em solos calcários, pode não ocorrer à deficiência de zinco, desde que haja elevados teores de matéria orgânica no solo (GALRÃO, 2002), em razão da formação de quelatos que complexa o zinco aumentando a sua disponibilidade às plantas. A dinâmica do zinco na planta ainda não está totalmente esclarecida, e na literatura há divergências quanto a sua mobilidade. O zinco provavelmente é absorvido na forma bivalente e, ou, de quelatos. A atividade iônica do micronutriente no floema é reduzida, resultado do elevado pH (em torno de 8,0) e da alta concentração de íons fosfato (14 mM), o que promoveria a formação de complexos insolúveis na forma de óxidos, hidróxidos e fosfatos, acarretando na menor redistribuição do zinco para as áreas de crescimento meristemático (WELCH, 1995).

Dentre os micronutrientes, o zinco e o boro são os mais limitantes na produtividade das culturas em solos sob cerrado, em razão dos seus baixos teores originais nas rochas de origem ou de rochas ferromagnesianas que sofreram um intenso processo de intemperismo (RESENDE et al., 2002), resultando no acúmulo de sílica (SiO₂) e sesquióxidos de ferro, alumínio e manganês (FAGERIA, 2000). Além dos processos pedoclimáticos e a exportação de zinco na forma de produto colhido pelas culturas poderiam levar o aparecimento de deficiência de zinco, no entanto o uso da adubação de base pouco concentrada permitia a entrada do zinco no sistema produtivo como impureza do adubo.

Dentre a dinâmica complexa do zinco no solo e na planta, e a tentativa de maximizar o uso de zinco na agricultura, se dispõe do índice de eficiência de uso, estabelecido por Siddiqi & Glass (1981)

¹ Doutorando em Ciência do Solo, DCS/UFLA, maykomagronomia@yahoo.com.br

² Professor do Departamento de Ciência do Solo, DCS/UFLA, afurtini@ufla.br

³ Pesquisador da EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, alvaro@cnpmc.embrapa.br

⁴ Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras, DCS/UFLA, matheusveloso@website.com.br

⁵ Acadêmica do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras, DCS/UFLA, nandaferraz87@yahoo.com.br

⁶ Bolsista da EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

que estabelece uma relação entre a produção e o conteúdo de nutrientes. A partir desse índice é possível determinar melhores alternativas de adubação.

O objetivo do estudo foi identificar a eficiência de uso de algumas alternativas de adubação com zinco na cultura da soja em solo da região do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área experimental

O experimento foi realizado com a cultura da soja (*Glycine max* L.) em um Latossolo Vermelho Distroférico de textura muito argilosa (66% de argila) na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas, MG. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 16 tratamentos e quatro repetições, totalizando 64 unidades experimentais de 24 m² (6m x 4m).

A área escolhida para o estudo, inicialmente foi dividida em 40 quadrículas de 15 x 15 m, o qual foram coletadas cinco amostras simples para formar uma composta para cada quadrícula. A partir dos resultados da análise química obtidos foram aplicados em média 1,1 t ha⁻¹ de calcário (12% de magnésio) para elevar a saturação por bases a 55%, gesso agrícola (300 kg ha⁻¹), fósforo (22,9 kg ha⁻¹ de P₂O₅), potássio (98,4 kg ha⁻¹ de K₂O) e boro (3 kg ha⁻¹). As adubações corretivas foram incorporadas com grade aradora + arado de disco + grade niveladora, na profundidade de 0-20 cm.

O solo para a execução do estudo foi escolhido por ser um solo já anteriormente cultivado e com um teor médio de 2,39 mg dm⁻³ de zinco antes da correção química do solo. Além disso, a literatura aborda que a aplicação de zinco em solos deficientes é benéfica, porém poucos são os estudos a campo, avaliando o micronutriente acima do nível crítico. O trabalho simula condições de alto nível tecnológico, devido a utilização de um genótipo de alto potencial produtivo, uso da irrigação, controle fitossanitário adequado, além de boas condições químicas do solo e com isso verificar se há resposta do zinco em condições onde não se esperaria a resposta do micronutriente. Os tratamentos utilizados no experimento são descritos na Tabela 1.

Tratos culturais e colheita

Após a abertura dos sulcos de plantio, foi realizado no dia 12 de novembro de 2009, com a aplicação da adubação de base NPK (450 kg ha⁻¹ de 02-20-20 com ou sem zinco, dependendo do tratamento) e a semeadura manual da soja. O genótipo utilizado foi o BRS Valiosa RR (Carol) com um estande final de cerca de 240 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. As sementes foram tratadas como fungicida, inseticida, cobalto (3 g ha⁻¹), molibdênio (30 g ha⁻¹) e inoculante e quando pertinente com o uso de zinco. No estádio V5 e R1 foram aplicados os tratamentos foliares com um volume de calda de 400 L ha⁻¹ utilizando um pulverizador de CO₂. No estádio V5 foi aplicado um fungicida preventivo (Opera) para a ferrugem asiática da soja e um lagartocida (Match). Na época de enchimento de grãos, foi realizada novamente a aplicação do fungicida (Opera) e de um inseticida (Tracer). As orientações de manejo foram voltadas para a obtenção de altas produtividades de soja, uma vez que, nestas condições é possível ter a resposta à adubação com zinco. A irrigação foi realizada quando necessário, de forma a suprir a demanda hídrica durante o ciclo da cultura.

Após a maturação fisiológica da cultura foram colhidos apenas os grãos de três fileiras centrais de cada parcela, deixando-se meio metro em cada extremidade e as duas fileiras externas como bordadura de cada lado. Os restos culturais foram passados em um picador de palha e espalhados na superfície das respectivas parcelas, procurando-se reproduzir os tratamentos.

Os teores de nutrientes nos grãos de soja foram determinados segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) e os acúmulos nos grãos foram obtidos multiplicando-se os teores pela matéria seca.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados no ensaio de campo sobre estratégias de adubação para a restituição de zinco na cultura da soja (Sete Lagoas, MG).

| Trat | Zn aplicado (kg ha ⁻¹) | Descrição dos tratamentos |
|------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 0,00 | Testemunha absoluta |
| 2 | 3,00 | 3,0 kg ha ⁻¹ de Zn na forma de ZnSO ₄ (20% de Zn e 9% de S), a lanço e sem incorporação |
| 3 | 5,25 | 450 kg ha ⁻¹ de NPK (02-20-20) + 0,5% de Zn no sulco de plantio + 3,0 kg ha ⁻¹ de ZnSO ₄ a lanço e sem incorporação |
| 4 | 2,25 | 450 kg ha ⁻¹ de NPK (02-20-20) + 0,5% de Zn no sulco de plantio |
| 5 | 2,25 | 450 kg ha ⁻¹ de NPK (02-20-20) + 0,5% de Zn a lanço e sem incorporação |
| 6 | 0,04 | 0,04 kg/ 50 kg de sementes, óxido de zinco (72,3% de Zn), via semente |
| 7 | 0,11 | 0,3 L ha ⁻¹ Broadacre Zn Moli (35% de Zn e 6% de Mo), via semente |
| 8 | 0,27 | 0,45 L ha ⁻¹ de Broadacre Zn Moli (60% de Zn e 6% de Mo), via foliar aos 30 DAE |
| 9 | 0,80 | 2 kg ha ⁻¹ de ZnSO ₄ da Multizinc (20% de Zn e 9% de S), via foliar aos 30 DAE e R1 |
| 10 | 0,06 | 0,4 kg ha ⁻¹ de Tradecorp Zn-EDTA (14 p/p), via foliar aos 30 DAE |
| 11 | 0,08 | 0,5 L ha ⁻¹ de Znitro (15% de Zn e 10%), via foliar aos 30 DAE |
| 12 | 0,40 | 2,0 L ha ⁻¹ de Phytogard Zn (10% de Zn e 40% de P ₂ O ₅), via foliar aos 30 DAE e R1 |
| 13 | 0,00 | 2,0 L ha ⁻¹ de Phytogard K (20% de K ₂ O e 40% de P ₂ O ₅), via foliar aos 30 DAE e R1 |
| 14 | 0,02 | 0,45 L ha ⁻¹ de Biozyme TF (2,43% de Zn; 1,73% de N; 5% de K ₂ O; 0,08% de B; 0,49% de Fe; 1% de Mn; e 2,1% de S), via foliar em R1 |
| 15 | 0,00 | Apenas água |
| 16 | 2,81 | Coquetel de micronutrientes (Tratamentos 4, 7, 13 e 14) |

Adubação básica da soja correspondente a 450 kg ha⁻¹ de NPK 02-20-20 com ou sem Zn. DAE: dias após a emergência

2.5 Análise estatística

Os resultados obtidos de eficiência de uso de nutrientes em grãos de soja foram submetidos a análises de variância e teste de média a 5% de probabilidade (Scott-Knott), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, com exceção do fósforo e o cálcio, verificou-se que os tratamentos 3 (adubação corretiva), 8 (Broadacre foliar), 9 (ZnSO₄ foliar), 11 (Znitro) e 14 (Byozime) foram os mais eficientes no uso de nitrogênio, potássio, magnésio e enxofre. Porém os tratamentos 6 (ZnO via semente), 7 (Broadacre semente), 10 (ZnEDTA), 12 (Phytogard Zn), 13 (Phytogard K), 15 (somente água) e 16 (coquetel de zinco) foram semelhantes estatisticamente ao tratamento 1 (testemunha). Enquanto que no tratamento 2 (adubação corretiva), 4 (NPKZn no sulco de plantio) e o 5 (NPKZn a lanço e sem incorporação) aumentaram a eficiência de uso de: 1) nitrogênio e potássio; 2) nitrogênio, potássio e magnésio e 3) nitrogênio, potássio e enxofre e não diferiram estatisticamente da testemunha no 1) magnésio; 2) enxofre e 3) enxofre e magnésio, respectivamente. A melhor eficiência do tratamento 3 (NPKZn + adubação corretiva), provavelmente é resultado da alta quantidade aplicada de zinco no solo, sendo parte adsorvida pelo solo (GALRÃO, 2002; ABREU et al., 2007).

Como as reservas de nutrientes pelo mundo estão se esgotando, o estudo da eficiência de uso de nutrientes é uma característica importante no que diz respeito a utilização consciente dos insumos (FURTINI NETO et al., 2001). No caso da soja, os nutrientes que são mais dependentes da melhoria da eficiência de uso são o potássio e o fósforo (MARSCHNER, 1995; FAQUIN, 2005). Deficiências de fósforo poderiam ter aparecido por causa do maior aporte de zinco no cultivo (ABREU & RAIJ, 1996; ABREU et al., 2007; FERNANDES et al., 2007). O índice denominado de eficiência de uso é

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

uma medida que avalia o quanto de nutriente foi necessário para produzir uma determinada quantidade de produto (SIDDIQI & GLASS, 1981). Através da eficiência de uso é possível verificar quais são os melhores tratamentos com zinco e também qual será um tratamento com um longo efeito residual (ABREU et al., 2007).

Tabela 2 – Eficiência de uso de macronutrientes na produtividade de grãos de soja (*Glycine max* L.) em função da adubação com zinco (Sete Lagoas, MG).

| Tratamento | Zinco aplicado | Nitrogênio | Fósforo | Potássio | Cálcio | Magnésio | Enxofre |
|-----------------------|---------------------|------------|---------|----------|--------|----------|---------|
| | kg ha ⁻¹ | | | | | | |
| TABS | 0,00 | 31 b | 365 a | 128 b | 901 a | 944 b | 675 b |
| ACORR | 3,00 | 34 b | 390 a | 140 b | 1063 a | 1069 a | 752 a |
| ANPKsp | 5,25 | 38 a | 460 a | 157 a | 1208 a | 1203 a | 835 a |
| NPKsp | 2,25 | 34 b | 403 a | 138 b | 1005 a | 1036 b | 708 a |
| NPKlsi | 2,25 | 34 b | 405 a | 143 b | 1225 a | 1083 a | 738 b |
| ZnO | 0,04 | 37 b | 363 a | 124 b | 935 a | 962 b | 653 b |
| BRsem | 0,11 | 31 b | 369 a | 132 b | 905 a | 1011 b | 702 b |
| BRfol | 0,27 | 39 a | 420 a | 151 a | 1198 a | 1143 a | 793 a |
| ZnSO ₄ fol | 0,80 | 38 a | 433 a | 159 a | 1098 a | 1163 a | 824 a |
| QZnfol | 0,06 | 34 b | 375 a | 137 b | 959 a | 1018 b | 682 b |
| Znitro | 0,08 | 38 a | 411 a | 152 a | 1114 a | 1116 a | 778 a |
| PhytZn | 0,40 | 34 b | 354 a | 125 b | 1008 a | 914 b | 670 b |
| PhytK | 0,00 | 35 b | 408 a | 141 b | 1036 a | 1041 b | 724 b |
| BIOZ | 0,02 | 40 a | 440 a | 160 a | 1194 a | 1193 a | 838 a |
| AGfol | 0,00 | 34 b | 379 a | 137 b | 984 a | 1024 b | 720 b |
| CNut | 2,81 | 30 b | 331 a | 118 b | 858 a | 867 b | 590 b |
| Média | | 35 | 394 | 140 | 1043 | 1049 | 730 |
| CV(%) | | 12,19 | 13,76 | 12,24 | 23,30 | 12,03 | 11,86 |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Adubação de base de 450 kg ha⁻¹ para todos os tratamentos. TABS: testemunha absoluta; ACORR: adubação corretiva com uso de sulfato de zinco a lanço e sem incorporação; ANPKsp: ACORR e zinco no sulco de plantio no formulado NPK (2-20-20 + 0,5% de Zn); NPKsp: zinco no formulado NPK no sulco de plantio; NPKlsi: zinco no formulado NPK a lanço e sem incorporação; ZnO: zinco no tratamento de sementes com o uso de óxido de zinco; BRsem: zinco no tratamento de sementes utilizando o produto Broadacre Zn-Moli; BRfol: zinco aplicado via foliar em V5; ZnSO₄fol: sulfato de zinco via foliar em V5 e R1; QZnfol: quelato de zinco (Tradecorp Zn-EDTA), via foliar em V5; Znitro (zinco e nitrogênio orgânico), via foliar em V5; PhytZn: fosfito de zinco (Phytogard Zn), via foliar em V5 e R1; PhytK: fosfito de potássio (Phytogard K), via foliar em V5 e R1; BIOZ: Byozime TF, via foliar em R1; AGfol: apenas água, via foliar em V5 e R1; CNut: coquetel de nutrientes (tratamentos 4, 7, 13 e 14).

Nesse contexto, houve resposta quanto à eficiência de uso de zinco na absorção de ferro, manganês e zinco (Tabela 3), o que indica a melhor eficiência nutricional através da adição de zinco, mesmo em condições adequadas de suprimento do micronutriente.

A partir dos resultados da Tabela 3, os tratamentos que obtiveram os maiores índices possuem a melhor eficiência de uso. Além do ferro e manganês, o zinco teve mudança quanto a aplicação dos tratamentos, porém foi o único que teve redução da eficiência de alguns produtos em relação a testemunha. Os tratamentos com menores eficiências foram o 2, 4, 6, 7 11, 12 e o 16. Isso indica que a forma de aplicação não é um fator decisivo na eficiência de uso, pois tanto a aplicação via solo quanto a foliar apresentaram resultados semelhantes, o que isso indica que a fonte de zinco é a principal característica na avaliação. Fontes mais solúveis tendem a ter resultados melhores, por causa do melhor aproveitamento do insumo. Fageria (2001) encontrou diferenças quanto a utilização de zinco por genótipos de arroz (*Oriza sativa* L.). No primeiro caso, o autor não encontrou diferença de produtividade de grãos com a adição de 0 e 10 mg kg⁻¹ de zinco, devido a concentração do nutriente no solo ser classificada como adequada (1,2 mg kg⁻¹ de solo - Mehlich 1). Mas quando se utilizou da equação de eficiência de zinco (índice de eficiência para a colheita de grãos: rendimento de grãos no

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

nível baixo de zinco / média de rendimento experimental com alto nível de zinco), houve diferença entre os genótipos avaliados. Mesmo assim, há trabalhos que mostram que o uso de zinco tem uma maior eficiência quando utilizado via foliar (RESENDE et al., 2005). Os dados encontrados são semelhantes aos encontrados para os tratamentos 8 (Broadacre), 9 (ZnSO₄), 10 (ZnEDTA) e 14 (Byozime), enquanto para os tratamentos 11 (Znitro), 12 (Phytogard Zn) e 16 (coquetel de zinco) foram semelhantes aos encontrados para a testemunha.

Tabela 3 – Eficiência de uso de micronutrientes em grãos de soja (*Glycine max* L.) em função da aplicação de diferentes fontes e formas de aplicação de zinco (Sete Lagoas, MG).

| Tratamento | Zinco aplicado | Boro | Cobre | Ferro | Manganês | Zinco |
|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| | kg ha ⁻¹ | | | | | |
| TABS | 0,00 | 60 a | 195 a | 33 b | 98 b | 56 a |
| ACORR | 3,00 | 73 a | 168 a | 32 b | 100 b | 46 b |
| ANPKsp | 5,25 | 80 a | 232 a | 44 a | 116 a | 63 a |
| NPKsp | 2,25 | 76 a | 195 a | 34 b | 92 b | 52 b |
| NPKlsi | 2,25 | 71 a | 224 a | 41 a | 105 b | 62 a |
| ZnO | 0,04 | 59 a | 203 a | 33 b | 93 b | 48 b |
| BRsem | 0,11 | 70 a | 197 a | 32 b | 90 b | 48 b |
| BRfol | 0,27 | 83 a | 215 a | 35 b | 125 a | 57 a |
| ZnSO ₄ fol | 0,80 | 74 a | 227 a | 39 a | 114 a | 70 a |
| QZnfol | 0,06 | 69 a | 194 a | 35 b | 108 a | 58 a |
| Znitro | 0,08 | 75 a | 185 a | 41 a | 112 a | 52 b |
| PhytZn | 0,40 | 64 a | 182 a | 35 b | 100 b | 47 b |
| PhytK | 0,00 | 71 a | 212 a | 34 b | 104 b | 57 a |
| BIOZ | 0,02 | 83 a | 214 a | 40 a | 122 a | 59 a |
| AGfol | 0,00 | 72 a | 198 a | 35 b | 103 b | 57 a |
| CNut | 2,81 | 59 a | 194 a | 28 b | 87 b | 44 b |
| Média | | 71 | 202 | 35 | 104 | 54 |
| CV(%) | | 12,01 | 15,01 | 14,62 | 13,18 | 16,37 |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Adubação de base de 450 kg ha⁻¹ para todos os tratamentos. TABS: testemunha absoluta; ACORR: adubação corretiva com uso de sulfato de zinco a lanço e sem incorporação; ANPKsp: ACORR e zinco no sulco de plantio no formulado NPK (2-20-20 + 0,5% de Zn); NPKsp: zinco no formulado NPK no sulco de plantio; NPKlsi: zinco no formulado NPK a lanço e sem incorporação; ZnO: zinco no tratamento de sementes com o uso de óxido de zinco; BRsem: zinco no tratamento de sementes utilizando o produto Broadacre Zn-Moli; BRfol: zinco aplicado via foliar em V5; ZnSO₄fol: sulfato de zinco via foliar em V5 e R1; QZnfol: quelato de zinco (Tradecorp Zn-EDTA), via foliar em V5; Znitro (zinco e nitrogênio orgânico), via foliar em V5; PhytZn: fosfito de zinco (Phytogard Zn), via foliar em V5 e R1; PhytK: fosfito de potássio (Phytogard K), via foliar em V5 e R1; BIOZ: Byozime TF, via foliar em R1; AGfol: apenas água, via foliar em V5 e R1; CNut: coquetel de nutrientes (tratamentos 4, 7, 13 e 14).

CONCLUSÃO

De maneira geral, os nutrientes apresentaram índices de eficiência de uso semelhantes entre os tratamentos.

Os tratamentos que foram os que conseguiram maior eficiência de uso foram o: adubação corretiva + adubação com zinco no sulco de plantio, Broadacre foliar, sulfato de zinco foliar, Znitro e Byozime.

A eficiência de uso de nutrientes é dependente de fontes e formas de aplicação de zinco.

A aplicação de zinco pode ser uma estratégia de elevar a eficiência de uso de alguns nutrientes.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- ABREU, C. A.; RAIJ, B. van. Efeito da reação do solo no zinco extraído pelas soluções de DTPA e Mehlich 1. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 357-363, abr./jul. 1996.
- ABREU, C. A.; LOPES, A. L.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 2007. p.645-736.
- 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, mar. 2000.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por bases em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 416-424, set./dez. 2001.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.
- FERNANDES, A. R.; PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; MIRANDA, J. R. P. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e de zinco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 599-608, jul./ago., 2007.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de Análise de Variância**. Lavras – MG: UFLA. 2000.
- FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. Acidez do Solo. In: _____ **Fertilidade do Solo**. Lavras, UFLA/FAEPE, 2001. p. 60-75.
- GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2002. p.185-226.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RODRIGUES JÚNIOR, J.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. G. Resposta da alface tipo americana a doses e épocas de aplicação de zinco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.18, n.2, p.66-72, abr./jun. 2005.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: bases para a distinção de ambientes**. 4ed., Viçosa: Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra - NEPUT, 2002, 338p.
- SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.4, n.3, p.289-302, set./dez. 1981.
- WELCH, R. M. Micronutrient nutrition of plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Colchester, v. 14, n. 1, p. 48-87, jan./fev. 1995.