

AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DE NUTRIENTES NA APLICAÇÃO DE ZINCO EM SEMENTES DE ARROZ

EVALUATION OF THE INTERACTION OF NUTRIENTS IN THE ZINC APPLICATION IN SEEDS OF THE RICE

Henrique Antunes de SOUZA¹; Danilo Eduardo ROZANE²; Renato de Mello PRADO³; Liliane Maria ROMUALDO⁴

1. Engenheiro Agrônomo, MSc. Doutorando em Produção Vegetal, Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

henrique.antunes@yahoo.com.br; 2. Engenheiro Agrônomo, Dr. Pós-Doutorando, Departamento de Solos e Adubos – FCAV – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Solos e Adubos – FCAV- UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 4. Zootecnista, MSc. Doutoranda em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo – USP, Pirassununga, SP, Brasil

RESUMO: O uso eficiente de fertilizantes contendo micronutrientes depende, também, das interações que ocorrem entre nutrientes. Objetivou-se estudar a interação do zinco com os demais nutrientes em função de doses e fontes de Zn via semente na cultura do arroz. O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, na FCAV/Unesp, campus Jaboticabal-SP. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram cinco doses: 0; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 g de Zn por kg de semente; e duas fontes de zinco; sulfato de zinco (22% de Zn) e óxido de zinco (50% de Zn). A unidade experimental foi uma bandeja de polietileno translúcido, preenchida com 5 L de areia grossa lavada, onde foram semeadas 50 sementes de arroz (var. Caiapó). Aos 30 dias após a semeadura, efetuou-se o corte das plantas, separando-as em parte aérea e raízes. A partir dos resultados da matéria seca e teor de nutrientes da parte aérea e raiz do arroz, calculou-se o acúmulo dos nutrientes nos respectivos órgãos das plantas. Houve efeito das interações de maneira diferencial entre raiz e parte aérea do arroz, com relação às doses e fontes.

PALAVRAS-CHAVE: *Oriza sativa*. Nutrientes. Acúmulo.

INTRODUÇÃO

O Zn é um dos micronutrientes em que frequentemente sintomas de deficiência são observados nas culturas cultivadas em solos das regiões tropicais. A concentração adequada para o arroz varia de acordo com o extrator utilizado, segundo Fageria (2000) utilizando o Mehlich 1 a concentração ideal de zinco no solo é 61mg/kg, já utilizando o DTPA o valor seria 35 mg/kg; ainda segundo o mesmo autor para o teor na planta o valor ideal de zinco seria de 67 mg/kg.

O zinco é o micronutriente mais comumente aplicado na semeadura das culturas de arroz de terras altas, sendo pouco transportado para grãos (SOARES, 2001). O tratamento de sementes com fertilizantes, método mais utilizado para a aplicação de molibdênio, pode também ser eficiente principalmente para zinco e cobre (LOPES; GUILHERME, 2000).

O uso eficiente de fertilizantes contendo micronutrientes depende, também, das interações que ocorrem com os demais nutrientes. Tais interações podem ocorrer no solo ou na planta e podem afetar um adequado suprimento de

micronutrientes para as plantas (LOPES; GUILHERME, 2000).

Segundo Malavolta (2004) a interação entre P e Zn na planta promove inibição não competitiva da absorção de zinco. Rosolem (2004) cita que em muitos casos a absorção ou utilização do micronutriente é aumentada como para o Cu, Mn e Zn na presença do K. Para Teixeira et al. (2003) a interação Zn e Mn são benéficas para ambos os nutrientes, porém para os demais (macro e micronutrientes) promoveu decréscimos, principalmente para P.

Objetivou-se estudar a interação do zinco com os demais nutrientes em função da aplicação de diferentes doses e fontes de Zn via semente na cultura do arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, na FCAV/Unesp, campus Jaboticabal-SP. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos foram cinco doses: 0; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 g de Zn por kg de semente; e

duas fontes de zinco; sulfato de zinco (22% de Zn) e óxido de zinco (50% de Zn).

A unidade experimental foi uma bandeja de polietileno translúcido, preenchida com 5 L de areia grossa lavada, onde foram semeadas 50 sementes de arroz 'Caiapó'.

Para a aplicação do zinco nas sementes, utilizou-se a técnica de umedecimento estabelecida por Volkweiss (1991), a partir da dissolução das respectivas fontes em um recipiente com quantidade mínima de água, adicionando-se as sementes. E em seguida, efetuou-se a semeadura do arroz nas bandejas com areia lavada. Considerou-se que a dose de Zn foi integralmente aplicada às unidades experimentais (bandejas). Durante o período experimental todos os tratamentos foram fertirrigados com solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950), omitindo-se o zinco.

Aos 30 dias após a semeadura, efetuou-se o corte das plantas, separando-as em parte aérea e raízes. O material vegetal foi lavado em água destilada, seco em estufa com circulação de ar à temperatura de 65 a 70°C, até peso constante. As plantas, após secas, foram pesadas e moídas, a fim de realizar as determinações dos teores de nutrientes no tecido vegetal (BATAGLIA et al., 1983).

A partir dos resultados da matéria seca e teor de nutrientes da parte aérea e raízes do arroz, calculou-se o acúmulo dos nutrientes nos respectivos órgãos das plantas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e para comparação das médias das fontes foi utilizando o teste F e para doses a regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parte aérea

Observou-se interação com o Zn, para acúmulo na parte aérea dos nutrientes: K, B, Fe e Mn (Tabela 1). De forma isolada para doses verifica-se efeitos nos seguintes nutrientes: N, P, Mg, e S; e para fontes de maneira isolada para o Ca (Tabela 1).

Para N verifica-se que o emprego de zinco promoveu um ajuste quadrático no acúmulo da parte aérea do arroz (Tabela 1). Segundo Ferreira et al. (2001) a interação entre N x Zn promove efeitos positivos no acúmulo de ambos os nutrientes.

Já para a variável P observa-se um efeito linear crescente com o emprego das doses de zinco para o acúmulo (Tabela 1). Segundo Fernandes et al. (2007) estudando doses de zinco e fósforo no crescimento e absorção em mudas de feijó

concluíram que a adubação com zinco promoveu diminuição no teor de fósforo das mudas, de forma que pode-se afirmar que houve um efeito antagônico, ou efeito de diluição. Malavolta et al. (1997) relataram que o P insolubiliza o Zn no xilema diminuindo o transporte para a parte aérea. Segundo Malavolta et al. (1997) o excesso de Zn faz diminuir a absorção de P.

Para acúmulo de K, houve interação doses x fontes, sendo que para o sulfato houve comportamento quadrático, e para óxido de zinco linear (Tabelas 3 e 4 respectivamente). Segundo Natale et al. (2002) trabalhando com sulfato de zinco em mudas de goiabeira também observaram comportamento semelhante para potássio em função das doses de zinco, porém para Fernandes et al. (2007) a aplicação de zinco promoveu efeito negativo para K, em mudas de feijó.

Para cálcio observou-se efeito de fontes, sendo que a forma de sulfato promoveu maior acúmulo do que a fonte de óxido de zinco (Tabela 1). Fernandes et al. (2007) observaram efeito positivo (Ca x Zn) para a aplicação de doses de zinco em mudas de feijó.

Houve efeito quadrático de doses de Zn para o Mg (Tabela 1); Natale et al. (2002) observaram que na parte aérea de mudas de goiabeira que o magnésio teve comportamento quadrático em função das doses de sulfato de zinco. Moreira et al. (2003) verificaram interação negativa para Zn quando na presença de Mg, trabalhando com duas cultivares de arroz.

O enxofre comportou-se semelhante ao Mg, sendo o melhor modelo o quadrático (Tabela 1). Tal efeito também foi encontrado para mudas de goiabeira por Natale et al. (2002). Para Fernandes et al. (2007) o S não foi influenciado pelas doses de zinco, que trabalhou com doses de sulfato de zinco em mudas de feijó, o que evidencia que a interação entre nutrientes varia de acordo com a cultura em questão.

Segundo Coutinho et al. (2007) a eficiência de zinco varia com a tecnologia empregada na cultura sendo as cultivares de média e alta tecnologia é exigente em zinco do que cultivares de baixa tecnologia.

Segundo Coutinho et al. (2001) a aplicação de zinco promove incrementos na matéria seca, teores de zinco na parte aérea, zinco acumulado na parte aérea e teores dos micronutrientes na parte aérea (Tabela 2).

Tabela 1. Acúmulo de macro e micronutrientes (B, Cu, Fé e Mn) na parte aérea das plantas de arroz (cv. caiapó) em função de doses e fontes de zinco, aplicados junto às sementes.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn
	----- mg por planta -----					----- µg por planta -----				
Doses (D) g.kg ⁻¹										
0	12,84 ^b	3,19 ^c	16,23 ^c	4,04	3,15 ^{ab}	1,87 ^d	61,82 ^a	8,24 ^b	123,83 ^c	62,98 ^d
1	14,93 ^{ab}	3,71 ^b	19,44 ^b	3,75	2,97 ^b	2,65 ^{bc}	27,87 ^b	10,64 ^{ab}	173,64 ^{ab}	112,84 ^c
2	14,33 ^{ab}	3,64 ^b	20,19 ^b	3,71	3,10 ^{ab}	2,46 ^c	18,82 ^c	9,91 ^b	196,30 ^a	140,92 ^b
4	15,17 ^a	3,76 ^{ab}	21,14 ^b	4,47	3,36 ^a	3,22 ^a	26,76 ^b	13,17 ^a	158,29 ^b	165,75 ^a
8	14,29 ^{ab}	4,17 ^a	26,63 ^a	3,99	3,09 ^{ab}	3,13 ^{ab}	26,94 ^b	13,14 ^a	189,84 ^{ab}	153,66 ^{ab}
Teste F	3,20 [*]	12,43 ^{**}	27,43 ^{**}	2,06 ^{ns}	2,60 [*]	19,07 ^{**}	130,63 ^{**}	11,77 ^{**}	14,61 ^{**}	78,45 ^{**}
Linear	NS	**			NS	**				
Quadrática	**	NS			**	**				
Fontes (F)										
Sulfato	14,02	3,63	19,69 ^b	4,29 ^a	3,07	2,71	33,30	9,96 ^b	187,28 ^a	125,72
Óxido	14,61	3,76	22,38 ^a	3,69 ^b	3,20	2,62	31,58	12,09 ^a	149,48 ^b	128,74
Teste F	1,71 ^{ns}	2,47 ^{ns}	26,36 ^{**}	10,18 ^{**}	2,99 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,71 ^{ns}	14,67 ^{**}	31,12 ^{**}	0,54 ^{ns}
Interação										
D x F	0,59 ^{ns}	0,87 ^{ns}	4,78 ^{**}	2,33 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,83 ^{ns}	7,42 ^{**}	8,89 ^{**}	23,69 ^{**}	21,00 ^{**}
CV (%)	8,7	6,5	8,5	13,0	6,9	11,5	11,1	13,8	11,0	8,9

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, e não significativo, respectivamente.

Tabela 2. Acúmulo de macro e micronutrientes (B, Cu, Fé e Mn) na raiz das plantas de arroz (cv. caiapó) em função de doses e fontes de zinco, aplicados junto às sementes

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn
	----- mg por planta -----					----- µg por planta -----				
Doses (D)										
g.kg ⁻¹										
0	13,32 ^{cd}	1,71 ^{bc}	9,85 ^b	1,84 ^c	1,65 ^b	2,93 ^d	66,93 ^b	54,72 ^b	2182,58 ^d	39,59 ^d
1	17,46 ^b	2,12 ^b	13,05 ^b	2,07 ^c	1,86 ^b	4,48 ^{bc}	54,76 ^{bc}	65,42 ^b	5849,96 ^c	94,55 ^{bc}
2	23,85 ^a	2,99 ^a	21,00 ^a	5,02 ^a	2,94 ^a	7,06 ^a	146,78 ^a	149,32 ^a	12547,66 ^a	145,18 ^a
4	15,63 ^{bc}	2,05 ^b	12,22 ^b	3,16 ^b	2,04 ^b	4,95 ^b	55,09 ^{bc}	123,01 ^a	10166,82 ^b	106,68 ^b
8	11,19 ^d	1,50 ^c	13,61 ^b	2,34 ^{bc}	1,47 ^b	3,50 ^{cd}	35,31 ^c	122,85 ^a	7069,52 ^c	79,14 ^c
Teste F	24,74 ^{**}	19,85 ^{**}	21,73 ^{**}	29,03 ^{**}	16,45 ^{**}	23,09 ^{**}	80,32 ^{**}	19,03 ^{**}	60,76 ^{**}	36,96 ^{**}
Linear					NS	NS				
Quadrática					*	*				
Fontes (F)										
Sulfato	17,45 ^a	2,30 ^a	15,53 ^a	2,09 ^b	2,13 ^a	5,01 ^a	61,94 ^b	62,43 ^b	8983,12 ^a	100,79 ^a
Óxido	15,13 ^b	1,85 ^b	12,24 ^b	3,68 ^a	1,86 ^b	4,16 ^b	81,61 ^a	143,70 ^a	6143,49 ^b	85,26 ^b
Teste F	7,14 [*]	15,88 ^{**}	7,58 [*]	54,35 ^{**}	4,47 [*]	8,14 ^{**}	20,60 ^{**}	94,03 ^{**}	38,42 ^{**}	7,48 [*]
Interação										
D x F	4,24 [*]	3,30 [*]	7,40 ^{**}	13,82 ^{**}	1,50 ^{ns}	2,33 ^{ns}	47,94 ^{**}	14,48 ^{**}	60,32 ^{**}	6,39 ^{**}
CV (%)	14,6	15,1	15,8	20,4	17,3	17,7	16,5	20,0	16,6	16,7

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, e não significativo, respectivamente.

Para boro verifica-se resposta quadrática para a aplicação de sulfato e óxido de zinco em função das doses (Tabela 3 e 4). Segundo Moreira et al. (2003) há um benefício entre ambos os

micronutrientes. Para Cu, o Zn aplicado na forma de sulfato de zinco, respondeu de forma quadrático, enquanto para óxido de zinco há um comportamento linear.

Tabela 3. Equações de regressão para acúmulo de macro e micronutrientes (B, Cu, Fé e Mn) na parte aérea e raiz das plantas de arroz (cv. caiapó) em função de doses de zinco (sulfato de zinco), aplicados junto às sementes.

Nutrientes	Parte aérea			Raiz		
	Equação	R ²	F	Equação	R ²	F
N	---	---	---	$y = 14,877 + 4,1206x - 0,57554x^2$	0,81**	38,37
P mg por planta	---	---	---	$y = 1,849 + 0,6056x - 0,08019x^2$	0,81**	47,00
K	$y = 14,255 - 0,6616x + 0,10687x^2$	0,96*	7,62	$y = 11,236 + 4,3677x - 0,54628x^2$	0,44**	32,01
Ca	---	---	---	$y = 1,978 + 0,43769x - 0,07045x^2$	0,81**	49,36
Mg	---	---	---	---	---	---
S	---	---	---	---	---	---
B	$y = 51,540 - 13,5314x + 1,31504x^2$	0,71**	92,76	$y = 62,176 + 7,3448x - 1,31025x^2$	0,82**	14,85
Cu	$y = 8,788 + 1,1910x - 0,14155x^2$	0,37*	6,88	$y = 53,296 + 14,0331x - 1,93898x^2$	0,85**	45,08
Fe	$y = 144,298 + 46,9338x - 5,75398x^2$	0,67**	61,25	$y = 857,089 + 7360,9300x - 820,98560x^2$	0,67**	222,07
Mn	$y = 59,130 + 42,98568x - 3,66884x^2$	0,88**	58,25	$y = 46,463 + 51,118x - 5,82489x^2$	0,77**	100,09

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, e não significativo, respectivamente.

Tabela 4. Equações de regressão para acúmulo de macro e micronutrientes (B, Cu, Fé e Mn) na parte aérea e raiz das plantas de arroz (cv. caiapó) em função de doses de zinco (óxido de zinco), aplicados junto às sementes.

Nutrientes	Parte aérea			Raiz		
	Equação	R ²	F	Equação	R ²	F
N	---	---	---	$y = 15,507 + 1,19774x - 0,23362x^2$	0,27*	6,90
P mg por planta	---	---	---	$y = 2,098 - 0,08419x$	0,22*	8,43
K	$y = 13,647 + 0,7000x$	0,90**	85,44	---	---	0,14 ^{ns}
Ca	---	---	---	$y = 1,896 + 1,5607x - 0,17062x^2$	0,39**	34,39
Mg	---	---	---	---	---	---
S	---	---	---	---	---	---
B	$y = 52,053 - 16,8684x + 1,77242x^2$	0,56**	405,80	$y = 79,980 + 18,86026x - 3,23231x^2$	0,20**	32,37
Cu	$y = 8,712 + 1,1249x$	0,95**	100,85	$y = 56,290 + 56,6151x - 4,84916x^2$	0,70**	12,86
Fe	$y = 143,719 - 16,14817x + 3,18843x^2$	0,80**	35,11	---	---	4,87 ^{ns}
Mn	$y = 78,982 + 39,3560x - 4,01794x^2$	0,74**	176,72	$y = 65,478 + 22,3691x - 2,78361x^2$	0,34**	18,11

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, e não significativo, respectivamente.

Raízes

Ainda segundo as Tabelas 3 e 4, observa-se uma curva quadrática para ferro na parte aérea da planta de arroz, tanto para sulfato de zinco e óxido de zinco.

Para manganês verifica-se também efeito quadrático em função das doses de sulfato e óxido de zinco (Tabela 3 e 4 respectivamente). A interação entre manganês e zinco é benéfica segundo Moreira et al. (2003) em trabalho com arroz, para Teixeira et al. (2004) que trabalharam com feijão submetido a doses de zinco e manganês observaram uma correlação positiva entre ambos os nutrientes

Para as variáveis N, Ca, B, Cu e Mn verificam-se nas Tabelas 3 e 4, respectivamente para sulfato e óxido de zinco como melhor modelo de resposta o quadrático. Já para P observa-se na Tabela 3 que para sulfato o melhor modelo foi o quadrático e para óxido o linear (Tabela 4). Para potássio, na fonte de sulfato de zinco o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou (Tabela 3), já para óxido não foi encontrada significância (Tabela 4), tal resultado também foi observado para Fe.

Para magnésio e enxofre, no fator doses observa-se efeito quadrático, e para fontes em ambos os casos a forma de aplicação de sulfato foi superior a óxido (Tabela 2). Segundo Fernandes et al. (2007) o enxofre não foi influenciado nem na parte aérea e nem nas raízes pela adubação zincada em mudas de feijó, para Natale et al. (2002) o comportamento do acúmulo de S foi quadrático para raízes de goiabeira com a aplicação de Zn na forma de sulfato. Segundo Malavolta et al. (1997) Cu, Zn e Mn podem induzir a deficiência de Fe presumivelmente por inibição competitiva.

CONCLUSÕES

Na parte aérea de plantas de arroz observa-se um efeito da interação de Zn com: K, B, Cu, Fe e Mn. Nas raízes o efeito da interação com Zn foi maior em relação à parte aérea, sendo observado para N, P, K, Ca, B, Cu, Fe e Mn.

O sulfato de zinco promoveu maior interação entre os nutrientes do que a forma de óxido de zinco.

ABSTRACT: The efficient fertilizer use contend micronutrient depends, also, of the interactions that occur with some nutrients. The objective was to study the interaction of zinc with the excessively nutrient ones in function of the application of different doses and sources of Zn saw seed in the culture of the rice. The experiment was carried through in conditions of vegetation house, in the FCAV/Unesp. The used experimental delineation was entirely casualized, with three repetitions. The treatments had been five doses: 0; 1,0; 2,0; 4,0 and 8,0 g of Zn for kg of seed; e two zinc sources; sulphate of zinc (22% of Zn) and zinc oxide (50% of Zn). The experimental unit was a translucent polyethylene tray, filled with 5 washed thick sand, where 50 seeds of rice had been sown (to var. Caiapó). To the 30 days after the sowing, effected the cut of the plants, separating them in aerial part and roots. From the results of the dry substance and text of nutrients of the aerial part and root of the rice, the accumulation of the nutrients in the respective agencies of the plants was calculated. Becoming fulfilled it variance analysis and the when necessary unfoldings. It had effect of the interactions in distinguishing way between root and aerial part of rice, with regard to the doses and sources.

KEYWORDS: *Oriza sativa*. Nutrients. Accumulation.

REFERÊNCIAS

CORREA, F. L. O. et al. Acúmulo de nutrientes de aceroleira adubadas com fósforo e zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 765-769, 2002.

COUTINHO, E. L. M. et al. Crescimento diferencial e eficiência de uso em zinco de cultivares de milho submetidos a doses de zinco de Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 227-234, 2007.

COUTINHO, E. L. M. et al. Resposta do milho doce à adubação com zinco. **Revista Ecosistemas**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 2, p. 181-186, 2001.

FAGUERIA, 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, 2001.

- FERNANDES, A. R. et al. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de feijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e zinco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 599-608, 2007.
- FERREIRA, A. C. B. et al. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.
- LOPES, A. S. ; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos**. São Paulo: ANDA, 2000. 72 p. (Boletim Técnico, 4).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 35-80.
- MOREIRA, A. et al. Influências do magnésio, boro, manganês na absorção de zinco por raízes destacadas de duas cultivares de arroz. **Semina**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 213-218, 2003.
- NATALE, W. et al. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 770-773, 2002.
- ROSOLEM, C. A. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 239-256.
- SOARES, A. A. **Cultura do arroz**. Lavras: UFLA, 2001. 114 p.
- TEIXEIRA, I. R. et al. Nutrição mineral do feijoeiro em função de doses de manganês e zinco. **Semina**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 235-242, 2004.
- TEIXEIRA, I. R. et al. Manganese and zinc leaf application on common bean grow on a “cerrado” soil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 77-81, 2004.