

MODOS DE APLICAÇÃO DE ZINCO NA NUTRIÇÃO E NO CRESCIMENTO INICIAL DA CULTURA DO ARROZ

ZINC FORMS OF APPLICATION IN THE NUTRITION AND THE INITIAL GROWTH OF THE CULTURE OF THE RICE

**Marcus André Ribeiro CORREIA¹; Renato de Mello PRADO²;
Leonardo Santos COLLIER³; Danilo Eduardo ROSANE⁴; Liliane Maria ROMUALDO⁵**

1. Mestrando, Ciência do Solo, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - FCAV, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil, marcusribeiro@uft.edu.br; 2. Professor Assistente, Doutor, Departamento de Solos e Adubos, FCAV- UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Professor, Doutor, Universidade Federal do Tocantins - UFT, Gurupi, TO, Brasil; 4. Mestranda, Produção Vegetal, FCAV- UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 5. Doutorando Produção Vegetal, FCAV- UNESP.

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a resposta do arroz a modos de aplicação do zinco (Zn) sobre a nutrição e o crescimento de plantas cultivadas em condições de vaso. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (Zn foliar, Zn incorporado, Zn localizado, Zn via semente e testemunha), em quatro repetições durante dois cultivos sucessivos, com 42 dias de duração cada.. Utilizaram-se vasos de plástico de sete dm⁻³, preenchido com Latossolo Vermelho distroférrico (Zn = 0,3 mg dm⁻³ em DTPA). A aplicação de Zn via solo em ambos cultivos do arroz incrementou o seu teor no solo, destacando-se a forma localizada. No primeiro cultivo, a aplicação de Zn via foliar promoveu maior absorção do nutriente pelas plantas de arroz, enquanto no segundo cultivo destacou-se a aplicação foliar seguida da aplicação via solo incorporado. A maior produção de matéria seca ocorreu com aplicação de Zn via foliar no primeiro cultivo e via solo (incorporado e localizado) no segundo cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Micronutriente, *Oryza sativa* L., Fontes e modos de aplicação.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) destaca-se por sua importância na alimentação da população. A maior parte da área cultivada com arroz no Brasil é no sistema de terras altas, concentrado na região dos cerrados. Nesta região o rendimento médio do arroz é considerado baixo, ou seja, 2 Mg ha⁻¹ limitado, entre outros fatores, pela baixa fertilidade natural do solo (LSPA, 2007)

Neste contexto, a calagem e adubação são práticas fundamentais para produção do arroz no cerrado. Assim, para os sistemas de alta produção os micronutrientes, especialmente o zinco é importante para a cultura do arroz, conforme relatos da literatura (GALRÃO et al., 1978).

Os bons resultados alcançados com a cultura do arroz à aplicação de Zn tem sido em função da alta exigência nutricional da cultura (FAGERIA, 2000) e a baixa disponibilidade do nutriente nos solos de vegetação de cerrado (KORNDÖRFER et al. 1987; BARBOSA FILHO et al. 1992). Esta baixa disponibilidade se deve a práticas agrícolas inadequadas, como aplicação de alta dose de calcário (BARBOSA FILHO et al., 1982; FAGERIA; ZIMMERMANN, 1979) ou sua incorporação na camada superficial do solo, contribuindo para elevação do valor do pH do solo e redução da disponibilidade deste micronutriente no solo.

Para maximizar este efeito do Zn na produção do arroz, o modo de aplicação é fundamental para garantir maior absorção do nutriente pela planta. Pode-se destacar os seguintes métodos de aplicação de zinco: no solo (localizado ou incorporado), nas folhas ou nas sementes. Neste sentido, Ritchey et al. (1986) trabalhando com a cultura do milho, observaram que aplicações de zinco no solo incorporado proporcionou efeito residual importante. Entretanto, o modo de aplicação do Zn no solo de forma incorporada poderá favorecer a adsorção aos colóides do solo acarretando em perdas, ou seja, da quantidade aplicada têm-se menor quantidade recuperada pelo extrator que seria o teor do nutriente disponível. Essa taxa de recuperação do Zn aplicado no solo, pode variar de 31% (BARMAN et al., 1998) à 47% (NATALE et al., 2002), dependendo do tipo de solo, do manejo e da cultura. Galvão (1994) observou que a aplicação de Zn a lanço e incorporado ao solo (a lanço) teve efeito superior no primeiro cultivo do milho; no segundo cultivo as aplicações tanto no solo, como nas folhas ou sementes proporcionaram os mesmos efeitos na produção da cultura. No arroz, existem trabalhos em condições de vasos, com Zn incorporado no solo, mostrando efeito significativo na produção de matéria seca (FAGERIA, 2000; MORAIS, 2004).

Outro método de fornecimento de Zn para as plantas, amplamente utilizado na agricultura,

consiste da aplicação foliar, devido às folhas ter a capacidade de absorver nutrientes (DECHEN; NEVES 1988). Entretanto, geralmente, as doses de Zn aplicadas são pequenas e o nutriente apresenta baixa mobilidade no floema das plantas (MALAVOLTA, 1980), permanecendo nas folhas que receberam a solução, não permitindo a nutrição adequada das folhas mais novas que emergirem após a pulverização. No entanto, existem indicações que as aplicações foliares de Zn têm mostrado eficiência para rendimentos de grãos na cultura de milho (GALRÃO, 1994), e ausência de efeitos na cultura do arroz (MARCHEZAN et al, 2001).

Recentemente, surgiu outro modo de aplicação de Zn, que seria via sementes, com vantagem de possibilitar maior distribuição do fertilizante na área e garantir a nutrição das plantas na fase inicial de crescimento, onde o sistema radicular pouco desenvolvido limita a aquisição do nutriente do solo. No entanto, o tratamento de sementes com Zn tem risco de poder causar prejuízo às plântulas, pois há pequena amplitude de variação entre a dose adequada e a tóxica.

Diante deste contexto, as informações sobre o modo mais adequado da aplicação do Zn na nutrição do arroz, ainda é incipiente na literatura, especialmente, estudos completos com os diferentes modos de aplicação, via solo, seja incorporado ou localizado, semente e foliar.

Frente ao exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a resposta do arroz a modos de aplicação de Zn sobre a nutrição e crescimento de plantas de arroz cultivado, em condições de vaso.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Solos e Adubos da FCAV/Unesp – Câmpus de Jaboticabal, utilizando-se a cultura do arroz cv. Caiapó.

O solo utilizado foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, cujo apresentava pH (CaCl₂) inicial = 4,2 e V= 10% ao qual foi previamente corrigida com calcário calcinado (PRNT= 131%) e deixado em incubação durante um período de 30 dias para elevar saturação por bases a 60%. Após incubação, a amostra de solo foi analisada quimicamente apresentando os seguintes resultados: pH (CaCl₂) = 5,3; M.O. = 17 g dm⁻³; P (resina) = 4 mg dm⁻³; K⁺ = 0,6 mmol_c dm⁻³; Ca⁺² = 23 mmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 4 mmol_c dm⁻³; (H+Al) = 22 mmol_c dm⁻³; SB = 27,6 mmol_c dm⁻³; T = 49,6 mmol_c dm⁻³; V = 56% e o Zn = 0,3 mg dm⁻³ (em DTPA), considerado teor baixo, segundo Raij et al. (1997).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, conforme indicado na (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos avaliados no experimento com modos de aplicação de Zn na cultura do arroz.

Tratamentos	Dose recomendada	Dose por cultivo	
		1º	2º
Zn via foliar ⁽¹⁾	Solução 0,6%	Solução 0,6%	Solução 0,6%
Zn via solo incorporado ⁽²⁾	4 mg dm ⁻³ Zn	4 mg dm ⁻³ Zn	-----
Zn via solo localizado ⁽³⁾	2,4 mg dm ⁻³ Zn	1,2 mg dm ⁻³ Zn	1,2 mg dm ⁻³ Zn
Zn via semente ⁽⁴⁾	3,1g Zn/kg Semente	3,1g Zn/kg semente	3,1g Zn/kg semente
Testemunha ⁽⁵⁾	0	0	0

⁽¹⁾Solução de 0,6% de sulfato de Zn, a ser aplicada via foliar duas vezes, com intervalos de 14 dias, iniciando-se na segunda semana após a emergência (GALRÃO, 2004). ⁽²⁾Dose estabelecida como padrão por Fageria (2000) para cultura do arroz em condições de casa de vegetação. ⁽³⁾Para estabelecimento da dose a ser aplicada localizada no sulco de plantio, adotou-se a relação de 1/3 da dose aplicada na forma incorporada no volume total do solo para o respectivo tratamento (GALRÃO, 2004). ⁽⁴⁾Na semente foi utilizada a dose de 3,1g de Zn/ kg de semente. ⁽⁵⁾Tratamento que corresponde à testemunha, dose zero de Zn.

O experimento foi conduzido durante dois cultivos sucessivos, por 42 dias cada, utilizando o mesmo solo sem revolvimento devido o modo de aplicação incorporado receber a adubação apenas no primeiro cultivo. Os tratamentos com aplicação de zinco no solo foram incorporados pela mistura do fertilizante com toda massa de solo (Zn via solo incorporado); a 5 cm abaixo e ao lado das sementes (Zn via solo localizado); para o tratamento foliar procedeu duas aplicações foliares com intervalos de 14 dias iniciando-se na segunda semana após a

emergência da cultura conforme metodologia indicada por Galvão (2004), neste tratamento isolou-se o solo contido no vaso com material impermeável para que não houvesse contato da solução de Zn aplicada com o solo em questão; no tratamento com aplicação via semente diluiu o fertilizante em 20 ml de uma solução com água adocicada (para maior fixação).

Utilizou-se como fonte de Zn, o sulfato para aplicação via solo e foliar e nas sementes o óxido de zinco conforme indicado por Galvão (2004). O

ensaio era constituído por vaso plástico com capacidade de sete dm^3 ao qual foram preenchidos com Latossolo Vermelho distroférico.

Em seguida, procedeu-se à sementeira do arroz utilizando 15 sementes por vaso. Após a emergência foi realizado desbaste deixando quatro plantas de arroz por vaso conforme indicado por Fageria (2000).

Foi realizada a adubação básica para o arroz, baseada em Fageria (2000), com aplicação de 80 mg de N dm^{-3} (uréia), 200 mg de P dm^{-3} (superfosfato simples) e 180 mg de K dm^{-3} dividida em duas aplicações, 36 mg dm^{-3} de K no plantio e 144 mg dm^{-3} de K após 15 dias da emergência da cultura na forma de (cloreto de potássio). Além desses nutrientes, foram acrescidos os micronutrientes B (0,5 mg dm^{-3}), Cu (1,5 mg dm^{-3}), Mn (3,0 mg dm^{-3}), e Fe (5,0 mg dm^{-3}), na forma de ácido bórico, sulfato de cobre, sulfato de manganês e sulfato de ferro, respectivamente, conforme indicação de Malavolta (1980) para ensaios em vaso. Os vasos foram irrigados continuamente durante a condução do experimento, tomando-se como base à umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, pelo método das pesagens. No momento da irrigação os vasos eram movimentados aleatoriamente percorrendo todo espaço destinado para o experimento, de forma que todos vasos recebesse as mesmas condições de luminosidade e temperatura.

Aos 42 dias após a emergência, foram avaliadas as variáveis de crescimento: número de perfilhos e altura das plantas em ambos cultivos. Após essas determinações, foram colhidas à parte aérea das plantas, medindo a área foliar, com auxílio de um aparelho integrador de áreas portátil (LI-Cor modelo LI-3100). Posteriormente as amostras foram

lavadas com solução de ácido clorídrico (0,01M) e água destilada, e posteriormente secas em estufa a 65° C por 72 horas para a determinação da matéria seca. No tecido vegetal, avaliou-se o teor de Zn, segundo método descrito por Bataglia et al. (1983). As amostragens de solo foram realizadas após o primeiro e o segundo cultivo, na camada de (0-7,5 cm) de profundidade a partir de quatro pontos de amostragem por vaso. Após amostragem, realizou determinações analíticas do zinco do solo, segundo método descrito por Raij et al. (2001). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software Estat como programa estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na (Tabela 2) indicam que a aplicação de zinco de forma localizada proporcionou maior aumento dos teores de Zn no solo em ambos cultivos, tanto após o primeiro como após o segundo cultivo. Observa-se que estes teores são considerados alto, segundo Raij et al. (1997) ($>1,2 \text{ mg dm}^{-3}$), entretanto é considerado abaixo do considerado tóxico a cultura do arroz (60 mg dm^{-3}) (FAGERIA, 2000).

A aplicação localizada de Zn no solo proporcionou alto teor do nutriente no solo, provavelmente devido ao menor contato do fertilizante com o volume total do solo reduzindo os mecanismos de retenção do solo, contribuindo para o aumento do zinco disponível na solução, ao contrario do tratamento via solo incorporado, pois contribuiu com o aumento da área de contato nutriente-solo com reflexos nos processos de adsorção do nutriente em formas pouco disponíveis.

Tabela 2. Teores de Zn disponível em EDTA no solo após colheita do arroz, em função dos tratamentos, na camada de 0-7,5 cm de profundidade em condições de casa- de- vegetação

Tratamentos	-----Zinco disponível em (EDTA)-----	
	1º cultivo	2º cultivo
Zinco via foliar	0,2 c	0,3b
Zinco via solo incorporado	1,0 b	0,8b
Zinco via solo localizado	2,6 a	5,2a
Zinco via semente	0,4 bc	0,5b
Testemunha	0,2 c	0,3b
Teste F	53,2**	308,5**
DMS	0,6	0,5
C.V. (%)	31,4	17,4

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Este fenômeno de adsorção do Zn incorporado ao solo é amplamente relatado na literatura (BARMAN et al., 1998; NATALE et al., 2002). O teor de Zn no solo no tratamento via solo incorporado, mesmo com adsorção, aumentou a faixa de interpretação de baixo para médio segundo Raij et al. (1997) (0,6 -1,2 mg dm⁻³), entretanto, deve ser ressaltado que os dados citados da literatura é para cultivo em condições de campo. Os tratamentos com aplicação de Zn via foliar e na semente não diferiram da testemunha no teor do nutriente no solo em ambos cultivos (Tabela 2). Estes resultados já eram esperados, pois no tratamento foliar não ocorreu o contato da calda

pulverizada com o solo, já no tratamento das sementes, os níveis de Zn depositados sobre as mesmas em contato com o solo eram relativamente pequenos. Melo et al. (1992) encontrou a mesma tendência do tratamento de sementes com Zn no efeito residual deste nutriente no solo para cultura do feijão.

Os resultados relacionados ao valor F da análise de variância demonstrou que somente para variável altura das plantas não ocorreu efeito da interação entre os modos de aplicação de zinco com os cultivos, (Tabela 3). Portanto não justifica a apresentação dos resultados referente a este parâmetro avaliado.

Tabela 3. Valor F dos resultados de análise de variância referente à altura, área foliar, número de perfilhos, matéria seca da parte aérea, teor e acúmulo de zinco da parte aérea, em função dos diferentes modos de aplicação de zinco, em dois cultivos de plantas de arroz cv. Caiapó.

Causas de Variação	Altura (cm)	Área Foliar (cm ²)	Número de perfilhos	Matéria seca parte aérea (g / planta)	Teor Zn (mg dm ⁻³)	Acúmulo Zn (mg / planta)
Modos de aplicação (M)	1,18 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,18 ^{ns}	739,16 ^{**}	751,14 ^{**}
Cultivos (C)	80,29 ^{**}	22,52 ^{**}	77,11 ^{**}	0,38 ^{ns}	536,53 ^{**}	544,97 ^{**}
M x C	2,08 ^{ns}	6,24 ^{**}	4,13 [*]	4,73 ^{**}	477,45 ^{**}	448,73 ^{**}
C.V. (%)	4,6	9,5	10,3	12,4	13,6	13,6

^{ns}, ^{*}, ^{**}, ^{***} significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os tratamentos com aplicação de zinco não influenciaram na altura das plantas comparado com a testemunha, entretanto, incrementou a área foliar e

o número de perfilho, e isso refletiu na produção de matéria seca da parte aérea do segundo cultivo (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento da interação entre modos de aplicação e cultivos no crescimento e na produção de matéria seca da parte aérea de plantas de arroz.

Tratamentos	Área Foliar (cm ²)		Número de Perfilho		Matéria seca parte aérea (g / planta)	
	1 ^o cultivo	2 ^o cultivo	1 ^o cultivo	2 ^o cultivo	1 ^o cultivo	2 ^o cultivo
Zinco via foliar	168,18	122,78bc	3,25	2,12 ab	0,79a	0,64bc
Zinco via solo incorporado	140,15	150,16a	3,00	2,43 ab	0,63ab	0,83a
Zinco via solo localizado	157,45	137,50ab	3,12	2,62 a	0,74ab	0,75ab
Zinco via semente	173,81	139,11ab	3,41	2,00 ab	0,76ab	0,67abc
Testemunha	134,69	103,03c	3,18	1,62 b	0,61b	0,55c
Teste F	3,19 ^{ns}	9,34 ^{**}	0,96 ^{ns}	4,07 [*]	3,81 [*]	5,94 ^{**}
DMS	41,81	26,01	0,53	0,84	0,18	0,19
C.V. (%)	12,4	9,1	7,7	17,9	11,9	12,8

^{ns}, ^{*}, ^{**}, ^{***} significativo a 5% e a 1% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A resposta das variáveis de crescimento do arroz à aplicação de Zn ocorreu pelo fato do baixo teor inicial de Zn no solo (< 0,5 mg dm⁻³), onde o fornecimento do nutriente, a exemplo da aplicação via solo, atingiu teor próximo do adequado (0,75 a 5,2 mg dm⁻³) no segundo cultivo (Tabela 2), concordando com Fageria (2000) encontrando

teores de Zn adequados no solo variando de (0,5 a 5 mg dm⁻³). Observa-se que a aplicação de Zn via foliar proporcionou maior produção de matéria seca no primeiro cultivo. Entretanto no segundo cultivo o tratamento que obteve maior produção de matéria seca foi à aplicação de zinco no solo incorporado. Enquanto, Marchezan et al. (2001) observaram em

aplicações de zinco na cultura do arroz em área irrigada, via foliar não influenciou a produção de grãos. Fageria (2000) observou acréscimo de 36% de matéria seca quando aplicou 10 kg Zn kg⁻¹ de solo na cultura do arroz em comparação com a testemunha (Tabela 4).

A resposta positiva do arroz a aplicação de zinco é amplamente relatada na literatura em trabalhos de campo (BARBOSA FILHO et al., 1982; SCHÖFFEL; LÚCIO 2002). Os tratamentos com aplicação de Zn proporcionaram aumento da área foliar para o segundo cultivo em comparação com a testemunha (Tabela 4).

Este efeito positivo do zinco no crescimento do arroz ocorre devido sua função nas plantas, pois a ausência de Zn nos tecidos foliares proporcionam uma redução de atividade da enzima RNase que hidrolisa o RNA, causando a diminuição da síntese protéica, atuando na multiplicação celular,

proporcionando menor número e tamanho de células e reduzindo o comprimento de internódios (MALAVOLTA et al., 1986).

A aplicação de zinco foliar proporcionou maior teor de zinco na parte aérea das plantas, diferenciando dos demais tratamentos, em ambos cultivos. A aplicação do Zn via solo incorporado superou a testemunha no teor deste nutriente no segundo cultivo, entretanto menor que a aplicação de zinco foliar. Quanto ao acúmulo do nutriente, os tratamentos diferenciaram significativamente da testemunha, com exceção do tratamento localizado e na semente em ambos cultivos. O tratamento do Zn incorporado não diferenciou do localizado e na semente, no primeiro cultivo, entretanto, foi superior a testemunha e inferior à aplicação foliar. No segundo cultivo, o tratamento Zn incorporado foi inferior apenas do tratamento foliar, porém superior aos demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito dos modos de aplicação de zinco no teor e no acúmulo do nutriente na parte aérea de plantas de arroz durante dois cultivos.

Tratamentos	Teor Zn	Acúmulo Zn	Teor Zn	Acúmulo Zn
	mg kg ⁻¹	(mg por planta)	mg kg ⁻¹	(mg por planta)
	1 ^o cultivo		2 ^o cultivo	
Zinco via foliar	460a	0,36 ^a	91,0a	0,050a
Zinco via solo incorporado	56,2b	0,030b	46,0b	0,030b
Zinco via solo localizado	39,5b	0,020bc	25,7c	0,010c
Zinco via semente	21,0b	0,010bc	16,7c	0,010c
Testemunha	16,5b	0,009c	16,7c	0,009c
Teste F	378,0**	778,3**	90,63**	50,22**
DMS	43,0	0,02	14,4	0,01
C.V. (%)	16,6	12,1	16,8	21,8

**significativo ao nível de 1% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Schöffel e Lúcio (2002) encontraram resposta de cultivares de arroz para a produção de massa seca, em função do acúmulo de Zn na parte aérea das plantas proporcionado pela aplicação de Zn via solo.

Os maiores acúmulos de zinco na parte aérea das plantas foram obtidos no tratamento em que este nutriente foi aplicado via foliar, ao qual refletiu maior produção de matéria seca para o primeiro cultivo (Tabela 5). O alto teor de Zn obtido com a aplicação foliar no primeiro cultivo pode ter recebido contribuição de resíduo do Zn fertilizante, embora tenha sido feita a lavagem das folhas. Este problema de contaminação das amostras submetidas à pulverização foliar foi ressaltado por Peryea (2005). Embora, a aplicação foliar de Zn tenha atingido alto teor de Zn no primeiro cultivo (460 mg

kg⁻¹) e no segundo cultivo (91 mg kg⁻¹), acima do teor adequado (67 mg kg⁻¹) (FAGERIA, 2000), não foi suficiente para promover sintomas de toxicidade, provavelmente por estar abaixo da faixa considerada tóxico (673 mg kg⁻¹) para o arroz (FAGERIA, 2000).

CONCLUSÕES

Os modos de aplicação de Zn via solo incorporado e ou localizado mostrou-se adequado para o crescimento inicial da cultura do arroz.

No primeiro cultivo, a aplicação de Zn via foliar promoveu maior absorção do nutriente pelas plantas de arroz, enquanto no segundo cultivo destacou-se a aplicação foliar e em seguida a aplicação via solo incorporado.

ABSTRACT: The present research had the objective to evaluate rice response to zinc application forms on the nutrition, growth and dry matter production, in vase conditions. The experiment was carried out in a completely randomized design, with five treatments (leaf Zn, incorporated Zn, located Zn, Zn saw seed and witness – whitout zinc), in four repetitions during two cycles of cultivation with 42 days of duration each. Plastic vase of 7L, were filled with Red Distrofic Latosol (Zn = 0.3 mg dm⁻³ in DTPA). The application of Zn saw soil in both culture of the rice improved its level in the soil, being distinguished it from located form. In the first cycle, the application of Zn saw leaf promoted greater absorption of the nutrient for the rice plants, while in the second cycle leaf application was followed by the saw soil incorporated. The biggest dry matter production occurred with application of leaf saw in the first cycle and saw soil (incorporated and located) in the second rice cultivation.

KEYWORDS: Micronutrient. *Oryza sativa* L., Sources and levels of fertilization.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; CARVALHO, J. R. P. Fontes de Zn e modo de aplicação sobre a produção de arroz em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1713-1719, 1982.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F.; BARBOSA, A. M. Interações entre calagem e Zn na absorção de nutrientes e produção de arroz de sequeiro em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 16, p. 355-360, 1992.

BARMAN, K. K.; GANESHAMURTHY, A. N.; TAKKAR, P. N. Zinc requirement of soybean (*Glycine max*) – wheat (*Triticum aestivum*) cropping sequence in some swell-shrink soils. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 68, n. 12, p. 759-761, 1998.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Método de análises química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

DECHEN, A. R.; NEVES, C. S. V. J. Aplicação foliar de nutrientes em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 9, n. 1, p. 65-88, 1988.

LSPA – Levantamento Sistemático da Produção agrícola Junho 2007. Disponível no site: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>.

FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de Zn 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.

FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Interação entre fósforo, Zn e calcário em arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 3, p. 88-92, 1979.

KORNDÖRFER, G. H.; EIMORI, I. E.; TELLECHEA, M. C. R. Efeito de técnicas de adição do Zn a fertilizantes granulados na produção de matéria seca do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 11, p. 329-332, 1987.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**: Embrapa Cerrados, 2004. Cap. 8, p. 185-226.

GALRÃO, E. Z. Métodos de correção da deficiência de Zn para o cultivo do milho num Latossolo Vermelho-Escuro, argiloso, sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 229-233, 1994.

GALRÃO, E. Z.; SUHET, A. R.; SOUSA, D. M. G. Efeito de micronutrientes no rendimento e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p. 129-132, 1978.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1980.251p.

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA A. B., MALAVOLTA E., ROCHA M., YAMADA T. (eds), Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, Piracicaba, p. 165-275, 1986.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O. S.; ALIVA, L. A.; SILVA, R. P. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 941-945, 2001.

MELO, E. F. Q. R.; JÚNIOR, P. R.; PREVEDELLO, P. R.; KOEHLER, H. S. Avaliação dos teores de Zn no solo e em feijoeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 373-380, 1992.

MORAES, M. F.de.; SANTOS, M. G.; BERMUDEZ-ZAMBRANO, O. D.; MALAVOLTA, M.; RAPOSO, R. W. C.; CABRALI, C. P.; MALAVOLTA, E. Resposta do arroz em casa de vegetação a fontes de micronutrientes de diferentes granulométrica e solubilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 611-614, 2004.

NATALE, W., PRADO, R. M., CORREA, M. C. M. et al. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de Zn. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 770-773, 2002.

PERYEA, F. J. Sample washing procedures influence mineral element concentrations in zinc-sprayed apple leaves. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 36, p. 2923-2931, 2005.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Eds.) **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

RAIJ, B.VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: Instituto Agronômico, p. 8-13, 1997. (Boletim técnico, 100).

RITCHEY, K. D.; COX, F. R.; GALRÃO, E. Z.; YOST, R. Disponibilidade de zinco para as culturas do milho, sorgo e soja em latossolo vermelho-escuro argiloso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 215-225, 1986.

SCHÖFFEL, E. R.; LÚCIO, A. D. C. Comportamento de variedades de arroz sob diferentes doses de zinco aplicadas no solo. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 8, n. 1, p. 27-31, 2002.