

Modos de aplicação de boro e de zinco em dois cultivares de arroz de terras altas

Marcela Prada Campos ENGLER¹; Salatiér BUZETTI²; Flávia Carvalho SILVA¹;
Orivaldo ARF³; Marco Eustáquio De SÁ³

¹ Engenheira Agrônoma, doutoranda pela ESALQ/USP

² Autor para correspondência - Professor Doutor do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos – FEIS/UNESP.
– Av. Brasil, 58, CEP – 15385-000, Ilha Solteira-SP, sbuzetti@agr.feis.unesp.br

³ Professor Doutor do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia – FEIS, UNESP.

Resumo

O boro (B) e o zinco (Zn) são os micronutrientes que mais limitam a produtividade das culturas. O presente estudo foi conduzido em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, utilizando as cultivares Carajás e Canastra, em 10 combinações de B e/ou Zn (3 modos de aplicação: no sulco de semeadura, em área total, e em pulverização foliar, além de uma testemunha, a qual não recebeu B ou Zn. As doses de B e Zn foram respectivamente de 1,0 e 4,0 kg ha⁻¹. As pulverizações foliares com B, com Zn e com B+Zn foram realizadas em 4 parcelamentos, utilizando-se da mesma quantidade da aplicação no solo. Os tratamentos influenciaram nas concentrações de B e de Zn no solo; houve lixiviação de B ao longo do perfil (0 a 0,30 m), e o Zn permaneceu na camada superficial (0 a 0,10 m); a concentração de B na planta foi aumentada quando se aplicou apenas o B, e em área total, para o zinco os tratamentos que receberam pulverização foliar ou a aplicação em área total foram superiores à testemunha; os componentes de produção e a produtividade não foram influenciados pelos tratamentos; a cultivar Carajás foi mais produtiva que a Canastra.

Palavras-chave adicionais: arroz irrigado; cerrado; aplicação foliar; micronutrientes.

Abstract

ENGLER, M. P. C.; BUZETTI, S.; SILVA, F. C.; ARF, O., SÁ M. E. de. Ways of applying boron and zinc to two upland rice cultivars *Científica*, Jaboticabal, v.34, n.2, p. 129-135, 2006.

The present study was undertaken with the objective of determining the effects of B and Zn on the yield of two upland rice cultivars : Carajás and Canastra. The soil was of the dystrophic type with a loamy texture. B and Zn were applied either as the total dose deposited in the sowing furrow, the total dose spread over the entire area or by foliar pulverization. The B and Zn doses were, respectively, of 1.0 and 4.0 kg ha⁻¹. The foliar application of the same dose was divided four times. B and Zn concentration in the soil was influenced by the treatments. B was found to leach along the soil profile (0 – 30 cm) whereas Zn remained in the surface (0 - 10 cm) layer. B concentration in the plant increased when only B was broadcasted over the entire area. Zinc applied either as foliar pulverization or broadcasted over the entire area gave better results than the check treatment. The production and productivity components were not affected by the treatments. The cultivar Carajás was more productive than the Canastra.

Additional keywords: irrigated rice; savannah; leaf spray; micronutrient.

Introdução

A cultura do arroz é uma das principais do nosso País, tanto em área plantada como em volume produzido. Suas tantas opções de utilização, como consumo de grãos, produção de farelo para animais, dentre outros, torna-a estratégica, tendo-se em vista que é um dos alimentos básicos do País. O consumo per capita vai além de 70 kg ano⁻¹ e o consumo absoluto, segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), é superior a 11,5 milhões de toneladas. Esses números colocam o Brasil entre os

seis maiores consumidores do grão.

O B e o Zn são os dois micronutrientes que mais se têm constatado deficiência em nosso meio (MALAVOLTA, 1980). Em solos de cerrado, o B pode ser problema devido ao baixo teor de matéria orgânica destes solos, aos constantes veranicos (influenciando na mineralização da matéria orgânica) e às possíveis lixiviações, entretanto há poucos relatos de sua influência na cultura em condições brasileiras. Para outras culturas, neste tipo de solo, foi verificado efeito do elemento por SÁ et al. (1992) na cultura do trigo e ZANINI & BUZETTI (1986) na cultura do sorgo, mediante o uso de B + Zn,

embora não se tenha verificado o efeito isolado de B. No que se refere ao Zn, além da pobreza natural dos solos, há a adsorção pelos hidróxidos de Fe e de Al, além do problema de diminuição na disponibilidade com o aumento de pH, pois a calagem, com a finalidade de melhorar o aproveitamento de alguns nutrientes, principalmente o fósforo, pode acarretar problemas de deficiência de outros, tais como Cu, Fe, Mn e Zn. Vários são os relatos demonstrando deficiência do elemento pela cultura, tais como os de VALADARES et al. (1971), em solos de cerrado, os quais verificaram que o tratamento que recebeu calcário produziu menos que aquele que recebeu Zn e sem calagem. GALRÃO & MESQUITA FILHO (1981) verificaram efeito nos tratamentos que receberam Zn, e onde este não foi aplicado os teores no solo e na planta estiveram bem abaixo dos níveis críticos considerados. COUTINHO et al. (1992), estudando doses de Zn: 0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8 e 6,0 mg dm⁻³, na cultura do arroz, conduzida sob condições de casa de vegetação, verificaram que 90% da produção relativa estava associada a 0,98 mg dm⁻³ de Zn no solo, extraído com DTPA e, na planta com 30 mg dm⁻³. BARBOSA FILHO et al. (1990), com o cultivo de arroz de sequeiro, testaram diferentes níveis de Zn (0; 1; 2; 6 e 18 mg kg⁻¹) e Cu (0; 1,5 e 4,5 mg kg⁻¹), verificando que a adição de zinco aumentou significativamente a produtividade de grãos de arroz.

ASSUIT & DARIO (1990) testaram os efeitos do B, Cu e Zn na cultura do arroz irrigado, conduzido no Vale do Sapucaí - MG. As doses de B usadas foram 0,0 e 3,0 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o bórax; as de Cu foram 0,0 e 5,0 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o sulfato de cobre, e as de Zn foram 0,0 e 10,0 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o sulfato de zinco. Não constataram diferenças significativas entre os tratamentos, avaliando o desenvolvimento vegetativo das plantas, produção, rendimento de engenho e qualidade de sementes. BARBOSA FILHO & MALAVOLTA (1994) estudaram a resposta do arroz à aplicação de B, na presença e na ausência de calcário. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando o Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, e o B nos níveis de 0; 1; 4; 8; 16 e 32 mg kg⁻¹ de solo. Verificaram que o calcário reduziu significativamente o rendimento dos grãos e a quantidade acumulada de N, P, Cu e Zn na colheita, houve aumento significativo na absorção total de Mg e não houve nenhum efeito sobre a absorção de Ca. O rendimento do arroz, em função das aplicações de boro, foi diferente na presença e na ausência de calcário, caracterizando a interação B-calcário. Quando não se aplicou calcário, ocorreu aumento no rendimento de grãos, enquanto, na presença de calcário, ocorreu redução do rendimento. No maior nível de B testado, houve brusca redução da produtividade, em razão da toxicidade do elemento, que foi mais acentuada na ausência de calcário.

BUZETTI et al. (1984), trabalhando com 3 fontes de zinco (óxido, cloreto e sulfato), verificaram aumento na produtividade de grãos com a inclusão de Zn, no programa de adubação, independentemente da fonte utilizada. Outros pesquisadores também verificaram respostas da cultura à aplicação do elemento (FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979; BARBOSA FILHO et al., 1982).

O presente trabalho teve por objetivo estudar modos de aplicação de boro e zinco, separados ou misturados, no sulco de semeadura, em área total ou em pulverização foliar, em duas cultivares de arroz, irrigadas por aspersão, cultivadas em um solo originalmente recoberto por vegetação de cerrado.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no município de Selvíria-MS, cujas coordenadas geográficas são: 51° 22' de longitude oeste e 20° 22' de latitude sul e altitude de 335 metros. O solo do local é um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa (Acrustox), segundo Demattê (1980), reclassificado como Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulinitico, férrico, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999). A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5 °C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual). As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, apresentando os seguintes valores: 5,3 de pH em CaCl₂; 21,0 g dm⁻³ de matéria orgânica; 17 g dm⁻³ de P (resina); 2,1; 30,0; 14,0; 28,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente de K, Ca, Mg, H + Al e 62% de saturação por bases (V%), e teores médios para B e Zn, 0,40 mg kg⁻¹ de B (água quente) e de 0,70 mg kg⁻¹ de Zn (DTPA), de acordo com o descrito por RAIJ et al. (1997).

As cultivares utilizadas foram a Carajás e a Canastra, típicas de sequeiro, mas com potencialidades para produção de grãos, em condições de irrigação por aspersão. Os tratamentos foram constituídos de uma testemunha, sem aplicação de B e de Zn, e 3 modos de aplicação de B e Zn (aplicados separadamente ou misturados no sulco de semeadura, na área total antes da semeadura, ou em pulverizações), perfazendo, assim, 10 tratamentos, para cada cultivar. A adubação de semeadura constou da aplicação de 10 kg ha⁻¹, 70 kg ha⁻¹ e 70 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e uma cobertura com 50 kg ha⁻¹ de N no início do perfilhamento. As pulverizações com B e Zn foram realizadas aos 20 dias, 30 dias, 40 dias e 50 dias após a emergência das plantas, parcelando a mesma dose aplicada ao solo (1,0 kg ha⁻¹ de B como H₃BO₃ e 4,0 kg ha⁻¹ de Zn como ZnSO₄.7H₂O). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em um

esquema fatorial entre tratamentos e cultivares (10 tratamentos x 2 cultivares), com 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 7 linhas espaçadas de 0,5 m por 5,0 m de comprimento, tendo como bordadura as 2 linhas externas e 0,5 m de cada extremidade das linhas. Semearam-se 120 sementes viáveis por metro quadrado em 14-12-1998. Aração e gradagem, assim como aplicação de herbicida e tratos culturais foram semelhantes em todos os tratamentos.

Foram realizadas as seguintes avaliações: massa seca da parte aérea, amostrando as plantas contidas em 0,5 m de sulco dentro da área útil de cada parcela, na época da coleta de material para avaliação do estado nutricional; concentração de B e de Zn nas folhas, avaliada no florescimento da cultura, com amostragem realizada de acordo com a metodologia descrita por RAIJ et al. (1997) e a análise conforme MALAVOLTA et al. (1997); concentração de B (GUPTA, 1979) e de Zn (LINDSAY & NORVELL, 1978) no solo, nas camadas de 0 a 0,10 m; 0,10 a 0,20 m, e 0,20 a 0,30 m, amostrando 10 pontos por parcela, concomitante à amostragem foliar; número de panículas por metro, coletando-se aleatoriamente as panículas contidas em 1,0 m de sulco no interior da área útil da parcela; tamanho de panículas, medindo-se 10 panículas da área útil, utilizando-se de régua; massa de 1.000 sementes, determinada por coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 1.000 sementes de cada parcela (13% base úmida); produtividade de grãos (kg ha^{-1}), colhendo-se, manualmente, as panículas de duas linhas da área útil da parcela, seguida de trilhagem manual. Os grãos obtidos foram pesados, e os dados, transformados em kg ha^{-1} (13% base úmida).

Resultados e discussão

O efeito para cultivares, blocos e tratamentos foi significativo, no que se refere ao elemento B (Tabela 1). A maior média, com relação às cultivares, foi da Carajás, demonstrando assim que esta cultivar extraiu menos B que a Canastra. Quanto às médias nas profundidades, elas variaram de $0,64 \text{ mg dm}^{-3}$ a $0,70 \text{ mg dm}^{-3}$. A boa distribuição do B ao longo das profundidades amostradas mostra a facilidade de lixiviação do elemento no solo. Na Tabela 2, constam as médias das concentrações de B, no solo, dentro dos diferentes tratamentos. A recuperação de B foi maior nos tratamentos em que o elemento foi aplicado no sulco ou em área total, não diferindo dos tratamentos que receberam o elemento via foliar, mas diferindo da testemunha. Para a concentração de Zn no solo (Tabela 1), houve efeito de tratamentos e de profundidades, onde na camada de 0 a 0,10 m se encontrou mais Zn do que na de 0,10 a 0,20 m e, nesta, mais do

que na camada de 0,20 a 0,30 m de profundidade. Isto era esperado, já que o Zn tem baixa mobilidade no solo, permanecendo no local de aplicação.

Os tratamentos que receberam Zn no sulco foram superiores estatisticamente a todos os outros tratamentos (Tabela 2), exceto aos que receberam Zn em área total. No que se refere aos tratamentos que receberam Zn via foliar, os teores recuperados foram menores porque nesta aplicação, parte do elemento espalhou-se pela superfície da planta e parte atingiu o solo, principalmente fora da região do sulco de semeadura, onde o solo foi amostrado.

Verifica-se que, para o B (Tabela 3), houve efeito para blocos e tratamentos. As cultivares não diferiram entre si, assim como não houve efeito da interação cultivar versus tratamentos. Pelas médias dos tratamentos (Tabela 4), verificam-se teores de B na massa seca variando de $8,6 \text{ mg kg}^{-1}$ a $14,7 \text{ mg kg}^{-1}$, valores estes adequados, considerando o citado na literatura: 4 mg kg^{-1} a 25 mg kg^{-1} , conforme RAIJ et al. (1997). O tratamento que recebeu B em pulverização foliar foi superior estatisticamente à testemunha e aos tratamentos que receberam apenas Zn. Para zinco na planta, houve efeito significativo para cultivares e tratamentos, e não para a interação. A cultivar Canastra apresentou maior média que a Carajás (Tabela 3). Os tratamentos com aplicação de zinco em pulverização ou em área total mostraram-se superiores em relação ao tratamento-testemunha (Tabela 4). Os tratamentos que receberam a aplicação no sulco não diferiram dos outros tratamentos. O fato de o tratamento com aplicação de zinco em pulverização foliar ou em área total ter sido superior à testemunha, demonstra a eficiência da aplicação de zinco nestes modos, preferível, portanto, em relação à aplicação localizada no sulco de semeadura a qual não diferiu da testemunha; entretanto, foi semelhante aos outros modos de aplicação. As concentrações de Zn na massa seca da planta, variando de $11,1 \text{ mg kg}^{-1}$ a $17,5 \text{ mg kg}^{-1}$, estão dentro do limite adequado, segundo RAIJ et al. (1997).

Verifica-se que, para a massa seca da parte aérea (Tabela 5), não houve efeito significativo para qualquer fonte de variação testada. Também ASSUIT & DARIO (1990) não verificaram efeito de B e Zn no teor de massa seca, o que indica que as plantas continham concentração suficiente de B e de Zn. Para o número de panículas por metro de linha e massa de 1.000 grãos, observou-se efeito apenas para cultivares, onde a cultivar Carajás apresentou maiores médias, quando comparada à cultivar Canastra, caracterizando, assim, a cultivar Carajás com maior perfilhamento e grãos mais densos. Para tamanho de panículas, não se verificou efeito das fontes de variação. Já para produtividade de grãos verificou-se efeito apenas para cultivares, apresentando a cultivar Carajás maiores médias em relação à Canastra.

O não-efeito de tratamentos indica que o solo forneceu quantidades suficientes à cultura, no que se refere a esta avaliação, mesmo com as concentrações de B (0,38 mg dm⁻³) e de Zn (0,30 mg dm⁻³) no solo, amostrado no estágio de perfilhamento pleno da cultura, o estado nutricional para estes elementos esteve dentro da faixa adequada, com valores de concentração na massa seca de 8,6 mg kg⁻¹ e 11,1 mg kg⁻¹ de B e Zn, respectivamente. BARBOSA FILHO et al. (1990) verificaram efeito na produtividade de grãos com a aplicação de Zn, provavelmente devido às diferentes condições, já que, naquele caso, o experimento foi conduzido em casa de vegetação e da cultivar utilizada foi a Guarani. Também BUZETTI et al. (1984), trabalhando com três fontes de Zn (óxido, cloreto

e sulfato), verificaram aumento na produtividade com a inclusão de Zn no programa de adubação, independentemente da fonte utilizada. A não-resposta da cultura ao B justifica-se pelo médio teor do elemento no solo. Já para o Zn, havia possibilidade de resposta da cultura à aplicação, uma vez que, no solo, o teor do elemento se encontrava baixo, segundo RAIJ et al. (1997). Isto indica que o estudo local é fundamental, principalmente quando se têm teores baixos ou mesmo dentro de uma faixa tida como média (0,6 mg dm⁻³ a 1,2 mg dm⁻³- extrator DTPA) do elemento no solo. As diferenças de extração e aproveitamento do elemento pelas cultivares, assim como clima, manejo e produtividade, são também fatores diferenciais dentro deste contexto.

Tabela 1 - Quadrados médios referentes a fontes de variação testadas, coeficientes de variação e médias de boro e de zinco no solo (mg kg⁻¹).

Table 1 – Variance analysis and comparisons of the experimental data concerning B and Zn concentration in the soil.

Fontes de variação / Sources of variation	Quadrado médio / Mean square	
	B ¹	Zn ¹
Cultivares (C) / Cultivars	0,2019 **	0,0109
Blocos / Blocks	0,1003 **	0,0261
Tratamentos (T) / Treatments	0,0819 **	0,0676 **
Profundidades (P) / Depths	0,0076	0,4072 **
C x T	0,0137	0,0054
C x P	0,0055	0,0226
T x P	0,0101	0,0175
C x T x P	0,0073	0,0072
Resíduo / Residue	0,0106	0,0205
C.V. (%)	9,52	15,43
Cultivares / Cultivars	Concentração no solo (mg kg ⁻¹) ² / Concentration in the soil	
Carajás	0,77 a	0,34 a
Canastra	0,59 b	0,38 a
Profundidades / Depths	Concentração no solo (mg kg ⁻¹) ² / Concentration in the soil	
0 – 0,10 m	0,70	0,55 a
0,10 – 0,20 m	0,68	0,36 b
0,20 – 0,30 m	0,64	0,18 c

¹ Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ² Letras diferentes, na mesma coluna, dentro de cada fator (cultivar ou profundidade) indicam diferença estatística a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

¹ Data transformed in $\sqrt{x+0,5}$; ** Significant at 1% of probability level according to F test; ² Means in the same column, followed by the same letter, are not significantly different at 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 2 - Concentração de B e de Zn no solo, na camada de 0-0,30 m, referente à cultivar Carajás.

Table 2 – B and Zn concentrations in the soil at the 0–0.30 m layer as a result of different ways of fertilizer application referring to Carajás cultivar.

Tratamentos / Treatments		Concentração no solo (mg kg ⁻¹) / Concentration in the soil	
B	Zn	B ¹	Zn ¹
-	-	0,38d	0,30b
Sulco / Furrow	-	0,77ab	0,26b
	Sulco / Furrow	0,47cd	0,63a
Sulco / Furrow	Sulco / Furrow	0,88a	0,54a
Pulverização / Pulverization	-	0,63abcd	0,24b
-	Pulverização / Pulverization	0,62abcd	0,28b
Pulverização / Pulverization	Pulverização / Pulverization	0,65abcd	0,27b
Área total / Total area	-	0,87a	0,22b
-	Área total / Total area	0,56bcd	0,45ab
Área total / Total area	Área total / Total area	0,87a	0,46ab

¹ Letras iguais, na mesma coluna, indicam não-diferença estatística, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

¹ Means in the same column followed by the same small case letter are not significantly different at the 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 3 - Quadrados médios referentes ao boro e zinco na planta, médias comparadas pelo teste de Tukey para cultivar.

Table 3 – Data of the variance analysis and means referring to B and Zn concentrations in the plants.

Fontes de Variação / Sources of variation	Quadrado médio / Mean square	
	B ¹	Zn
Cultivares (C) / Cultivars	0,6480	74,1125 **
Blocos / Blocks	0,6028 *	6,7458
Tratamentos (T) / Treatments	0,7100 **	34,1236 **
C x T	0,2473	8,1680
Resíduo / Residue	0,2129	6,1756
C.V. (%)	13,46	17,27
Cultivares / Cultivars	Concentração na planta (mg kg ⁻¹) ² / Concentration in the plant ²	
Carajás	10,64 a	13,4 b
Canastra	11,87 a	15,3 a

¹ Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; *e ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ² Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

¹ Data transformed in $\sqrt{x+0,5}$; * and ** Significant at 5% and 1% of probability level, respectively, according to F test; ² Means in the same column, followed by the same letter, are not significantly different at 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 4 - Médias e teste de Tukey referentes à concentração de boro e de zinco na planta.

Table 4 - B and Zn concentration in the plants as a result of different ways of fertilizer application

Tratamentos / Treatments		Concentração na planta / Concentration in the plant (mg kg ⁻¹)	
B	Zn	B ¹	Zn ¹
-	-	8,6b	11,1d
Sulco / Furrow	-	11,4ab	11,8cd
-	Sulco / Furrow	9,5b	14,1abcd
Sulco / Furrow	Sulco / Furrow	11,3ab	14,8abcd
Pulverização / Pulverization	-	11,9ab	12,9bcd
-	Pulverização / Pulverization	9,1b	17,5a
Pulverização / Pulverization	Pulverização / Pulverization	13,1ab	16,5ab
Área total / Total area	-	14,7a	13,8abcd
-	Área total / Total area	9,9b	15,6abc
Área total / Total area	Área total / Total area	13,6ab	15,9ab

¹ Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹ Means in the same column, followed by the same letter are not significantly different at 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Tabela 5 - Quadrados médios, coeficientes de variação (CV) e médias referentes à massa seca da parte aérea (MSA), número de panículas por metro (NPM), tamanho de panículas (TP), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (Prod).

Table 5 – Variance analysis and means concerning to the plant aerial part dry mass (MSA), number of panicles per meter (NPM), panicle size (TP), mass of 1000 grains (M1000), and grain yield (Prod).

Fontes de variação / Sources of variation	Quadrado médio ¹ / Mean square ¹				
	MSA (g)	NPM	TP (cm)	M1000 (g)	Prod (kg ha ⁻¹)
Cultivares (C) / Cultivars	782,5006	1185,8000**	2,4499	153,2365 **	18840316,6125**
Blocos / Blocks	182,1389	223,7000	1,6958	3,3534	441850,5458
Tratamentos (T) / Treatments	311,4897	109,5222	2,4643	3,2884	332488,2625
C x T	860,5716	299,5222	2,2428	1,9608	158058,1958
Resíduo / Residue	971,9052	265,7175	2,2677	3,3922	230655,4581
C.V. (%)	20,32	13,68	6,14	7,20	11,60
Cultivares / Cultivars	Médias ² / Means ²				
Carajás	156,56 a	123,00 a	24,33 a	26,97 a	4627 a
Canastra	150,31 a	115,30 b	24,68 a	24,20 b	3656 b

¹ Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ² Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

¹ Data transformed in $\sqrt{x+0,5}$; ** Significant at 1% of probability level according to F test; ² Means in the same column, followed by the same letter, are not significantly different at 5% of probability level according to the Tukey test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Conclusões

Os tratamentos influenciaram nas concentrações de B e de Zn no solo. Houve lixiviação de B ao longo do perfil (0 a 0,30 m) e o Zn permaneceu na camada superficial (0 a 0,10 m).

A concentração de B na planta foi aumentada quando se aplicou apenas o B e em área total, enquanto para o Zn, nas plantas em que este elemento foi aplicado por pulverização foliar ou em área total, a sua foi superior à das plantas que não receberam B e Zn via solo.

Os componentes de produção e a produtividade não foram influenciados nem pela aplicação nem pela forma de aplicação de B e Zn no solo.

A cultivar Carajás foi mais produtiva que a Canastra.

Referências

- ASSUIT, J.; DARIO, G. J. A. Influência do boro, cobre e zinco na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado conduzido no Vale do Sapucaí, Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4, 1990, Goiânia. **Resumos...Goiânia**: EMBRAPA-CNPAP, 1990. p.107 (Documentos, 26).
- BARBOSA FILHO, M. P.; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.3, p.333-338, 1990.
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; CARVALHO, J. R. P. Fontes de zinco e modos de aplicação sobre a produção de arroz em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.12, p.1.713-1.719, 1982.
- BARBOSA FILHO, M. P.; MALAVOLTA, E. Resposta do arroz de sequeiro ao boro na presença e na ausência de calcário. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 5, 1994, Goiânia. **Resumos...Goiânia**: EMBRAPA/CNPAP, 1994. p.109 (Documentos, 49).
- BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. M.; FERNANDES, F. M. Efeito de três fontes e quatro níveis de zinco sobre a cultura de arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) em um Latossolo Vermelho-Escuro. In: RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO, 1, 1984, Ilha Solteira, SP. p. 17.
- COUTINHO, E. L. M.; OTSUBO, A. A.; MARTINS, C. S.; CHILDS, G. F. Resposta do arroz à adubação com zinco. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.67, n.1, p.3-12, 1992.
- DEMATTÊ, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do Câmpus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeografado).
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.
- FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Interação entre fósforo, zinco e calcário em arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.2, p.88-92, 1979.
- GALRÃO, E. Z.; MESQUITA FILHO, M. V. Efeito de micronutrientes na produção e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) e do milho (*Zea mays* L.) em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, n.1, p.72-75, 1981.
- GUPTA, U. C. Some factors affecting the determination of hot-water-soluble boron from podzol soils using azomethine-H. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.59, p.241-247, 1979.
- LINDSAY, W. L.; NORVELL, W. A. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. **Soil Science of American Society**, Madison, v.42, n.1, p.421-428, 1978.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980, 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. 285p.
- SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O.; NUNES, M. E. T.; STRADIOTO, M. F.; MORAIS, H. A. Resposta do trigo à aplicação de boro e zinco. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.1, n.1, p.47-58, 1992.
- VALADARES, L. C.; CARVALHO, Y.; ALMEIDA NETO, J. X. Efeito de micronutrientes e calcário na cultura do arroz em solos de cerrado. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v.1, p.35-45, 1971.
- ZANINI, J. R.; BUZETTI, S. Efeito da aplicação de micronutrientes em dois híbridos de sorgo granífero em solo de cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15, 1984, Maceió. **Anais...** Brasília: EMBRAPA/DDT, 1986. p. 99-101.

Recebido em 5-5-2004

Aceito para publicação em 21-4-2006