

Adubação com boro na cultura do arroz de terras altas em Nova Xavantina-MT

Boron fertilization in highland rice cultivation in Nova Xavantina-MT

Diogo Bezerra Alves¹; Ana Heloisa Maia²; Iassanã Francisco da Silva³; Douglas Ferreira de Souza⁴

¹ Engenheiro agrônomo, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Nova Xavantina.
E-mail: potenciasnd@hotmail.com

² Engenheira agrônoma, Doutora em Agronomia, Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Nova Xavantina.
E-mail: anaheloisamaia@unemat.br

³ Engenheiro agrônomo, Mestre em Agronomia, Fazenda Esquilador, Nova Xavantina-MT.

⁴ Engenheiro agrônomo, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/Nova Xavantina.

Resumo: Os solos de cerrado, em geral, apresentam deficiência de boro para o arroz e para outras culturas. Este estudo tem como objetivo avaliar a influência da adubação com boro na produtividade e no rendimento da cultura do arroz de terras altas em solo de cerrado. O presente trabalho foi realizado em área experimental, no município de Nova Xavantina-MT, safra 2014/15, com a cultivar de arroz BRS Sertaneja. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram as doses de 0; 1; 1,5; 2; 2,5 e 3 kg ha⁻¹ de boro (B), utilizando-se, como fonte, o ácido bórico (H₃BO₃). Houve efeito positivo da aplicação de boro na produtividade e no rendimento do arroz de terras altas. Nas condições do experimento, a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de boro é a ideal para incremento na produtividade e rendimento da cultivar avaliada.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L. Boro. Nutrição de plantas. Solo tropical.

Abstract: In general, the soils of the Brazilian Cerrado are poor in boron, which is harmful for rice and other crops cultivation. This study aims to evaluate the influence of boron fertilization on productivity and yield of upland rice crop in cerrado soil. The present work was carried out in experimental area, in the municipality of Nova Xavantina-MT, crop 2014/15, with rice cultivar BRS Sertaneja. The experiment was conducted in randomized blocks with six treatments and four replicates. The treatment doses were 0, 1, 1.5, 2, 2.5, and 3 kg.ha⁻¹ of boron (B), supplied by boric acid (H₃BO₃). The application of boron had a positive effect on both the productivity and yield of the highland rice. The analysis indicated that the application of 2.5 kg.ha⁻¹ of boron is the optimal dose in terms of the increase in the productivity and yield of the rice cultivar tested.

Keywords: *Oryza sativa* L. boron. Plant nutrition. Tropical soils.

Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais importantes do planeta, ocupando cerca de 10% dos solos agricultáveis no mundo, e apresenta um importante papel na alimentação da população mundial (BARIGOSSI; LANNA; FERREIRA, 2004). Segundo Alonço *et al.* (2005), 90% do arroz é cultivado e consumido no continente asiático, que apresenta um elevado índice populacional, considerando que esse alimento contém grande valor nutricional, com 20% de energia e 15% de proteína.

De acordo com os dados do United States Department of Agriculture – USDA (2017, *apud* CONAB, 2017, p. 18), a produção mundial de arroz base beneficiado ficará em torno de 483,66 milhões de toneladas (safra 2017/18), devido às condições climáticas favoráveis nas principais regiões produtoras do grão.

No Brasil, a safra 2016/17 registrou um aumento na produção de 18,2%, com uma média de 12.317,7 toneladas. Entre as principais regiões produtoras do Brasil, destaca-se a região Sul, onde o Rio Grande do Sul (RS) é o principal estado produtor de arroz brasileiro, aumentando sua produção em 111,21% entre as safras 1990/91 e 2016/17, responsável por mais de 2/3 de toda produção brasileira de arroz. O estado do Mato Grosso já foi grande produtor do grão na região Centro-Oeste, entretanto, a produção de arroz compete fortemente com a soja nessa região, com redução significativa da área plantada nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, inibindo a expansão do seu cultivo nessas áreas em substituição pela soja (CONAB, 2017).

O cultivo do arroz em sistema de terras altas (sequeiro) é predominante na região centro-oeste do país, cujos solos apresentam características de baixa fertilidade, no entanto, o arroz de sequeiro é mais tolerante a solos ácidos, sendo utilizado para abertura de novas áreas, favorecendo o plantio para outras culturas, como soja, feijão e milho (GUIMARÃES *et al.*, 2006).

Os solos de Cerrado são pobres em cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, potássio e zinco, sendo a adubação de grande importância no ganho de produtividades, com um ganho na produção do arroz de até 40%, desde que seja realizada a adubação correta (FAGERIA, 1998). Na cultura do arroz, foi observado que a aplicação de micronutrientes teve um ganho na produtividade, nesse sentido, é necessário verificar as condições do solo e, a partir daí, definir o manejo adequado na cultura (RIBEQUI, 2005).

Entre os micronutrientes, o boro é absorvido na faixa de pH 4,0 a 8,0 como H_3BO_3 e $H_2BO_3^-$ exigido em pouca quantidade pela planta e não deve ser aplicado em grandes quantidades, em que o excesso pode levar a baixa produção a deficiência de boro é observada nas folhas, a partir dos sintomas característicos como branqueamento e dobra das pontas de folhas emergentes (FAGERIA, 1998). Os solos de cerrado apresentam, em geral, deficiência de boro para o arroz e outras culturas (ENGLER *et al.*, 2006). Esse micronutriente atua nas plantas como transportador de carboidratos, na formação das raízes e das paredes celulares, desde que seja assimilado em quantidade adequada (CORRÊA *et al.*, 2006).

Nesse contexto, embora o boro seja exigido em menores quantidades, a falta ou o excesso do mesmo ocasiona diversos danos, refletindo diretamente na produtividade,

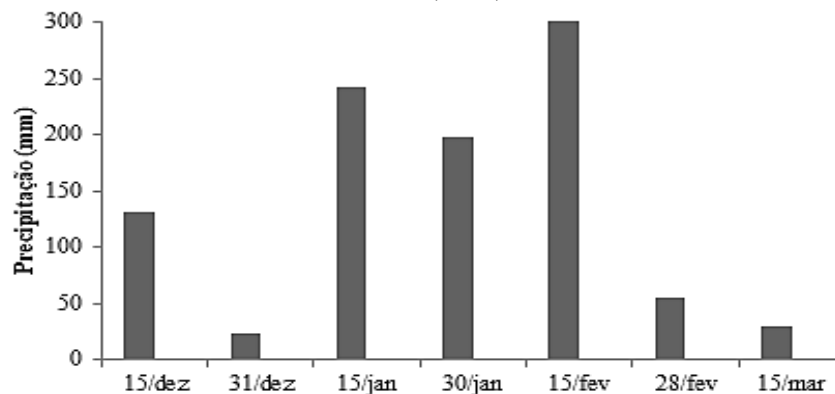
sendo necessários maiores estudos relacionados à adubação com boro na cultura do arroz, definindo a dose exata que proporcione maiores rendimentos, sem perdas na produtividade. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a influência da adubação com boro na produtividade e no rendimento da cultura do arroz de terras altas em solo de cerrado.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em área experimental localizada no município de Nova Xavantina-MT, sob as seguintes coordenadas: latitude 14°23'36,54''S e longitude 52°21'34,74''W, com uma altitude de 295 m. O clima da região é AW, de acordo com a classificação de Köppen, com seis meses de seca, sendo os maiores déficits hídricos nos meses de agosto e setembro, em função da precipitação escassa e da baixa umidade relativa do ar (MARIMON; VARELLA; MARIMON-JUNIOR, 1998).

Os dados pluviométricos de Nova Xavantina, no período de realização do experimento, encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Distribuição pluviométrica (mm) durante a condução do experimento em Nova Xavantina, MT, 2014/2015



Fonte: Dados do trabalho.

O preparo de solo da área foi realizado por meio de duas arações e uma gradagem de nivelamento. Foi realizada adubação com N-P-K de acordo com análise de solo, sendo utilizados 180 kg ha⁻¹ de MAP, 66 kg ha⁻¹ de KCl e aplicação de 800 kg ha⁻¹ de calcário com PRNT de 80%.

Na semeadura do arroz, foi utilizada a cultivar BRS sertaneja, de ciclo precoce, grão longo-fino, panículas longas e elevado número de grãos, que caracteriza-se por possuir plantas vigorosas, de porte médio, moderadamente perfilhador e resistente ao acamamento, sendo que o seu ciclo é de, aproximadamente, 120 dias, apresentando moderada resistência à mancha parda e mancha-de-grão, podendo ser cultivada em todas as regiões do estado de Mato Grosso (BRESEGHELLO; MORAIS; CASTRO, 2006). Antes do plantio, foram realizados o tratamento de sementes com inseticida Cruiser 350FS (na dosagem de 400 mL/100 kg de sementes) e o tratamento com fungicida Maxim XL (na dosagem de 100 mL/100 kg de sementes).

A semeadura foi realizada no mês de dezembro, com trator New Holland 80 cv e semeadora no modelo Baldan 5000 com 20 linhas de plantio e 0,17 m no espaçamento nas entrelinhas na quantidade de 115 kg de semente por hectare, sendo que, para cada parcela, foram utilizados 2,73 kg e, para todo experimento, 8,49 kg de sementes de arroz.

Aos 30 dias após a emergência (DAE), foram realizadas a aplicação do herbicida 2,4-D, na dosagem de 11,8 mL, em área total para o controle de plantas espontâneas de folha larga, e a aplicação de fungicida com priori extra para o controle de bruzone na dosagem de 300 mL ha⁻¹. Aos 45 DAE, foi realizada a adubação nitrogenada utilizando, como fonte de N, ureia (45% de N) na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, em cada parcela foi aplicado 0,264 kg de ureia após chuva. E aos 60 DAE, foi realizada outra aplicação de fungicida, juntamente com inseticida, para o controle de lagarta.

A colheita foi realizada no mês de março aos 106 DAE, sendo realizada manualmente, com auxílio de cutelo para corte do colmo, e os grãos apresentando 18,3% de umidade. As parcelas foram colhidas e separadas por feixes de arroz, os quais foram batidos para a obtenção dos grãos da planta. O material colhido foi acondicionado em sacos plásticos para as avaliações. O arroz foi espalhado sobre uma lona, secando-se as 24 parcelas separadamente ao ar livre com exposição ao sol, sendo realizado, a cada 60 minutos, o revolvimento dos grãos expostos ao sol para que se alcançasse uma secagem homogênea até 13% de umidade.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, perfazendo uma área total de 24 parcelas. Cada parcela teve 7 m de largura por 3,4 m de comprimento e uma área útil equivalente a 23,8 m², o espaçamento entre cada bloco de 0,5 m. O plantio foi realizado com semeadora de 20 linhas, com espaçamento de 0,17 m na entrelinha.

Foram realizados seis tratamentos com boro, sendo a fonte (ácido bórico 17% B) constituindo-se das seguintes doses: 0 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₁, testemunha), 1 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₂), 1,5 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₃), 2 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₄), 2,5 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₅) e 3 kg ha⁻¹ de boro (B) (T₆). A adubação foi realizada juntamente com a adubação de plantio no sulco com o adubo comercial ácido bórico (H₃BO₃) p.a. (17% B) e doses correspondentes aos tratamentos testados conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

Dose de B (kg ha ⁻¹)	Dose de ácido bórico (kg ha ⁻¹)	Dose de ácido bórico/parcela (g)
0,0	0,0	0,0
1,0	5,88	14
1,5	8,82	21
2,0	11,72	28
2,5	14,70	35
3,0	17,64	42

Fonte: Dados do trabalho.

Os parâmetros avaliados neste trabalho foram altura de plantas, tamanho de panícula (cm), peso de 1000 grãos (g), produtividade por hectare, qualidade dos grãos inteiros e rendimento. Nas avaliações realizadas, foram descartadas as bordaduras, coletando-se os dados referentes às 14 linhas centrais de 5 m de comprimento distas 0,5 entre si, sendo a área útil da parcela de 11,9 m².

Para as avaliações de altura de plantas e panícula, foram selecionadas 20 plantas ao acaso, na área útil da parcela, com o auxílio de uma trena graduada, mediu-se a altura em centímetros, tendo como base de medição o nível do solo e como ponto final à inserção da última folha de arroz com bainha totalmente expandida para altura de planta e para panícula foi a partir da exceção da panícula até o ápice da panícula.

Para a avaliação de produtividade, coletaram-se todas as panículas da área útil de cada parcela. Essas panículas foram debulhadas manualmente, realizando-se a secagem dos grãos ao sol e, depois, a limpeza manualmente, por meio do peneiramento dos grãos com a passagem do ar, sendo passado para um armazenamento em saco de papel.

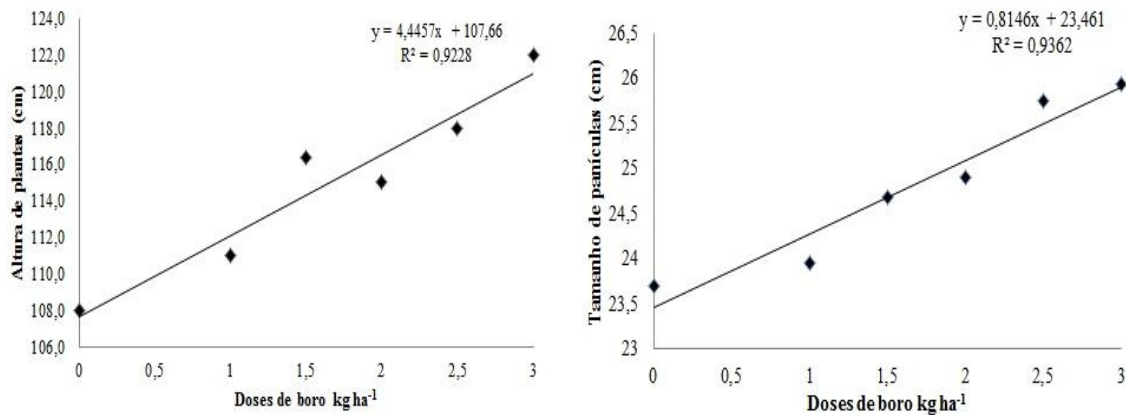
Para a avaliação de peso de 1000 grãos, foram retiradas amostras dos grãos colhidos na área útil de cada parcela e realizada a pesagem. Para a avaliação de qualidade de grãos inteiros e rendimento, foram coletados 100 gramas de sementes de arroz na área útil de cada parcela, as quais passaram por uma máquina de teste de arroz, realizando-se o teste de rendimento e qualidade do arroz.

Os dados do experimento foram tabulados e os tratamentos foram submetidos à análise de variância e as doses à regressão polinomial para ajuste do modelo matemático adequado. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Com base na análise de regressão e na equação, nota-se, pela Figura 1, que o boro aumentou de maneira linear a altura de plantas, existindo uma correlação positiva, em média quando aumenta a dose, há um aumento da altura de plantas, quando comparado aos resultados obtidos por Malavolta *et al.* (1981) em plantas do 'IAC 47', cultivadas em solução nutritiva. O coeficiente de determinação foi de 0,92, indicando que 92% da variação no parâmetro altura de plantas (variável dependente) são explicadas pelas doses de boro.

Figura 2. Altura e tamanho de panículas de plantas de arroz de terras altas, cultivar BRS Sertaneja submetida a doses de boro. Nova Xavantina – MT



Fonte: Dados do trabalho.

A dose de 3 kg ha⁻¹ de boro proporcionou uma altura média de plantas de arroz da cultivar BRS sertaneja de 122,01 cm. Corroborando com os resultados encontrados por Corrêa *et al.* (2006), ao analisar alguns componentes como altura de plantas de cultivares de arroz de terras altas, foi observado que doses acima de 3 mg dm⁻³ podem levar ao desequilíbrio químico desse nutriente no solo, prejudicando o comprimento radicular em determinados cultivares, tendo como consequência menor absorção de água e nutrientes, limitando o crescimento da parte aérea e, possivelmente, a produtividade do arroz nesse ecossistema.

Entretanto, Souza *et al.* (2008) encontraram resultados diferentes, avaliando doses de cálcio e boro na cultura do arroz e soja, não ocorrendo resposta da cultura às doses utilizadas, o que pode ser atribuído à alta solubilidade da fonte utilizada (ácido bórico), conforme mencionado por Dourado Neto e Fancelli (2001), que pode ter sido parcialmente lixiviada antes de ser absorvida pela cultura. Bull (1993) também não observou respostas da cultura de milho à aplicação de boro e cita que, de maneira geral, as respostas da cultura de milho às aplicações de boro não são consistentes.

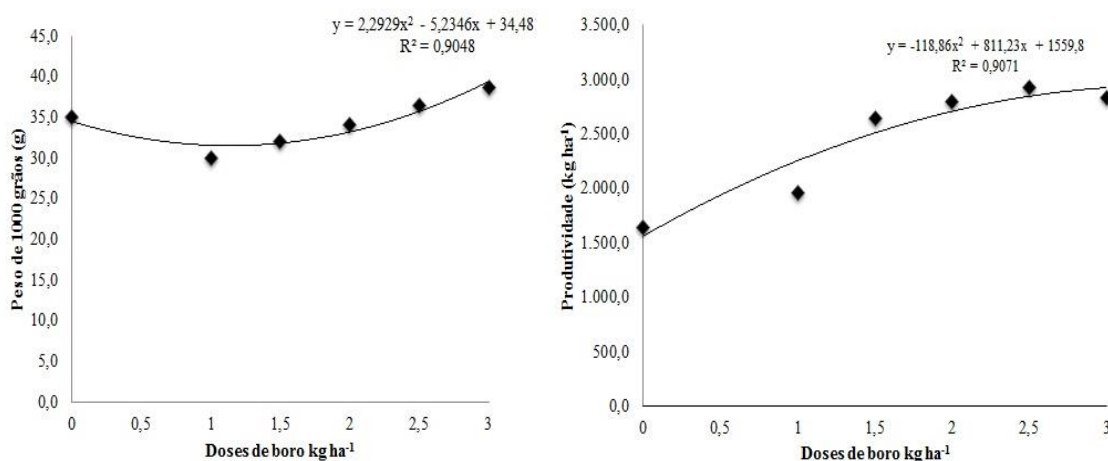
Em relação ao tamanho de panículas, o valor médio de 25,93 cm foi alcançado quando se aplicou a dose de 3,0 kg ha⁻¹ de boro, com valores muito próximos entre as doses para o parâmetro avaliado, obtendo uma resposta linear, com coeficiente de determinação de 0,94, o que mostra que 94% da variação no tamanho de panículas (variável dependente) é explicada pelas doses de boro (Figura 2).

Gupta *et al.* (1985, *apud* FAGERIA, 2000) relataram que a dose de B para o arroz e o trigo, extraído com água quente, está na faixa de 0,1 a 0,5 mg.kg⁻¹. Fageria *et al.* (1995) afirmaram que a deficiência de B, na maioria dos solos, pode ser corrigida com a aplicação de 1 a 3 kg ha⁻¹ de boro para as culturas anuais. Já Dunn, Stevens e Kendig (2005) relatam efeito da aplicação de boro no solo sobre o crescimento vegetativo e o perfilhamento de plantas de arroz.

A Figura 3 demonstra que, para peso de 1000 grãos e produtividade, houve resposta quadrática da cultivar analisada em relação às doses de boro. O valor máximo (38,4 g) para peso de 1000 grãos foi alcançado quando se aplicou a dose de 3 kg ha⁻¹ de

boro, apresentando um coeficiente de determinação de 0,90, o que mostra que 90% da variação no peso de 1000 grãos (variável dependente) é explicada pelas doses de boro. Já a máxima produtividade (2845,0 kg ha⁻¹) do arroz de terras altas - cultivar BRS sertaneja, foi alcançada quando aplicou-se 2,5 kg ha⁻¹ de boro.

Figura 3. Peso de 1000 grãos e produtividade em arroz de terras altas, cultivar BRS Sertaneja, submetida a doses de boro. Nova Xavantina – MT



Fonte: Dados do trabalho.

Avaliando o peso de mil grãos em dois sistemas de cultivo de arroz de terras altas, verificou-se que a aplicação de diferentes doses de boro não foi responsiva para esse parâmetro, entretanto, esse autor observou que a aplicação de mais de 3,0 mg/kg prejudica a cultura.

Corroborando com os resultados encontrados em trabalhos realizados por Yu e Bell (1999), Dunn, Stevens e Kendig (2005) e Rashid *et al.* (2004), esses autores relataram respostas significativas na produtividade de arroz quando a cultura foi tratada com aplicações de boro na dose de 2,5 kg ha⁻¹.

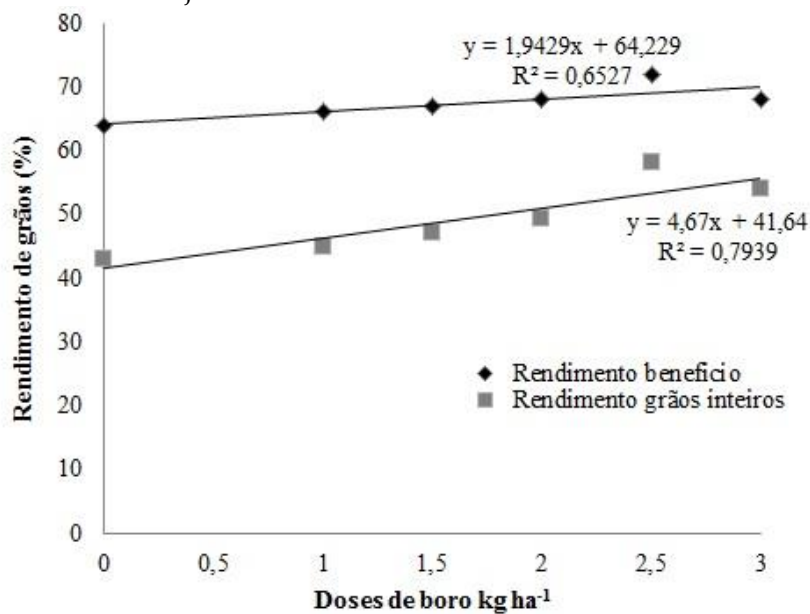
Segundo Pendleton e Hartwig (1973), as diferenças de produtividade de uma cultivar dentro de um mesmo tratamento podem ser explicadas em função da época de ocorrência do estresse. Os veranicos curtos são mais prejudiciais à produtividade durante o período de enchimento de vagens do que o período de florescimento. Segundo esses autores, o período longo de florescimento capacita a planta a suplantar veranicos, sem prejuízo na produtividade.

Estudo realizado por Hossain, Kumar e Ahmed (2001) demonstra a fundamental importância do suprimento de boro para a formação de grãos na cultura do arroz. Para Slaton *et al.* (2002), o boro, quando benéfico à produtividade, teria maior efeito aplicado nos estádios iniciais do desenvolvimento reprodutivo, próximo à iniciação da panícula.

Para o rendimento de grãos de arroz da cultivar BRS sertaneja, mediante a derivação das equações de regressão, que ajustaram-se ao modelo linear (Figura 4), a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de boro proporcionou os maiores rendimentos de benefício e

rendimento de grãos inteiros, respectivamente, o que demonstra que essa dose é a mais indicada para melhores rendimentos do grão.

Figura 4. Rendimento de benefício e grãos inteiros (%) na cultivar de arroz BRS Sertaneja submetida a doses de boro. Nova Xavantina-MT



Fonte: Dados do trabalho.

Resultados similares foram encontrados por Rashid *et al.* (2004), os quais verificaram o efeito da aplicação de boro em duas cultivares de arroz, apresentando aumento do rendimento e qualidade do grão a partir da dose de 2 kg ha⁻¹ de boro.

Conclusões

Houve efeito positivo da aplicação de boro na produtividade e no rendimento do arroz de terras altas. Nas condições do experimento, a dose de 2,5 kg ha⁻¹ de boro é a ideal para incremento na produtividade e rendimento da cultivar avaliada.

Referências

ALONÇO, A. S.; SANTOS, A. B.; GOMES, A. S.; GRÜTZMACHER, A. D.; ANDRES, A.; PRABHU, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. DE.; TERRES, A.; FERREIRA, C. M.; NUNES, C. D.; FRANCO, D. F.; PAULETTO, E. A.; MARCHEZAN, E.; FERREIRA, E.; VERNETTI JUNIOR, F. DE J.; BRAGA, H. J.; AZAMBUJA, I. H. V.; HECKLER, J. C.; PETRINI, J. A.; BARRIGOSI, J. A. F.; LAUS NETO, J. A. L.; MARTINS, J. F. S.; TRONCHONI, J. G.; SILVA, J. J. C.; PINTO, L. F. S.; MATTOS, M. L. T.; ELIAS, M. C.; BRANCÃO, N.; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; SOUZA, P. R.; BACHA, R. E.; SOUSA, R. O.; MACHADO, S. L. DE O.; SILVA, S. C.; STEINMETZ, S.; COBUCCI, T.; CUNHA, U. S.; CUTRIM, V. S. A.; SCIVITTARO, W. B. *Cultivo do arroz irrigado no Brasil*. 2005.

- BARIGOSSI, J.; LANNA, A.; FERREIRA, E. *Agrotóxicos no cultivo do arroz no Brasil: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2004. 28p.
- BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M. *Cultivo do arroz de terras altas no estado de Mato Grosso*, 2006. Capturado em 20 fev. 2014. Online. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/arroz/arrozterrasaltasmatogrosso/cultivares.htm>>.
- BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap. 2. p. 63-145.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Produtos de verão – Safra 2017/2018. *Perspectivas para a Agropecuária*, v. 5, p. 1-111, 2017.
- CORRÊA, J. C.; COSTA, A. M.; CRUSCIOL, C. A. C; MAUAD, M. Doses de boro e crescimento radicular e da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 1077-1082, 2006.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. Manejo da água na cultura do feijão: aspectos práticos. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Sistemas de produção de feijoeiro irrigado*. Piracicaba: ESALQ, 2001. Cap. 3. p. 138-156.
- DUNN, D.; STEVENS, G.; KENDIG, A. Boron fertilization of rice with soil and foliar applications. *Crop Management*. 2005.
- ENGLER, M. P. C.; BUZETTI, S.; SILVA, F. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Modos de aplicação de boro e de zinco em dois cultivares de arroz de terras altas. *Científica*, v.34, p.129-135, 2006.
- FAGERIA, N. K. Níveis adequados e tóxicos de boro na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, p.57-62, 2000.
- _____. Manejo da calagem e adubação do arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L, F. *Tecnologia para o arroz de terras altas*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, Cap. 1, p.67-78, 1998.
- _____; FERREIRA, E.; PRABHU, A. S.; FILHO, M. P. B.; FILIPPI, M. C. *Seja o doutor do seu arroz*. Piracicaba: Potafos, v. 9, 1995. 20p.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B.; JÚNIOR, A. M. M.; STONE, L. F. Sistema de cultivo. IN: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIERA, N. R. A. *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2006. Cap. 2, p.53-96.

HOSSAIN, M.B.; KUMAR, T.N.; AHMED, S. Effect of Zinc, Boron and Molybdenum Application on the Yield and Nutrient Uptake by BRR1 Dhan 30. *Journal of Biological Sciences*, v.1, p.698-700. 2001.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 251 p.

MARIMON, B.S.; VARELLA, R.F.E.; MARIMON-JUNIOR, B.H. fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em nova xavantina, mato grosso. *Boletim do herbário Ezechias Paulo Heringer*, v. 3, p. 70 - 78, 1998.

PENDLETON, J. W.; HARTWIG, E. E. Management. In: CALDWELL, B. E. (Ed.). *Soybeans: improvement, production, and uses*. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, 1973. Cap. 4, p. 211-237.

RASHID, A.; YASIN, M.; ASHRAF, M.; MANN, R.A. Boron deficiency in calcareous soil reduces rice yield and impairs grain quality. *International Rice Research Notes*, v. 29, p.58-60, 2004.

RIBEQUI, T. M. *Levantamento sobre calagem, gessagem e adubação para o arroz de terras altas*. 2005. 62 f. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A.V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SOUZA, L.C.D. de; SÁ, M.E. de; CARVALHO, M. A.C.de; SIMIDU, H. M. Produtividade de quatro cultivares de soja em função da aplicação de fertilizante mineral foliar a base de cálcio e boro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 8, p.37- 44, 2008.

SLATON, N.A.; BOLLICH, P.K.; DUNN, D.; ROSS, J.R.; MOZAFFARI, M.; ESPINOSA, L. Rice Response to boron application rate and timing in Arkansas, Louisiana, and Missouri. In: *Arkansas Rice Research Studies*. Research Series 504, 2002, p. 315-320.

YU, X.; BELL, P. F. Boron deficiency in 'Bengal' rice (*Oryza sativa* L.) grown on a Louisiana rice- soil in the greenhouse. *Louisiana Rice Research Board*, v. 1, p. 74-92, 1999.