



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**  
**CAMPUS IPAMERI**  
**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**



## **Adubação borácica na cultura do brócolos**

**RODRIGO TELES MENDES**

**M  
E  
S  
T  
R  
A  
D  
O**

**Ipameri - GO**  
**2016**

RODRIGO TELES MENDES

## **ADUBAÇÃO BORÁCICA NA CULTURA DO BRÓCOLOS**

Orientador: Prof. Dr. Adilson Pelá

Dissertação apresentada à  
Universidade Estadual de Goiás – Campus  
Ipameri como parte das exigências do  
Programa de Pós-graduação em Produção  
Vegetal para obtenção do título de  
MESTRE.

IPAMERI – GO  
2016

Mendes, Rodrigo Teles.

Adubação borácica na cultura do brócolos. - 2016.  
67 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Adilson Pelá.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de  
Goiás – Campus Ipameri, 2016.

Bibliografia.

1. *Brassica oleracea* var. *italica*. 2. micronutrientes. 3.  
ácido bórico. 4. índice de rentabilidade.

I. Título.



Câmpus Ipameri  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal  
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO  
[www.ppgpv.ueg.br](http://www.ppgpv.ueg.br) e-mail: [ppgpv.ipameri@gmail.com](mailto:ppgpv.ipameri@gmail.com)  
Fone: (64)3491-5219



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


**TÍTULO: "ADUBAÇÃO BORÁCICA NA CULTURA DO BRÓCOLOS"**

**AUTOR:** Rodrigo Teles Mendes

**ORIENTADOR:** Adilson Pelá



Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ADILSON PELA  
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

  
Prof. Dr. WARLEY MARCOS NASCIMENTO  
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

  
Prof. Dr. SÍHELO JÚLIO SILVA CRUZ  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro

Data da realização: 26 de fevereiro de 2016

Dedico a meus pais Vilmalina e Itamar, a minha avó Joana, a minha esposa Gabriella e ao meu irmão Bruno, que sempre me apoiaram.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, Jesus, Maria e ao meu guia, por toda a proteção, orientação e bênçãos.

Aos meus pais, avó e irmão pelo amor, carinho, ensinamentos e apoio durante todas as etapas da minha vida.

A minha esposa pelo carinho, amor, compreensão, amizade, apoio, ajuda e presença em todos momentos.

A Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri pela oportunidade da formação acadêmica e apoio para realização desta dissertação.

Ao meu Orientador Amigão Prof. Dr. Adilson Pelá pela orientação desde os trabalhos de iniciação científica até a realização desta dissertação, pela amizade, ensinamentos, apoio, paciência e ajuda.

Ao grupo de pesquisa Produz Mais em especial ao Rafael Umbelino, pela contribuição na realização desta dissertação, amizade e realização de vários outros trabalhos.

A todos os professores do programa pelos ensinamentos e amizade.

A todos os funcionários da Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, em especial ao Cleuber Geraldo, Joseliana e Maria, pela amizade e ajuda.

A todos os amigos que contribuíram diretamente e indiretamente na minha formação acadêmica e nos momentos da vida.

A FAPEG pela concessão da bolsa, que foi essencial para realização desta dissertação.

Obrigado!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL .....	viii
GENERAL ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	01
<b>CAPITULO 1. ASPECTOS AGRONÔMICOS E ECONÔMICOS DO BRÓCOLIS EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE BORO VIA FOLIAR COM E SEM APLICAÇÃO DE BORO NO SOLO.....</b>	<b>05</b>
RESUMO .....	06
ABSTRACT .....	07
INTRODUÇÃO.....	08
OBJETIVOS.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS .....	16
DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
<b>CAPITULO 2. APLICAÇÃO DE BORO E CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO BRÓCOLIS.....</b>	<b>29</b>
RESUMO .....	30
ABSTRACT .....	31
INTRODUÇÃO.....	32
OBJETIVOS.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS .....	39
DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
CONCLUSÃO GERAL .....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAL.....	55

## RESUMO GERAL

O cultivo do brócolis vem ganhando importância na horticultura brasileira nos últimos anos, sendo cultivado principalmente por pequenos e médios agricultores. Os fatores que levaram a isso estão relacionados ao ciclo curto da cultura, baixa necessidade de mão de obra e a baixa sazonalidade de preços de venda no mercado. Contudo, para obter o sucesso no cultivo deve-se manejar a cultura atendendo suas exigências agronômicas, principalmente o manejo nutricional adequado. Assim como outras hortaliças, o brócolis é uma planta bastante exigente em macro e micronutrientes, destacando-se o boro como um dos micronutrientes mais limitante na produtividade e qualidade das inflorescências. A adubação com boro deve ser recomendada com cuidado, pois o limite entre a sua deficiência e toxicidade nas plantas é estreito e várias informações publicadas são contraditórias quanto a sua adubação. A sua deficiência pode causar baixa compactação, má formação e pontuações escuras na inflorescência e a ocorrência da anomalia fisiológica da haste oca. A toxicidade pode causar queima das bordas das folhas, nanismo e morte das plantas. Portanto, há a necessidade de diminuir ou eliminar esses problemas utilizando a aplicação foliar de boro suplementando a aplicação no solo, bem com a adubação orgânica como fonte de boro para a cultura do brócolis. Diante disto, o objetivo do trabalho foi avaliar as características agronômicas da cultura do brócolis, mediante a aplicação de boro via foliar e no solo, bem como a influência da adubação orgânica com cama de aviário no fornecimento do nutriente. O trabalho foi realizado a partir de 2 experimentos conduzidos na fazenda experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri. Em ambos os experimentos foram utilizadas a variedade de brócolis Avenger de cabeça única. No experimento 1, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC) no esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator caracterizado como sem ou com aplicação via solo de boro (0 e 4 kg ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator a aplicação foliar de boro em cinco doses (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1 kg ha<sup>-1</sup>). O experimento 2, foi conduzido em DBC em esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator caracterizado como sem ou com aplicação via solo de cama de aviário (0 e 10 t ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator a aplicação foliar de boro em cinco doses (0; 2; 4; 6 e 8 kg ha<sup>-1</sup>). Para tanto, avaliou-se, o teor de boro das folhas, caule e inflorescência, massa fresca, seca e diâmetro da inflorescência, incidência de talo oco e a produtividade total e comercial. No experimento 1, o maior índice de rentabilidade estimado foi obtido com a utilização da dose estimada de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar. As demais variáveis agronômicas e econômicas não apresentaram diferenças significativas. No experimento 2, a dose até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B sem aplicação da cama de aviário proporcionou o



maior teor de B no caule entre os tratamentos. A utilização das doses de 6 e 8 kg ha<sup>-1</sup> de B aplicados no solo promoveram teores de B superiores em relação aos demais tratamentos. A aplicação da cama de aviário promoveu os maiores valores de massa fresca de folhas, inflorescência, teor de B foliar, produtividade e receita bruta. A dose de melhor eficiência econômica foi verificada com a utilização de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B, juntamente com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* var. *italica*, micronutriente, ácido bórico

## GENERAL ABSTRACT

The Broccoli cultivation is gaining importance in the Brazilian horticulture in recent years, grown mainly by small and medium farmers. The factors that led to this are related to the short cycle of culture, low need for labor and the low seasonality of sales prices on the market. However, for the successful cultivation should be handled culture view agronomic requirements particularly adequate nutritional management. Like other vegetables, broccoli is a very demanding plant macronutrients and micronutrients, especially boron as an essential micronutrient and limiting productivity and quality of inflorescences. The fertilization with boron should be recommended with caution because the boundary between its deficiency and toxicity in plants is narrow and several information published are contradictory as its fertilization. Its deficiency can cause low compression, poor training and dark spots in the inflorescence and the occurrence of physiological abnormality of the hollow stem. The toxicity because burning of edges of the leaves, plant stunting and Death. Therefore, there is a need to reduce or eliminate these problems by using a foliar application of boron supplementing the soil and organic fertilizers as boron source for the culture of broccoli. Thus, the aim of this study was to evaluate the agronomic characteristics of broccoli culture, by applying boron foliar and soil and the influence of organic fertilization with poultry litter in the supply of boron. The work was carried out from two experiments conducted at the experimental farm of the Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri, Brazil. In experiment 1, the experimental design was a randomized block design (RBD) in factorial 2 x 5, the first factor characterized as without or with application via soil boron (0 and 4 kg ha<sup>-1</sup>) and the second factor foliar application of boron in five doses (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 kg ha<sup>-1</sup>). Experiment 2 was conducted in RBD factorial 2 x 5, the first factor characterized as without or with application via poultry litter soil (0 to 10 t ha<sup>-1</sup>) and the second factor foliar application of boron five doses (0, 2, 4, 6 and 8 kg ha<sup>-1</sup>). Therefore, evaluating the boron content of the leaves, stem and inflorescence, fresh pasta, dry and diameter of inflorescence, incidence of hollow stem and the total and commercial productivity. In experiment 1, the largest estimated profitability index was calculated using the estimated dose of 0,68 kg ha<sup>-1</sup> B foliar. In experimente 2, the dose up to 8 kg ha<sup>-1</sup> to B without application of poultry litter had the highest content of B in the stem between treatments. The use of doses of 6 and 8 kg ha<sup>-1</sup> B applied to the soil promoted B content higher than the other treatments. The application of poultry litter promoted the highest values of fresh leaves, inflorescence, leaf B concentration,

productivity and gross revenue. The dose of better economic efficiency was gained with the use of 8 kg ha<sup>-1</sup> B with the application of 10 t ha<sup>-1</sup> of manure.

**KEY-WORDS:** *Brassica. oleracea* var. *italica*, micronutrients, boric acid

## INTRODUÇÃO

As plantas pertencentes a família *Brassicaceae* abrangem um dos maiores números de hortaliças, ocupando lugar importante na olericultura. As espécies constituintes dessa família foram originárias da couve silvestre (*Brassica oleracea* var. *silvestre*). Dentre elas destacam-se a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), o repolho (*B. oleracea* var. *capitata*) e o brócolis (*B. oleracea* var. *italica*) por serem as espécies mais cultivadas e consumidas no mundo (FILGUEIRA, 2013).

O brócolis e a couve-flor são as plantas que apresentam as maiores semelhanças dentro da família. O brócolis possui o caule relativamente mais longo, os pedúnculos compridos e mais distanciados entre nós e com folhas de nervuras menos salientes (VIDIGAL e PEDROSA, 2007). Possui a inflorescência com hastes grossas e tenras e com os botões florais nas extremidades (IAC, 1998), também é menos compacto que a couve-flor, de coloração verde-azulada com emissão de numerosos rebentos nas axilas das folhas terminando em capítulos de flores quando for do tipo ramoso (VIDIGAL e PEDROSA, 2007) e quando for do tipo cabeça única a emissão da inflorescência se dá no ápice do caule (FILGUEIRA, 2013).

O brócolis é uma planta cultivada em diversas regiões do mundo, principalmente naquelas com temperaturas mais amenas (LALA et al., 2010), onde a cultura desempenha o seu melhor potencial produtivo e melhor aspecto visual das inflorescências (TAVARES, 2000). Porém, com os avanços oriundos da biotecnologia foram criadas novas cultivares de brócolis mais adaptadas as regiões de clima tropical, propiciando assim o aumento das áreas plantadas nessas regiões onde as temperaturas são mais elevadas.

No Brasil, o cultivo do brócolis é realizado principalmente nos cinturões verdes e a maior parte da produção é destinada ao mercado na forma *in natura*, nas feiras livres e supermercados (FILGUEIRA, 2013). No estado de São Paulo, o brócolis teve acréscimo na sua área anual plantada de 622%, passando de 482 ha em 1990 (CAMARGO FILHO e MAAZZEI, 2000), para aproximadamente 3.000 ha em 2006 (IEA, 2007). Segundo dados da CEAGESP (2007), o consumo dessa hortaliça vem aumentando atingindo a marca de 1.160.715 caixas de 15 kg contendo 12 unidades, durante o ano de 2006. No Estado de Goiás não existe relatos na literatura da quantidade total de área plantada. Contudo, a comercialização do brócolis no CEASA de Goiás em 2013 foi 196 toneladas, sendo superior em 65% ao ano de 2012 (CEASA, 2016).

O brócolis vem ganhando cada vez mais importância dentre as hortaliças tanto pelo seu valor econômico assim como pelo seu alto valor nutritivo e propriedades nutracêuticas e anticancerígenas (ROSA e RODRIGUES, 2001). As inflorescências podem ser consumidas ao natural e cozidas e apresentam boas características nutricionais, onde a cada 100 gramas (g) do produto cozido pode conter em média, 3,3 g de proteínas, 70 mg de fósforo, 150 mg de riboflavina, 400 mg de cálcio e 74 mg de ácido ascórbico (vitamina C) (IAC, 1998), possui também, vitamina E, beta caroteno, aminoácidos e flavonoides (GOMES, et al., 2000).

Outro fator relevante na cultura do brócolis é a grande capacidade de extração de nutrientes, e apresenta também a sua conversão em pouco tempo e, para o fornecimento adequado dos nutrientes e em quantidades equilibradas é necessário, entre outros fatores se conhecer as suas exigências nutricionais (KIMOTO, 1993). De acordo com Faquin e Andrade (2004) o acúmulo de nutrientes no brócolis em ordem decrescente foi: K>N>Ca>P>Mn>S>Zn>B>Mg>Fe>Cu>Mo. Contudo, apesar do boro (B) não estar entre os minerais mais acumulados pela cultura, ele é bastante exigido por exerce papel limitante na produção e por participar de vários processos no solo e na planta.

No solo o boro é encontrado na turmalina que é o principal mineral que contém o micronutriente, respondendo por quase 95% do conteúdo total do elemento em solos de regiões úmidas, porém é muito resistente ao intemperismo (MALAVOLTA, 1980; DANTAS, 1991). Na solução do solo apresenta-se como uma molécula de ácido bórico não dissociado ( $H_3BO_3$ ), sendo que é mais disponível em pH acima de 5,0. Porém em solos alcalinos reage com o cálcio formando boratos de cálcio o qual o torna indisponível as plantas. Em solos ácidos se formam borossilicatos insolúveis, contendo ferro e alumínio (MALAVOLTA et al., 2006). É encontrado também em minerais secundários, especialmente na região interna das estruturas das argilas; adsorvidos nestas, na matéria orgânica e na biomassa microbiana, além da superfície de hidróxidos (SHORROCKS, 1997).

A matéria orgânica é uma das principais fontes de boro disponível no solo, a qual desempenha papel fundamental na sua disponibilidade para as plantas (FAVARETTO et al., 2007). O elemento aparece ligado a matéria orgânica como boro orgânico, onde ocorre a sua proteção contra lavagens do perfil e com poucas evidências de ser adsorvidos pelo húmus (KIEHL, 1985). Já em plantas crescendo em solos arenosos e de baixa reserva orgânica, levam à ocorrência de deficiência deste micronutriente (FAVARETTO et al., 2007).

O movimento do B nas plantas ocorre pelo xilema, onde é predominantemente transportado via fluxo de transpiração (ASAD et al., 2001). O transporte do boro no xilema das raízes envolve processos passivos e ativos que regulam o seu movimento através das

membranas; por outro lado, a distribuição de boro em nível celular depende de extensões que permitem a passagem do transporte ativo e passivo e formação de cisdiol (ALVES, 2009).

Em geral o B é considerado imóvel nas plantas, por apresentar baixa mobilidade dentro do floema, portanto, de difícil redistribuição das folhas mais maduras para os pontos de maior exigência como os tecidos meristemáticos (MALAVOLTA, 2006). Contudo, estudos realizados, principalmente a partir da década de 80, demonstraram que esta afirmativa não devia ser generalizada, pois se sabe que este micronutriente pode ser móvel em algumas culturas, tais como: macieira, ameixeira (BROWN e HU, 1994) e brócolis (SHELP, 1988).

Na planta o boro atua principalmente no crescimento e alongamento celular, participando de vários processos como transporte de açúcares, lignificação, estrutura da parede celular, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA, respiração, metabolismo do AIA, metabolismo fenólico, metabolismo de ascorbato, além de ter função na síntese da parede celular e integridade da membrana plasmática (DUPAS, 2012). Observou-se que as plantas que apresentam maior exigência em B são aquelas que contêm maior quantidade do elemento complexado na parede celular. Quando o B está presente em concentrações baixas na planta, a maior parte do nutriente contido nas células, mais de 95% está localizada na parede celular, associada a pectinas (POWER e WOODS, 1997)

Para que o boro desempenhe suas funções na planta, suas exigências nutricionais devem ser atendidas e por isso, a recomendação do uso na adubação não pode ser indiscriminada, onde o limite entre deficiência e toxicidade nas plantas é estreito (GRUPTA, 1983), uma vez que esse micronutriente pode tornar-se tóxico, se aplicado em excesso, podendo causar a morte da planta (FAGERIA, 2000) e se aplicado em baixas doses pode ocorrer a deficiência que resultará na inibição do crescimento da planta, devido às funções estruturais específicas na parede celular e à sua limitada mobilidade.

Essa deficiência também causa alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, tais como alteração da integridade e funcionamento da membrana celular, disfunções metabólicas e aumento na produção de compostos fenólicos (MANFREDINI, 2008).

Os sintomas de deficiência no brócolis pode ser bem pronunciados, observando-se que ocorre o aparecimento de coloração escura da parte central do caule, as inflorescências tornam-se pequenas e pouco compactas (FILGUEIRA, 2013), ocorrência também de pontuações de coloração bronzeada na inflorescência e a anomalia fisiológica da haste oca (EVERAARTS e PUTKE, 2003). Os sintomas de toxidez do boro são o aparecimento de queimaduras nas bordas das folhas, nanismo das plantas e quando aplicadas em quantidades elevadas pode ocorrer a morte das plantas (NABLE et al., 1997).

As doses recomendadas para o estado de São Paulo são de 3 a 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no plantio para brócolis, couve-flor e repolho, mais três aplicações foliares (1 g L<sup>-1</sup> de B) durante o ciclo (TRANI et al., 1996). Para o estado de Minas Gerais, recomenda-se em solos onde não foram fertilizados com B nos últimos anos, a aplicação de 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo e 0,12 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar (RIBEIRO, et al., 1999). Filgueira (2013) recomenda a aplicação de 2 a 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no sulco de plantio e mais 3 a 4 aplicações foliares de 0,6 a 1 kg ha<sup>-1</sup> de B em solução de 0,2%, divididas durante o ciclo da cultura. Para o estado de Goiás não há relatos na literatura de recomendações de B para as plantas da família *Braceaceae*, porém os produtores vêm utilizando a dose de 3 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo e a aplicação foliar semanal de B seguindo as doses recomendadas pelos fabricantes dos produtos comerciais.

As recomendações propostas por Filgueira (2013) e por Trani et al. (1996) não levam em consideração os níveis de boro presentes no solo. Contudo existe na literatura alguns trabalhos demonstrando resultados diferentes entre si.

No trabalho conduzido por Pizzeta et al. (2005), o brócolis apresentou, em relação à testemunha (0,15 mg dm<sup>-3</sup> de B no solo extraído com BaCl<sub>2</sub>) um incremento de 18% na produtividade com aplicação de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B. Enquanto Compagnol et al. (2009), trabalhando com brócolis em solos com nível bom (0,84 mg dm<sup>-3</sup>) de B, obteve sintomas de toxicidade de B nas plantas, usando as doses de 0 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de B, verificando a diminuição da produtividade.

Já Camargo et al. (2009) verificaram que o fornecimento de 3 kg ha<sup>-1</sup> de B em solo com 0,54 mg dm<sup>-3</sup> de B, por sua vez, não influenciou a produtividade total, a massa e o diâmetro das inflorescências de couve-flor, porém, a produtividade comercial, aumentou com o fornecimento de B, pois esse nutriente aumentou o teor de B nas folhas e inflorescências e diminuiu a incidência da haste oca.

No trabalho de Bergamin et al. (2005) não houve efeito significativo da interação das doses de 0 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de B (0,26 mg dm<sup>-3</sup> de B no solo) com a ausência e a presença de 10 t ha<sup>-1</sup> de vermicomposto (10 mg kg<sup>-1</sup> de B na matéria seca) no repolho, porém aumentou 3,8 t ha<sup>-1</sup> de repolho em relação a não aplicação do adubo orgânico.

Conforme visto, são muito diferentes os resultados encontrados na literatura, por isso é necessário a realização de mais estudos sobre a adubação e fontes de boro nas plantas, para determinar as doses e o manejo adequados desse micronutriente, principalmente nas plantas que são exigentes em boro, como é o caso da cultura do brócolis.

**CAPÍTULO 1: ASPECTOS AGRONÔMICOS E ECONÔMICOS DO BRÓCOLIS EM  
FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE BORO VIA FOLIAR COM E SEM APLICAÇÃO DE  
BORO NO SOLO**



## RESUMO

No Brasil a adubação com boro deve ser recomendada com frequência pelo fato da maioria dos solos brasileiros possuírem teores baixos de boro em seu perfil. Porém, a sua aplicação deve ser cuidadosa, pelo estreito limite entre deficiência e toxicidade nas plantas, principalmente na cultura do brócolis que é bastante exigente por boro. O objetivo do trabalho foi avaliar as características agronômicas e econômicas da cultura do brócolis, mediante a aplicação de boro via foliar e no solo. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, na área experimental do Campus de Ipameri. A variedade do brócolis utilizada foi a Avenger, de cabeça única, da empresa Sakata®. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator caracterizado como sem ou com aplicação via solo de boro (0 e 4 kg ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator a aplicação foliar de boro em cinco doses (0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de ácido bórico, com três repetições. As variáveis analisadas foram: teor de boro foliar, massa fresca e seca e o diâmetro da inflorescência; produtividade comercial e total, incidência da haste oca e os aspectos econômicos da adubação (receita bruta, receita líquida e o índice de rentabilidade). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p < 0,05) e à análise de regressão. Não houve diferença significativa da interação da aplicação via solo e das doses via foliar de B apenas para o índice de rentabilidade. As demais variáveis agronômicas e econômicas não apresentaram diferenças significativas. O maior de valor de B foliar foi verificado com a aplicação de B no solo. A utilização de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo em associação com a dose de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar proporcionou a maior rentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* var. *italica*, micronutriente, índice de rentabilidade

## ABSTRACT

In Brazil, fertilization with boron should be recommended frequently by the fact that most Brazilian soils having low levels of boron profile. However, its application must be careful, the narrow boundary between deficiency and toxicity in plants, especially in broccoli culture that is quite demanding for boron. The objective was to evaluate the agronomic and economics characteristics of broccoli culture, by applying boron foliar and soil. The experiment was conducted at the Universidade Estadual de Goiás, in the experimental area of the Campus Ipameri, Brazil. The variety of broccoli used was the Avenger single head Sakata® company. The experimental design was a randomized complete block in a factorial 2 x 5, the first factor characterized as without or with application via boron soil (0 to 4 kg ha<sup>-1</sup>) and the second factor foliar application of boron in five doses (0; 0,25; 0,5; 0,75 and 1 kg ha<sup>-1</sup>) as boric acid, with three replications. The variables analyzed were leaf boron content, fresh and dry weight and diameter of inflorescence; commercial and total productivity, incidence of hollow stem and the economics of fertilizer (gross revenue, net revenue and the profitability index). The data were submitted to analysis of variance by F test ( $p < 0,05$ ) and regression analysis. There was no significant difference in the application of interaction via soil and foliar doses of B only to the profitability index. The other agronomic and economic variables did not differ. The largest leaf B value was acquired with the application of B on the ground in the middle of doses applied to the leaves. Using the dose of 4 kg ha<sup>-1</sup> of B in the soil in combination with dose of 0,68 kg ha<sup>-1</sup> B foliar showed the highest profitability index.

KEY-WORDS: *Brassica oleracea* var. *italica*, micronutrients, profitability index

## INTRODUÇÃO

O brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck) vem ganhando cada vez mais importância entre as hortaliças pelo seu alto valor nutritivo e propriedades anticancerígenas (ROSA e RODRIGUES, 2001). A parte da planta mais consumida é a inflorescência, que pode ser do tipo ramoso ou de cabeça única, e a maior parte da sua produção é destinada ao consumo *in natura* (FILGUEIRA, 2013).

As plantas da família *Brassicaceae* possuem grande capacidade de extração de nutrientes, e apresentam também, a sua conversão em pouco tempo (KIMOTO, 1993). De acordo com Faquin e Andrade (2004) que avaliaram o acúmulo dos nutrientes no brócolis está na ordem decrescente de K>N>Ca>P>Mn>S>Zn>B>Mg>Fe>Cu>Mo. Apesar do B não ser o elemento mais acumulado, ele é essencial e limitante para as plantas principalmente as da família *Brassicaceae*.

No Brasil, a adubação com boro é recomendada com frequência (BERGAMIN et al., 2005), pelo fato do boro desempenhar na planta a participação em determinados processos tais como transporte de ácido indolacético, atividade da ATPase (GOLDBACH et al., 2001), respiração, lignificação, integridade da membrana, síntese do metabolismo fenólico, da parede celular, do RNA e carboidratos (YAMADA, 2000).

O limite entre deficiência e toxicidade de boro nas plantas é estreito (GUPTA, 1983). Por isso, a recomendação do boro não pode ser indiscriminada, pois a sua deficiência no brócolis pode resultar em coloração escura da parte central do caule, inflorescências pequenas e pouco compactas (FILGUEIRA, 2013), pontuações de coloração bronzeada nas inflorescência e a ocorrência da anomalia fisiológica da haste oca (EVERAARTS e PUTKE, 2003). A aplicação de B em excesso pode-se tornar tóxico, razão pela qual é necessário se conhecer os níveis adequados deste elemento no solo e na planta (FAGERIA, 2000). Os sintomas de toxidez do boro são o aparecimento de queimaduras nas bordas das folhas, nanismo das plantas e quando aplicadas em quantidades elevadas pode ocorrer a morte das plantas (NABLE et al., 1997).

A recomendação de Filgueira (2013) é de 2 a 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro aplicados no solo e mais 3 a 4 aplicações foliares de 0,2% de B na solução, para brócolis, couve-flor e repolho, não levando em consideração os teores no solo e nem a dose máxima econômica. Para o Estado de Goiás não existe uma recomendação de B específica para a cultura do brócolis, porém os agricultores vem utilizando a recomendação de Filgueira (2013) e de fabricantes de produtos comerciais a base de B como referência básica.

São vários os trabalhos encontrados na literatura, porém com resultados diferentes. No trabalho de Silva et al. (2012), em solo com  $0,32 \text{ mg dm}^{-3}$  de B, verificou que a utilização da dose de  $7,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro, proporcionou a produtividade máxima estimada de  $29 \text{ t ha}^{-1}$  de repolho. Pizetta et al. (2005), com a utilização de  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro, obtiveram o incremento de 18% na produtividade de brócolis em um solo com  $0,15 \text{ mg dm}^{-3}$  de B.

Enquanto Mello et al. (1997), empregando a dose de  $2,16 \text{ kg ha}^{-1}$  de B não observaram efeito do boro na produtividade de brócolis, porém, em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, com  $1,07 \text{ mg kg}^{-1}$  de B. Nos trabalhos de Vigier e Cutcliffe (1984), a aplicação de 4 a  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  de B fornecidos na linha de plantio foi responsável pela ocorrência de sintomas de toxicidade do elemento em plantas de brócolis.

A exigência nutricional das culturas, em geral, torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva. Essa maior exigência deve-se ao fato de os nutrientes serem essenciais à formação e ao desenvolvimento de novos órgãos de reserva (MALAVOLTA et al., 2006; GALLI et al., 2012). Para isso, a planta deve estar com os níveis de nutrientes equilibrados durante o ciclo, principalmente o B, que é responsável pela formação da parede celular, mais especificamente na síntese de componentes, como a pectina, a celulose e a lignina e no transporte de glúcídeos (CASTRO et al., 2006).

Com a baixa mobilidade do boro no floema e sua pouca redistribuição na planta, implica-se a necessidade de uma constante disponibilidade ou suprimento deste micronutriente, principalmente durante a fase vegetativa das plantas (MALAVOLTA, 1980), e, por consequência, os sintomas de sua deficiência se manifestam nas folhas mais novas ou tecidos recém-formados (CASTRO et al., 2006).

Nestes casos, a adubação foliar poderá ser uma alternativa, e proporcionar melhores resultados, sendo as partes aéreas das plantas, capazes de absorver a água e os nutrientes (MALAVOLTA, 2006). Bevilaqua et al. (2002) afirmam que o interesse pelo fornecimento de nutrientes para as plantas por meio da adubação foliar tem crescido tanto no Brasil como em outras partes do mundo. Sendo assim, para obter-se sucesso com o uso desta técnica é necessário saber quando utilizá-la, que nutrientes, épocas e doses a serem aplicadas.

Sendo assim, tornou-se necessárias várias aplicações foliares de boro durante o ciclo da cultura para suplementar a adubação via solo (VOLKWEISS, 1981). Os autores Filgueira (2013) e Trani et al. (1996) recomendam a aplicação via foliar de boro dividida entre o ciclo do brócolis, sem levar em consideração os níveis no solo e a quantidade aplicada de B via solo.

Já Camargo (1975) recomenda a aplicação de borax a cada 15 dias até a formação da inflorescência da couve-flor. Kotur (1998) verificou acréscimo de 76% na produção de couve-

flor com aplicação de  $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro no solo, associado a três aplicações foliares de solução de ácido bórico ( $0,021 \text{ g L}^{-1}$  de B). Alves (2009) em estudos com repolho, observou que a aplicação foliar de boro repetida aos 15, 35 e 45 dias, promoveu a máxima produção de matéria seca da parte comercial e da planta inteira do repolho 'Astrus', com pulverizações foliares de B nas doses de  $0,224$  e  $0,240 \text{ g L}^{-1}$  em vasos contendo areia.

Além do balanço nutricional, outros fatores devem ser observados, como o preço das aplicações foliares e via solo, viabilidade econômica e o índice de rentabilidade da produtividade agrícola. Crepaldi (1998) cita que é de suma importância para os agricultores obter informações sobre os custos de uma cultura, pois estes dados irão auxiliar na otimização dos recursos utilizados em sua produção e, conseqüentemente, terão possibilidade de melhores resultados.

Os autores Fancelli e Dourado Neto (2004) afirmam que o conceito do rendimento máximo econômico é de vital importância para o produtor rural, o qual deve visar a máxima eficiência econômica da exploração agrícola e não somente a máxima eficiência técnica. Isso é fundamental para definir a tecnologia a ser utilizada.

Contudo, as informações em relação a adubação foliar com boro no brócolis são escassas, havendo a necessidade da realização de novas pesquisas que possibilitem a sua utilização de maneira mais eficiente, inclusive do ponto de vista econômico.

## **OBJETIVOS**

O objetivo do trabalho foi a avaliar as características agronômicas e econômicas da cultura do brócolis em função da aplicação de boro via foliar, na presença ou ausência da adubação com B no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás, na fazenda experimental do Campus de Ipameri, GO, cuja as coordenadas geográficas são 17°43'04'' de Latitude Sul, 48°08'40'' Longitude Oeste e com altitude de 791 metros.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como clima tropical quente sub-úmido, com precipitação média anual de 1450 mm, estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Embrapa, 2006). A caracterização química do solo da área apresentou os seguintes valores: 4,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de CTC; 78 V%; 17  $\text{g dm}^{-3}$  de Matéria Orgânica; 2,4; 0,9 e 0,0  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de Ca, Mg e Al, respectivamente; 99; 3,6; 3,4; 0,89; 0,12; 0,12; 72; 13,9  $\text{mg dm}^{-3}$  de K, P Mehlich, S, Zn, B, Cu, Fe, Mn, respectivamente, e textura média do solo. O teor de boro (B) presente na área experimental foi classificado como baixo (0 – 0,2  $\text{mg dm}^{-3}$ ) conforme Souza e Lobato (2004).

A cultivar do brócolis utilizada foi o híbrido Evenger de cabeça única da empresa Sakata®, recomendada para plantio em meia estação. A sementeira foi realizada no dia 26 de setembro de 2014 em bandejas de poliestireno de 200 células, preenchidas com substrato organomineral marca comercial Plantmax® hortaliças. As plantas foram mantidas em ambiente protegido com sombreamento de 60% e irrigadas diariamente através do equipamento de irrigação por micro aspersão nebulizador. Aos 25 dias após a emergência, as mudas foram transplantadas para o campo.

A adubação foi realizada 10 dias antes do transplante das mudas e aplicada em quantidades iguais em todos os tratamentos, seguindo-se as recomendações para a cultura propostas por Ribeiro et al. (1999). Utilizou-se como fontes de macronutrientes a ureia (46% de N), superfosfato simples amoniado (3% de N, 17% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e o cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ).

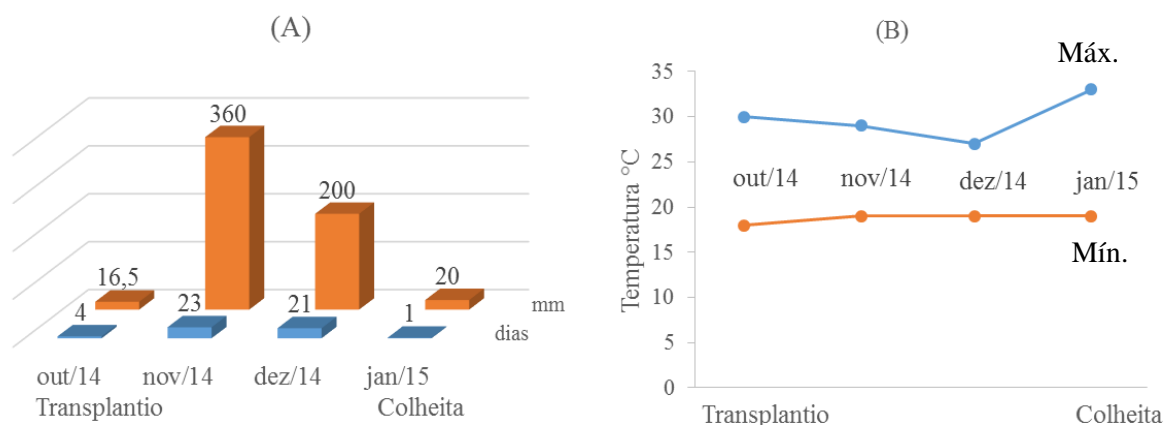
O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator caracterizado como, sem ou com aplicação via solo de boro (0 e 4  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e o segundo fator a aplicação via foliar de boro em cinco doses (0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1  $\text{kg ha}^{-1}$ ), na forma de ácido bórico (17% de B), com três repetições. O tratamento que não recebeu adubação de boro via solo e nem aplicação foliar foi considerado com controle do experimento.

As doses de boro via solo foram diluídas em 10 litros de água e aplicadas na área das parcelas no momento do transplante das mudas. Todas as doses de boro via foliar foram divididas em quatro aplicações, 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante das mudas, no volume de calda de 525 l ha<sup>-1</sup>.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 2,25 m dispostas no espaçamento de 1,0 entre linhas e 0,45 m entre plantas, totalizando 20 plantas por parcela. Como área útil da parcela foram consideradas as 6 plantas centrais.

Realizou-se o controle das plantas daninhas através de capina manual, e os demais tratamentos culturais, fitossanitários e controle de pragas foram os normalmente recomendados para a cultura quando foram necessários. Foram utilizados os princípios ativos para pragas: permetrina 250g l<sup>-1</sup>, acephate 750 g kg<sup>-1</sup>, novaluron 100 g l<sup>-1</sup>, clorantropilprole 250 g l<sup>-1</sup> e mallathion 500 g l<sup>-1</sup>. Foram utilizados os princípios ativos para doenças: oxicloreto de cobre 588 g kg<sup>-1</sup> e o mancozeb 800 g kg<sup>-1</sup>. As doses utilizadas foram as mesmas recomendadas para o repolho de acordo com o fabricante do produto comercial.

O fornecimento de água foi realizado conforme recomendações de Silva Junior (1987), para cultura do repolho. As irrigações foram realizadas alternando os dias em todas as parcelas nos meses de outubro/2014 e janeiro/2015, com uma lâmina de 5 mm através do equipamento de irrigação por micro aspersão convencional, totalizando 180 mm acumulados nos dois meses. Já nos meses de novembro/2014 e dezembro/2014 não houve a necessidade de irrigação, por ter ocorrido precipitações durante essa etapa do ciclo, acumulando-se 596,5 mm durante todo o ciclo do brócolis. A temperatura média durante a condução do experimento variou entre 18 a 33°C, conforme Figura 1 (INMET, 2015).



**Figura 1.** Condições climáticas no período de condução do experimento: (A) Precipitação pluvial (mm/mês) e a quantidade de dias com precipitação; (B) Temperatura Máxima e Mínima mensais (°C) em Ipameri, 2015.



A colheita iniciou-se aos 60 dias após o transplântio (DAT) das mudas quando as inflorescências estavam bem formadas, compactas e antes do florescimento e foi estendida até os 76 DAT, realizando colheitas semanais. Foram avaliados os componentes da produção em seis plantas da área útil de cada parcela. Avaliou-se a massa fresca, seca, diâmetro das inflorescências e a incidência de haste oca.

Com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão as inflorescências tiveram sua massa fresca determinada e foram encaminhadas à estufa de circulação de ar forçada, à temperatura de 65°C, durante 72 horas. Após esse período as amostras tiveram sua massa seca determinada. O diâmetro das inflorescências foi determinado com o auxílio de uma régua milimétrica, medindo as transversalmente. Em seguida foi calculada a produtividade total e comercial por hectare, essa estimada por meio da extrapolação da produção colhida na área útil das parcelas para  $\text{kg ha}^{-1}$ . A produtividade comercial foi obtida de acordo com as normas de classificação da couve-flor proposta pela Hortibrasil (2015), onde foram consideradas inflorescência comerciais as que tinham massa fresca maior que 0,5 kg e que não apresentaram injúrias mecânicas e doenças.

Realizou-se também a análise de boro foliar, coletando-se as folhas recém maduras no início da formação da inflorescência das plantas do brócolis na área útil da parcela. Em seguida, o material foi seco em estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65°C, por cerca de 72 horas. Depois de seco, o material foi moído em moinho tipo Wiley equipado com peneira de malhas com abertura de 1 mm. Após foi acondicionado 100 g do material em saquinhos para análises, em seguida as amostras foram submetidas à digestão por via seca (incineração por forno mufla por cerca de 3 horas) para extração do boro. A determinação do teor de boro foliar foi realizada pelo método colorimétrico da azometina H, conforme a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Foram avaliados também os aspectos econômicos através dos valores médios do brócolis e dos adubos, no período de 2010 a 2015. Calculou-se a receita bruta (RB), receita bruta - custos da aplicação com B ( $\text{RB} - \text{C}$ ) e o índice de rentabilidade. Para os cálculos, utilizaram-se os preços médios no período de cinco anos, que foram para o brócolis, R\$ 1,88  $\text{kg}^{-1}$  (CEASAGO, 2015), para cada tratamento o proporcional de ácido bórico a R\$ 20,70  $\text{kg}^{-1}$  (IEA, 2015) e o operacional para cada aplicação de R\$ 100,00 para aplicação foliar e para aplicação via solo (preços da região). Os demais custos do cultivo foram iguais para todos os tratamentos e não foram utilizados para os cálculos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as doses de boro à análise de regressão, sendo os modelos escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS

A aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo não interferiu na massa fresca da inflorescência (MFI) e massa seca da inflorescência (MSI) do brócolis (Tabela 1). A aplicação foliar também não interferiu significativamente na MFI e MSI do brócolis.

**Tabela 1.** Massa fresca (MFI) e seca das inflorescências (MSI) em função da aplicação de boro no solo e via foliar na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

		MFI	MSI
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )		------(kg unidade <sup>-1</sup> ) -----	
	0	0,670 <sup>1</sup>	0,134
	4	0,690	0,138
Doses de B foliar (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	0,633	0,126
	0,25	0,723	0,144
	0,5	0,659	0,131
	0,75	0,711	0,142
	1,0	0,673	0,134
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )		Equações	
MFI	0	y=-0,0002x <sup>2</sup> +0,21x+0,638; R <sup>2</sup> =36,55; p=0,15 ns	
	4	y=-0,0001x <sup>2</sup> +0,16x+0,654; R <sup>2</sup> =19,89; p=0,38 ns	
MSI	0	y=-0,00004x <sup>2</sup> +0,04x+127,75; R <sup>2</sup> =36,44; p=0,15 ns	
	4	y=-0,00002x <sup>2</sup> +0,03x+130,92; R <sup>2</sup> =19,9; p=0,38 ns	
CV (%)		9,39	9,2

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

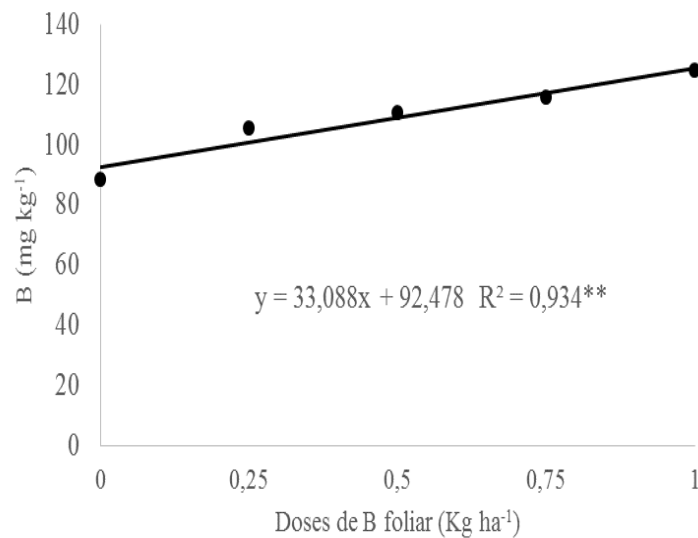
**Tabela 2.** Teor de boro foliar em mg kg<sup>-1</sup> de massa seca em função da aplicação de boro no solo e via foliar na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

		BORO FOLIAR
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )
	0	99,4 b
	4	118,6 a
		Equações
	0	y=-0,0000045x <sup>2</sup> +0,045x+79,38; R <sup>2</sup> =98,81; p=0,86 ns
	4	y=-0,00003x <sup>2</sup> +0,0059x+100,76; R <sup>2</sup> =78,67; p=0,5 ns
CV (%)		16,98

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

Verificou-se que houve diferença estatística com maior teor foliar de boro com a utilização de 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro no solo, na média das doses aplicadas via foliar, com

acrécimo de 19,38% nos teores de B nas folhas do brócolis em relação ao tratamento sem boro no solo (Tabela 2).



**Figura 2.** Teor de B foliar em função da média da aplicação de boro no solo e sem aplicação. Ipameri, UEG, 2016.

Observou-se que a aplicação foliar de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B promoveu o maior teor foliar de 125,56 g kg<sup>-1</sup> de B e, a superioridade de 35,7% em relação ao tratamento sem aplicação foliar, na média dos tratamentos no solo (Figura 2).

Para o diâmetro da inflorescência (DI) verificou-se que a aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo não interferiu de maneira significativa, com médias de 17,8 cm, aproximadamente (Tabela 3). A aplicação foliar também não promoveu diferenças significativas no DI, com médias variando entre 17,33 e 18,1 cm.

Na tabela 3 verificou-se que a aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo não houve diferença estatística na ocorrência das hastes ocas (OHO). Observou-se também que não houve diferença significativa com a aplicação foliar de B na OHO. Contudo, observou-se que houve a ocorrência da anomalia fisiológica em todas as plantas do trabalho.

Para a produtividade verificou-se que a aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo não promoveu diferença significativas (Tabela 3). Verificou-se também que a aplicação foliar não proporcionou diferença significativas, com médias de 14074 a 16087 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade de brócolis. Observou-se que toda produtividade adquirida no experimento foi considerada como comercial, pelo fato, que as inflorescências não apresentaram deformações, nem podridão e ficaram com massa fresca acima de 0,5 kg (HORTIBRASIL, 2016)

**Tabela 3.** Diâmetro da Inflorescência (DI), Ocorrência de Haste Oca (OHO) e Produtividade (PROD) comercial/total em função da aplicação de boro no solo e via foliar na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

	DI	OHO	PROD
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )	(cm)	(%)	(kg ha <sup>-1</sup> )
0	17,78 <sup>1</sup>	99	14896
4	17,81	100	15340
Doses de B foliar (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	17,33	100	14074
0,25	18,02	97,9	16087
0,5	17,77	100	14655
0,75	18,1	100	15805
1,0	17,77	100	14969
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )	Equações		
DI	0	y=-0,000002x <sup>2</sup> +0,0024x+17,16; R <sup>2</sup> =59,74; p=0,36 ns	
	4	y=-0,000002x <sup>2</sup> +0,0016x+17,64; R <sup>2</sup> =15,08; p=0,35 ns	
OHO	0	y=0x <sup>2</sup> +0x+100; R <sup>2</sup> =0; p=1,0 ns	
	4	y=0,000005x <sup>2</sup> -0,003x+98,92; R <sup>2</sup> =21,43; p=0,40 ns	
PROD	0	y=-0,004x <sup>2</sup> +4,75x+14195,42; R <sup>2</sup> =36,55; p=0,15 ns	
	4	y=-0,002x <sup>2</sup> +3,57x+14547,61; R <sup>2</sup> =19,89; p=0,38 ns	
CV (%)	4,73	2,65	9,39

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

**Tabela 4.** Receita Bruta (REC B) e Receita Bruto menos os custos com aplicação de boro e mão de obra de aplicação (REC B – C) em função da aplicação de boro no solo e via foliar na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

	REC B	REC B - C
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )	------(R\$ ha <sup>-1</sup> )-----	
0	28005,00 <sup>1</sup>	27675,03
4	28840,00	28327,44
Doses de B foliar (kg ha <sup>-1</sup> )		
0	26459,25	26367,85
0,25	30245,37	29748,79
0,5	27552,44	27050,69
0,75	29714,44	29207,52
1	28143,42	27631,32
Boro no solo (kg ha <sup>-1</sup> )	Equações	
REC B	0	y=-0,0083x <sup>2</sup> +8,93x+26687,39; R <sup>2</sup> =36,55; p=0,15 ns
	4	y=-0,0049x <sup>2</sup> +6,72x+27349,52; R <sup>2</sup> =19,89; p=0,38 ns
REC B – C	0	y=-0,0074x <sup>2</sup> +7,68x+26641,67; R <sup>2</sup> =32,84; p=0,20 ns
	4	y=-0,004x <sup>2</sup> +5,47x+27121; R <sup>2</sup> =14,14; p=0,48 ns
CV (%)	9,39	9,53

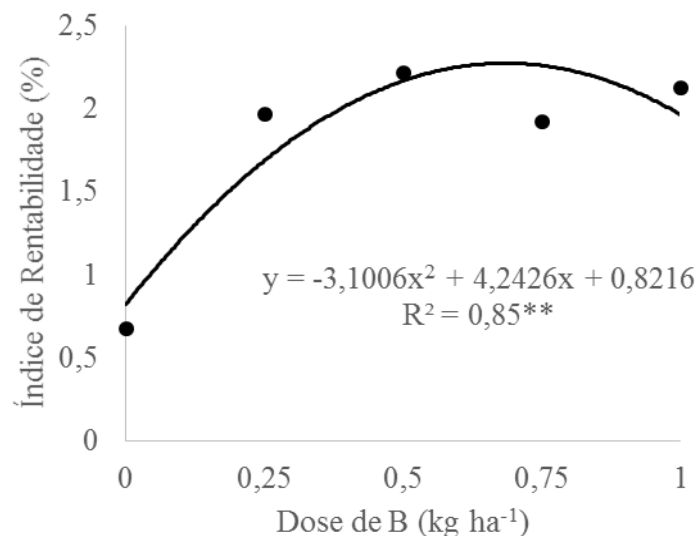
<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

Verificou-se na tabela 4 que a aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo e a aplicação de foliar não apresentou diferença significativa em nenhuma das variáveis. Contudo, a receita bruta (REC B) ficou com média de R\$ 26.459,25 a R\$ 30.245,37 entre os tratamentos. Na receita bruta menos os custos com a aplicação e os adubos (REC B – C) obteve-se a média de R\$ 26367,85 a R\$ 29748,79 entre os tratamentos.

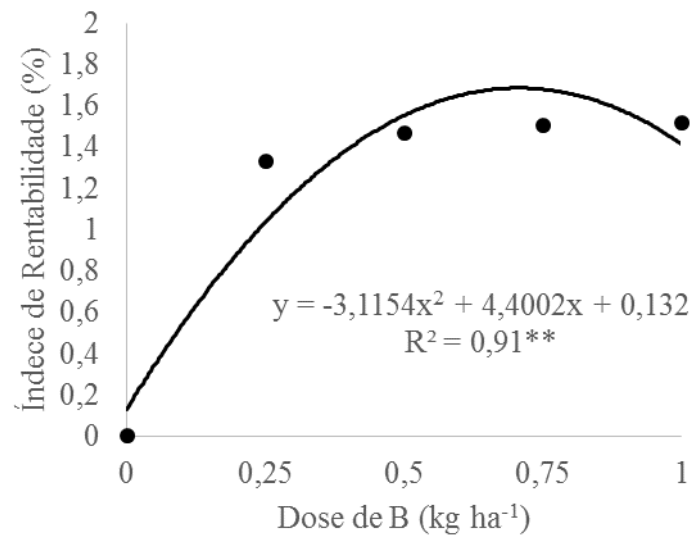
Contudo, apesar de não ter ocorrido diferença significativa na produtividade, verificou-se que houve a diferença significativa entre a interação das doses aplicadas via foliar no solo para o índice de rentabilidade (IR) com ajustes quadráticos (Figuras 3 e 4).

Observou-se que o maior IR foi estimado em 2,27%, obtido com a utilização da dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo associado a dose máxima estimada de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar, promovendo o maior retorno econômico para a cultura do brócolis. Verificou-se também, a superioridade de 2,14 e 1,45% em relação ao tratamento controle e ao tratamento com apenas B no solo (sem aplicação foliar), respectivamente (Figura 3).

Quando não se aplicou B no solo verificou-se que a utilização da dose máxima estimada de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar obteve-se o IR máximo estimado de 1,68%, valor 1,55% maior ao obtido no tratamento controle (Figura 4).



**Figura 3.** Índice de Rentabilidade em função da aplicação foliar de boro e a aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro no solo. Ipameri, UEG, 2015.



**Figura 4.** Índice de Rentabilidade em função da aplicação foliar de boro e sem a aplicação de boro no solo. Ipameri, UEG, 2015.

## DISCUSSÃO

De modo geral, não houve diferença entre a aplicação de boro no solo e nas doses aplicadas via foliar na maioria das variáveis agronômicas e econômicas avaliadas no trabalho, com exceção do índice de rentabilidade. Para tanto, a não ocorrência de diferença possivelmente pode estar relacionados a interferências de fatores abióticos. Verificou-se que houve altos índices pluviométricos durante a condução do experimento, fato que possivelmente aumentou a absorção do boro pelas raízes, uma vez que, o nutriente é transportado predominantemente por fluxo de massa, conforme afirmam Malavolta et al. (1997).

Os resultados apresentados no experimento foram diferentes aos obtidos por outros autores, como Silva et al. (2012), que obtiveram efeito significativo entre cultivares e doses de boro na cultura do repolho, para a maioria das variáveis estudadas, porém trabalhando com doses de 0 a 10 kg ha<sup>-1</sup> de B aplicados no solo. Trabalhando com repolho e couve-flor, Alves (2009) verificou efeitos significativos das doses de boro em todas as características avaliadas, com exceção do número de folhas, área foliar e matéria seca da folha, utilizando concentrações até 0,340 g L<sup>-1</sup> de B em aplicação foliar em plantas conduzidas em substrato inerte.

Para a massa fresca da inflorescência verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, todos os valores apresentados ficaram acima do exigidos como padrão de classificação e aspecto visual pela Hortibrasil (2015) para comercialização. Observou-se também que, os valores de massa fresca das inflorescências foram superiores aos apresentados por Melo et al. (2010), que trabalhou com diferentes variedades de brócolis e obteve a sua maior massa média de 0,46 kg por inflorescência. Enquanto Pizetta et al. (2005) obteve maiores valores de massa das inflorescências de brócolis trabalhando com até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo.

O maior teor de B nas folhas foi adquirido com a aplicação foliar, demonstrando que a sua aplicação foliar foi absorvida pelas plantas e refletiu em aumento nos teores nas folhas. Sendo assim, a aplicação foliar pode ser uma alternativa para disponibilizar o elemento para o brócolis, suplementando a aplicação no solo e podendo evitar possíveis deficiências durante o ciclo da planta, por ser o boro, também considerado um nutriente de baixa mobilidade no floema. Além do mais, todos os demais tratamentos apresentaram os teores do nutriente acima da faixa considerada adequada por Trani et al. (1997). Contudo, mesmo com os teores acima da faixa ideal, as plantas de brócolis não apresentaram sintomas de toxidez do nutriente.



Pizetta et al. (2005) obteve os teores de boro na folha de brócolis variando de 32 a 62 mg kg<sup>-1</sup> com a aplicação de 6 e 8 kg ha<sup>-1</sup> de B em um solo com 0,15 mg dm<sup>-3</sup> do elemento. Diante disso, os teores foliares adquiridos foram inferiores aos obtidos neste experimento mesmo utilizando doses superiores. Coutinho et al. (1999) verificaram que a produção máxima relativa de cabeças de repolho híbrido Fuyutoyo esteve associada a teores iguais a 20 mg kg<sup>-1</sup> de B nas folhas.

As doses de boro aplicadas não promoveram diferença no diâmetro da inflorescência, e nem o aumento do teor de B nas folhas contribuíram para aumentá-lo, porém apresentou maiores valores que os adquiridos por outros autores. Melo (2007) obteve valores inferiores de diâmetro com a utilização da dose de 3 kg ha<sup>-1</sup> de B aplicados no solo na cultura do brócolis. Lalla et al., (2010) com a aplicação de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B também obteve valores inferiores do diâmetro da inflorescência do brócolis, porém em condições edafoclimáticas diferentes ao do presente trabalho. Enquanto Pizetta et al. (2005) obteve valores superiores em todas as doses utilizadas (0 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de B).

A determinação do diâmetro da inflorescência é essencial na comercialização, onde é verificado na CEAGESP (2016) que os melhores preços são praticados em inflorescências de diâmetro entre 15 e 24 cm. Sendo assim, todos os diâmetros adquiridos no experimento ficaram na faixa ideal para os melhores preços de comercialização.

Verificou-se que a aplicação de B foliar e nem a sua aplicação no solo proporcionaram diminuição na ocorrência de haste oca nas plantas. Observou-se também, que houve a sua ocorrência em todas as plantas do trabalho, mesmo com teores de B foliar acima das concentrações adequadas, demonstrando assim, que essa anomalia pode estar relacionada a outros fatores como, nutricional ligados a outros nutrientes, genéticos, ambientais ou por distúrbios fisiológicos de natureza ainda não conhecida.

Resultados diferentes aos obtidos por Camargo et al. (2009) e Pizetta et al. (2005) que reduziram as hastes ocas em couve-flor com a utilização de doses de até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B. Gupta e Cutcliffe (1973), com a aplicação de até 4,48 kg ha<sup>-1</sup> de B, não obtiveram a redução na incidência do distúrbio em couve-flor e brócolis. Por outro lado, Mello et al. (1997) trabalhando com cultivares de brócolis em um solo de textura média e teor de 1 mg de B kg<sup>-1</sup> obteve redução de haste oca com a aplicação de 2,16 kg ha<sup>-1</sup> B.

A aplicação foliar de B e nem a adubação no solo aumentou a produtividade comercial do brócolis. Outro fator observado foi que o aumento do teor do nutriente nas folhas também não esteve ligado ao aumento na produtividade. Isso pode ter ocorrido possivelmente pelos altos índices pluviométricos que aumentou o gradiente do potencial hídrico e contribuiu para facilitar a absorção de B pelas raízes e a sua translocação no xilema nos tratamentos que não

receberam adubações com B. Assim, a quantidade de nutriente que já estava presente no solo foi suficiente para suprir as necessidades da planta, justificado pelo teor de boro no tratamento controle, onde o nutriente foi absorvido pelas raízes e translocado para as folhas.

As produtividades adquiridas no trabalho foram superiores aos obtidos em alguns trabalhos na literatura, como Campgnol et al. (2009) e Melo (2007) e inferiores ao adquirido por Pizetta et al. (2005) que observaram que o brócolis apresentou, em relação ao controle um incremento de 18% na produtividade com aplicação de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B. Isso demonstra, a forte relação existente da aplicação de B com o aumento da produtividade na cultura da cultura do brócolis, porém, não obtidas neste trabalho. Resultados também estão próximos às recomendações proposta por Trani et al. (1996) e Filgueira (2013).

Contudo, nem sempre o maior valor de produtividade e a maior receita bruta são suficientes para promover o maior retorno econômico. Apesar de não ter ocorrido diferença significativas na produtividade, verificou-se que houve a diferença significativa no índice de rentabilidade. O maior índice de rentabilidade foi adquirido com a utilização de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo associado a aplicação foliar de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B, onde tornou-se viável economicamente a sua utilização, nas condições do experimento.

## CONCLUSÃO

A adubação foliar e a aplicação de boro no solo aumentaram os teores do micronutriente nas folhas, porém não influenciaram a produtividade nem alterou significativamente as características agronômicas do brócolis.

A maior rentabilidade foi obtida com a dose estimada de  $0,68 \text{ kg ha}^{-1}$  de B via foliar, com aplicação de  $4 \text{ kg ha}^{-1}$  de B no solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. V. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de repolho e de couve-flor**. Universidade Estadual Paulista: FCAV, 2009. 64 p.
- BERGAMIN, L. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Produção de repolho em função da aplicação de boro associada a adubo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 311-315, 2005.
- BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 31-34, 2002.
- CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; FOLTRAN, D. E.; CARMELLO, Q. A. C. 2009. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 030-034, 2009.
- CAMARGO, P. N. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1975. 258 p.
- CAMPAGNOL, R.; NICOLAI, M.; MELLO, S. C.; ABRAHÃO, C.; BARBOSA, J. C. Boro e nitrogênio na incidência da haste oca e no rendimento de brócolis. **Ciência agrotecnologia**, v. 33, p. 1477-1485, 2009.
- CASTRO, C.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F.; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 214-220, 2006.
- CEAGESP. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/pesquisar/classifica%C3%A7%C3%A3o%20hortali%C3%A7as>. Acesso em: 28 de jan. 2016.
- COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; NISHIKAWA, M. A. N.; CASTELLANE, P. D. Efeitos da calagem e da adubação com boro na produção e no estado nutricional das plantas de repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. *Anais...* Brasília: SBCS, 1999. CD.
- CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisória**. São Paulo: Atlas. 1998. 230 p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa. 2006. 412 p.
- EVERAARTS, A. P.; PUTKE, H. Hollow stem in cauliflower. **Acta Horticulturae**, v. 607, p. 187-190, 2003.
- 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, n.1, p. 57-62, 2000.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.

GALLI, J. A.; PALHARINI, M. C. A.; FISCHER, I. U.; MICHELOTTO, M. D.; MARTINS, A. L. M. Boro: efeito na produção e qualidade de frutos de diferentes variedades de manga. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

GOLDBACH, H. E.; YU, Q.; WINGENDER, R.; SCHULZ, M.; WIMMER, M.; FINDEKLEE, P.; BALUSKA, R. Rapid response reactions of roots to boron deprivation. **J. Plant Nut. Soil Sci.**, v. 164, p. 173-181, 2001.

GUPTA, U. C.; CUTCLIFFE, J. A. Effects of applied and residual boron on the nutrition of cabbage and field beans. **Canadian Journal Soil Science**, v. 64, p. 571-576, 1984.

GUPTA, U. C. Boron deficiency and toxicity symptoms for several crops as related to tissue boron levels. **Journal of Plant Nutrition**, v. 6, p. 387-395, 1983.

HORTIBRASIL. Instituto brasileiro de qualidade em hortaliças. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/classificacao/couveflor/arquivos/categoria.html>. Acesso em: 12 de dez. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/sim/gera\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos.php). Acesso em: 12 de dez. 2015.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolos. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. P. C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS. 1993, 480 p.

KOTUR, S. C. Standardization of foliar spray of boron for correction of brown rot and for increasing yield of cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis) in Bihar plateau. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 68, p. 218-221, 1998.

LALLA, J. G.; LAURA, V.A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVEIRA, D.S.; ZAGO, V.H.; DORNAS, M.F. 2010. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 360-363, 2010.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C. G.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.

MELLO, S. C.; CASTELLANE, P. D.; CORTEZ, G. E. P. Influência do boro no desenvolvimento e na produtividade de cultivares de brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*). **Científica**, São Paulo, v. 25, p. 269-277, 1997.

MELO, R. A. **Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema de plantio direto**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 56 p.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolis de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 23-28, 2010.

NABLE, R. O.; BAÑUELOS, G. S.; PAULL, J. G. Boron toxicity. **Plant Soil**, v. 193, p. 181-198, 1997.

PIZETTA, L. C.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 51-56, 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. 1999. 360 p.

SILVA JÚNIOR A. A. **Repolho**: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadológica. Florianópolis: EMOASC, 1987. 259 p.

SILVA, K. S.; SANTOS, E. C. M.; BENETT, C. G. S.; LARANJEIRA, L. T.; EBERHARDT NETO, E.; COSTA, E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 520-525. 2012.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

TRANI, P. E.; GROppo, G. A.; SILVA, M. C. P.; MINAMI, K.; BURKE, T. J. Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Brasília, v. 15, p. 19-24, 1997.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO, J.A.; TAVARES, M. Brócolos, couve-flor e repolho. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**: Boletim 100. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1996. 175 p.

VIGIER, B.; CUTCLIFFE, J. A. Effect of boron and nitrogen on the incidence of hollow stem in broccoli. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 157, p. 303-308, 1984.

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA**, 1, 1988, Jaboticabal. *Anais...* Piracicaba: POTAFOS/CNPQ, 1991. p. 391-412.

YAMADA, T.; Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Potafos**, n. 90, 2000.

**CAPÍTULO 2: APLICAÇÃO DE BORO E CAMA DE AVIÁRIO NA CULTURA DO  
BRÓCOLIS**

## RESUMO

A utilização da adubação orgânica com cama de aviário vem ganhando grande importância na agricultura, por ser de fácil aquisição nas regiões próximas as granjas de aves e pelo fato de ser uma boa fonte de nutrientes. Dependendo do tempo do lote e da qualidade do material utilizado, a cama pode apresentar teores expressivos de alguns nutrientes. Através da análise química da cama de aviário de 5º lote, verificou-se o teor de  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  de boro, sendo uma boa alternativa na disponibilidade desse micronutriente para as plantas. O objetivo do experimento foi a avaliação das características agrônômicas e econômicas da cultura do brócolis, mediante a aplicação de doses de boro no sulco de transplante, com ou sem a aplicação de cama de aviário. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, na área experimental do Campus de Ipameri. A variedade do brócolis utilizada foi a Avenger de cabeça única da empresa Sakata®. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados no esquema fatorial  $2 \times 5$ , sendo o primeiro fator caracterizado como sem ou com aplicação da cama de aviário ( $0$  e  $10 \text{ t ha}^{-1}$ ) e o segundo fator a aplicação de boro no solo em cinco doses ( $0$ ;  $2$ ;  $4$ ;  $6$  e  $8 \text{ kg ha}^{-1}$ ), na forma de ácido bórico, com três repetições. As variáveis analisadas foram: teor de boro na inflorescência, folhas, caule e teor de boro total da parte aérea, massa fresca, seca da inflorescência, folhas e caule, diâmetro da inflorescência; produtividade comercial e total, incidência da haste oca e os aspectos econômicos da adubação (receita bruta, receita líquida e o índice de rentabilidade). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F ( $p < 0,05$ ) e à análise de regressão. Houve interação significativa entre a aplicação com cama de aviário e as doses de B no solo, para as variáveis de massa seca do caule, teor de boro no caule e o índice de rentabilidade. A dose até  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  de B sem aplicação da cama de aviário obteve o maior teor de B no caule entre os tratamentos. A utilização das doses de  $6$  e  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  de B aplicados no solo promoveram teores de B superiores em relação aos demais tratamentos. A aplicação da cama de aviário promoveu os maiores valores de massa fresca de folhas, inflorescência, teor de B foliar, produtividade e receita bruta. A dose de melhor eficiência econômica foi adquirida com a utilização de  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  de B com a aplicação de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de aviário.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* var. *italica*, micronutriente, índice de rentabilidade



## ABSTRACT

The use of organic fertilizer with poultry litter has gained great importance in agriculture, because it is easy to purchase in the regions near the poultry farms and by being a good source of nutrients. Depending lot of time and quality of material used, the bed can present significant levels of some nutrients. Through chemical analysis of avian 5 ° batch bed, there is a content of 200 mg kg<sup>-1</sup> of boron, being a good alternative in the availability of the micronutrient for the plants. The aim of the experiment was to evaluate the agronomic and economic characteristics of broccoli culture, by applying boron doses at transplanting groove, with or without poultry litter application. The experiment was conducted at the Universidade Estadual de Goiás, in the experimental area of the Campus Ipameri, Brazil. The variety of broccoli used was the Avenger single head Sakata® company. The experimental design was a randomized complete block in a factorial 2 x 5, the first factor characterized as without or with application the poultry litter (0 and 10 t ha<sup>-1</sup>) and the second factor was boron application in soil in five doses (0; 2; 4; 6 and 8 kg ha<sup>-1</sup>) as boric acid, with three replications. The variables analyzed were: boron content in the inflorescence leaves, stem and total boron content of shoots, fresh pasta, dry inflorescence, leaves and stem, inflorescence diameter; commercial and total productivity, incidence of hollow stem and the economics of fertilizer (gross revenue, net revenue and the profitability index). The data were submitted to analysis of variance by F test (p <0.05) and regression analysis. There were significant differences for the interaction of the application with poultry litter and B doses in the soil, to the dry mass of stem variables, boron content in the stem and the profitability index. The dose up to 8 kg ha<sup>-1</sup> to B without application of poultry litter had the highest content of B in the stem between treatments. The use of doses of 6 and 8 kg ha<sup>-1</sup> B applied to the soil promoted B content higher than the other treatments. The application of poultry litter promoted the highest values of fresh leaves, inflorescence, leaf B concentration, productivity and gross revenue. The dose of better economic efficiency was gained with the use of 8 kg ha<sup>-1</sup> B with the application of 10 t ha<sup>-1</sup> of manure.

**KEY-WORDS:** *Brassica oleracea* var. *italica*, micronutrients, profitability index

## INTRODUÇÃO

O brócolis é uma planta sensível a baixos níveis de boro, entre outros, podendo apresentar deficiência desse micronutriente em solos não corrigidos em boro (SOUZA e RESENDE, 2003). As deficiências do elemento podem ocorrer também em solos arenosos, pobres em matéria orgânica e ácidos, portanto a sua adubação pode ser recomendada com frequência nos solos brasileiros (BERGAMIN et al., 2005).

Na planta o boro pode estar relacionado em determinados processos tais como: na respiração, lignificação, integridade da membrana, síntese do metabolismo fenólico, da parede celular, do RNA e carboidratos (YAMADA, 2000), além de participar do transporte de ácido indolacético, atividade da ATPase (GOLDBACH et al., 2001).

O limite entre deficiência e toxicidade de boro nas plantas é estreito (GUPTA, 1983). A aplicação em excesso pode-se tornar tóxico, causando o aparecimento de queimaduras nas bordas das folhas, diminuição do crescimento da planta e pode causar a morte das plantas (NABLE et al., 1997). A sua deficiência no brócolis pode resultar em coloração escura da parte central do caule, inflorescências pequenas e pouco compactas (FILGUEIRA, 2013), pontuações de coloração bronzeada nas inflorescência e a ocorrência da anomalia fisiológica da haste oca (EVERAARTS e PUTKE, 2003).

Entretanto, em sistemas onde se utiliza matéria orgânica diversificada e que naturalmente apresenta em sua composição teores bastante significativos de micronutrientes, essa carência nutricional de B pode-se tornar inexistente ou minimizadas (SOUZA e RESENDE, 2003).

A recomendação de Filgueira (2013) é de 2 a 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro aplicados no solo e mais 3 a 4 aplicações foliares de 0,2% de B na solução e adição de adubos orgânico sem especificar quantidades, para brócolis, couve-flor e repolho, não levando em consideração os teores no solo e nem a dose máxima econômica.

No solo o boro aparece principalmente ligado a matéria orgânica como boro orgânico, sendo a fonte prontamente disponível para as plantas. Em solos que recebem fartas fertilizações orgânicas ou são ricos em matéria orgânica, tem boa disponibilidade em boro, demonstrando que há proteção do micronutriente liberado contra lavagens do perfil, porém, com poucas evidências de ser adsorvido pelo húmus (KIEHL, 1985).

Entre os adubos orgânicos existentes, pode-se destacar a cama de aviário, por ser uma boa fonte de nutrientes (BLUM et al., 2003) e fácil aquisição nas regiões próximas as granjas. A cama de aviário é oriunda dos resíduos provenientes da criação intensiva de frangos, que

são ricos em nutrientes e, por estarem disponíveis nas propriedades rurais a um baixo custo e, podem ser viabilizados pelos produtores na adubação das culturas comerciais (COSTA et al., 2009).

A cama de aviário é uma importante fonte de macro e micronutrientes, e quando manejada adequadamente, pode suprir parcial ou totalmente a adubação química (BLUM et al., 2003). O material usado como cama, o tamanho de partículas, o número de lotes e o sistema de produção, definem a velocidade da decomposição e os teores de nutrientes; inclusive o teor de boro presentes na cama de aviário (KIHTEL, 1985). Em amostras estudadas por Valadão et al. (2011) foi verificado o teor de  $137 \text{ mg kg}^{-1}$  de B total na matéria seca. Em análises de cama de aviário da região verificou-se o teor de  $200 \text{ mg kg}^{-1}$  de B na matéria seca.

Os adubos orgânicos em geral são ricos em elementos minerais e quando aplicados no solo podem promover o aumento da fertilidade e também a redução dos fertilizantes minerais, que por sua vez constituem a maior parte do custo de produção das lavouras (RICHETTI, 2011). A utilização correta da cama de aviário nas lavouras pode gerar uma economia de fertilizantes, aumentar os rendimentos e diminuir o impacto ambiental, consequentemente melhorar a também a rentabilidade e a qualidade de vida do meio rural (FÁVERO, 2012).

Na literatura consultada, não foram encontradas informações relacionando à influência da adubação orgânica com cama de aviário, na disponibilidade de boro e seus resultados para a cultura brócolis. Porém, alguns artigos científicos demonstram a sua importância em outras hortaliças.

No trabalho de Mueller et al. (2013), a utilização da adubação com cama de aviário promoveu respostas positivas no teor de boro foliar no tomateiro. Em estudos com repolho, Bergamin et al. (2005) observaram que houve aumento na produção com a aplicação de vermicomposto bovino e o aumento do teor de boro no solo. Carneiro et al. (1995), aplicando doses de boro na ausência de matéria orgânica, obtiveram a produtividade  $38,78 \text{ t ha}^{-1}$  de repolho, e as doses se ajustaram a uma regressão quadrática, com ponto de máxima de  $2,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de B.

Outro fator que deve ser levado em consideração é nem sempre a melhor dose aplicada e maior produtividade adquiridas são resultados de melhor eficiência econômica, por isso existe a necessidade de se conhecer os índices de rendimento das atividades agrícolas para determinar o melhor manejo. Crepaldi (1998) cita que é de suma importância para os agricultores obter informações sobre os custos de uma cultura, pois estes dados irão auxiliar na otimização dos recursos utilizados em sua produção e, consequentemente, terão possibilidade de melhores resultados.

## **OBJETIVOS**

O objetivo do experimento foi avaliar as características agronômicas e econômicas da cultura do brócolis, mediante a aplicação de doses de boro no solo, com ou sem a aplicação de cama de aviário.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás, na fazenda experimental do Campus de Ipameri, GO, cuja as coordenadas geográficas são 17°43'19'' de Latitude Sul, 48°08'51'' Longitude Oeste e com altitude de 791 metros.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como clima tropical quente sub-úmido, com precipitação média anual de 1450 mm, estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Embrapa, 2006). As características químicas do solo da área foram: 4,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> da CTC; 78 V%; 17 g dm<sup>-3</sup> de Matéria Orgânica; 2,4; 0,9 e 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, Mg e Al, respectivamente; 99; 3,6; 3,6; 0,71; 0,11; 0,13; 68; 14,5 mg dm<sup>-3</sup> de K, P Mehlich, S, Zn, B, Cu, Fe, Mn, respectivamente, e textura média do solo. O teor de boro presente na área experimental foi classificado como baixo (0 – 0,2 mg dm<sup>-3</sup>) conforme Souza e Lobato (2004).

A cultivar do brócolis utilizada foi o híbrido Evenger de cabeça única da empresa Sakata®, recomendada para plantio em meia estação. A semeadura foi realizada no dia 12 de abril de 2015 em bandejas de poliestireno de 200 células, preenchidas com substrato organomineral marca comercial Plantmax® hortaliças. As plantas foram mantidas em ambiente protegido com sombreamento de 60% e irrigadas diariamente através do equipamento de irrigação por micro aspersão nebulizador. Aos 25 dias após a emergência, as mudas foram transplantadas para o campo.

A adubação foi realizada 10 dias antes do transplante das mudas e aplicada em quantidades iguais em todos os tratamentos, seguindo-se as recomendações para a cultura propostas por Ribeiro et al. (1999). Utilizou-se como fontes de macronutrientes a ureia (46% de N), superfosfato simples amoníado (03% de N, 17% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O).

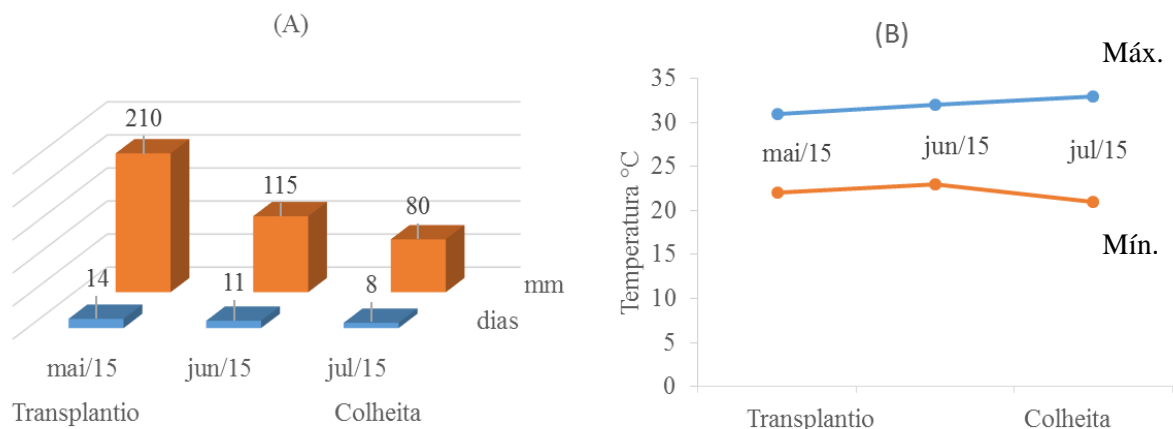
O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, sendo o primeiro fator caracterizado como, sem ou com aplicação da cama de aviário (0 e 10 t ha<sup>-1</sup>) e o segundo fator a aplicação via foliar de boro em cinco doses (0; 2; 4; 6 e 8 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de ácido bórico (17% de B), com três repetições. O tratamento que não recebeu adubação de cama de aviário e nem boro via solo foi considerado o controle do experimento.

As doses de boro via solo foram diluídas em 10 litros de água e aplicadas na área das parcelas no momento do transplante das mudas. A adubação com cama de aviário foi aplicada

a lanço 30 dias antes do transplântio das mudas e foram incorporadas no solo com enxadas manuais. A dose de cama de aviário utilizada foi calculada e ajustada tendo como referênciâ a base seca (65 °C) da cama de aviário. As características químicas da cama de aviário apresentaram os seguintes valores: 24; 76; 19,5; 410; 260 g kg<sup>-1</sup> de N; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O; matéria orgânica; umidade, respectivamente; 200 mg kg<sup>-1</sup> de B; 7,35 de pH e 13,4 de relação C/N.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 2,25 m dispostas no espaçamento de 1,0 entre linhas e 0,45 m entre plantas, totalizando 20 plantas por parcela. Como área útil da parcela foram consideradas as 6 plantas centrais.

Realizou-se o controle das plantas daninhas através de capina manual, e os demais tratos culturais, fitossanitários e controle de pragas foram os normalmente recomendados para a cultura quando foram necessários. Foram utilizados os princípios ativos para pragas: permetrina 250g l<sup>-1</sup>, acephate 750 g kg<sup>-1</sup>, novaluron 100 g l<sup>-1</sup>, clorantraniliprole 250 g l<sup>-1</sup> e mallathion 500 g l<sup>-1</sup>. Foram utilizados os princípios ativos para doenças: oxiclreto de cobre 588 g kg<sup>-1</sup> e o mancozeb 800 g kg<sup>-1</sup>. As doses utilizadas foram as mesmas recomendadas para o repolho de acordo com o fabricante do produto comercial.



**Figura 5.** Condições climáticas no período de condução do experimento: (A) Precipitação pluvial (mm/mês) e a quantidade de dias com precipitação; (B) Temperatura Máxima e Mínima mensais (°C) em Ipameri, 2015.

O fornecimento de água foi realizado conforme recomendações de Silva Junior (1987), para cultura do repolho. As irrigações foram realizadas alternando os dias em todas as parcelas, com uma lâmina de 14 mm através do equipamento de irrigação por micro aspersão convencional, totalizando aproximadamente 270 mm acumulados durante o ciclo. A irrigação foi interrompida quando houve precipitações, totalizando o acumulado de 405 mm em

precipitação durante todo o ciclo do brócolis e, também, temperatura média variando entre 11 a 33°C, conforme Figura 5 (INMET, 2015).

A colheita iniciou-se aos 58 dias após o transplântio (DAT) das mudas quando as inflorescências estavam bem formadas, compactas e antes do florescimento e foi estendida até os 70 DAT, realizando colheitas semanais. Foram avaliados os componentes da produção, onde foram coletadas as amostras de seis plantas da área útil de cada parcela. Avaliou-se a massa fresca e seca das inflorescências, folhas e caule, o diâmetro das inflorescências e a incidência de haste oca.

Com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão as partes da planta tiveram sua massa fresca determinada e foram encaminhadas à estufa de circulação de ar forçada, à temperatura de 65°C, durante 72 horas. Após esse período as amostras tiveram sua massa seca determinada. O diâmetro das inflorescências foi determinado com o auxílio de uma régua milimétrica, medindo as transversalmente. A partir disso, foi calculada a produtividade total e comercial por hectare, que foi estimada por meio da extrapolação da produção colhida na área útil das parcelas para um hectare em kg.

A produtividade comercial foi obtida de acordo com as normas de classificação da couve-flor proposta pela Hortibrasil (2015), onde foram consideradas inflorescências comerciais as que tinham massa fresca maior que 0,5 kg e que não apresentaram injúrias mecânicas e doenças.

Realizou-se também a análise de boro na inflorescência, folhas e caule, coletando-as no momento em que estavam no ponto de colheita. Em seguida, o material foi seco em estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65°C, por cerca de 72 horas. Depois de seco, o material foi moído em moinho tipo Wiley equipado com peneira de malhas com abertura de 1 mm. Após foi acondicionado 100 g do material em saquinhos para análises, em seguida as amostras foram submetidas à digestão por via seca (incineração por forno mufla por cerca de 3 horas) para extração do boro. A determinação do teor de boro na planta foi realizada pelo o método colorimétrico da azometina H, conforme a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Foram avaliados também os aspectos econômicos através dos valores médios do brócolis, adubos e da cama de aviário, no período de 2010 a 2015. Calculou-se a receita bruta (RB), receita bruta - custos da aplicação com B ( $RB - C$ ) e o índice de rentabilidade (IR). Para os cálculos, utilizaram-se os preços médios no período de cinco anos, que foram para o brócolis, R\$ 1,88 kg<sup>-1</sup> (CEASAGO, 2015), para cada tratamento o proporcional de ácido bórico a R\$ 20,70 kg<sup>-1</sup> (IEA, 2015), o preço por tonelada da cama de aviário foi de R\$ 100,00 (preço praticado na região de Ipameri, GO) e o operacional para cada aplicação de R\$ 100,00

para aplicação da cama de aviário e para a aplicação via solo (preços da região). Os demais custos do cultivo foram iguais para todos os tratamentos e não foram utilizados para os cálculos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as doses de boro à análise de regressão, sendo os modelos escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2008).



## RESULTADOS

Houve diferença significativa na massa fresca das folhas (MFF) com a aplicação da cama de aviário na média das doses de B, obtendo 1,89 kg planta<sup>-1</sup> e o aumento de 9,5% em relação aos tratamentos sem aplicação da cama de aviário (Tabela 5). Essa diferença estatística não foi refletida na massa seca das folhas (MSF), onde os valores adquiridos foram entre 0,17 e 0,18 kg planta<sup>-1</sup>. Observou-se também que não houve diferença significativa com a aplicação das doses de B em ambas variáveis, constatados pelos valores superiores a 0,05 de probabilidade de cada equação de regressão e com suas médias variando entre 1,66 e 2,03 kg planta<sup>-1</sup> de MFF e 0,16 a 0,19 kg planta<sup>-1</sup> de MSF (Tabela 5).

**Tabela 5.** Massa fresca (MFF) e seca das folhas (MSF) em função da aplicação de boro e cama de aviário na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

	MFF	MSF
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )	----- (kg planta <sup>-1</sup> ) -----	
0	1,71 b <sup>1</sup>	0,17
10	1,89 a	0,18
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )		
0	1,86	0,18
2	1,66	0,17
4	1,67	0,16
6	2,03	0,19
8	1,77	0,17
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )	equações	
MFF 0	y=0,01x+1,76; R <sup>2</sup> =4,12%; p=0,44 ns	
10	y=0,004x <sup>2</sup> -0,023x+1,79; R <sup>2</sup> =8,17; p=0,45 ns	
MSF 0	y=0,0006x+0,17; R <sup>2</sup> =2,08; p=0,63 ns	
10	y=0,0004x <sup>2</sup> -0,003x+0,17; R <sup>2</sup> =8,35; p=0,41 ns	
CV (%)	10,94	11,21

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

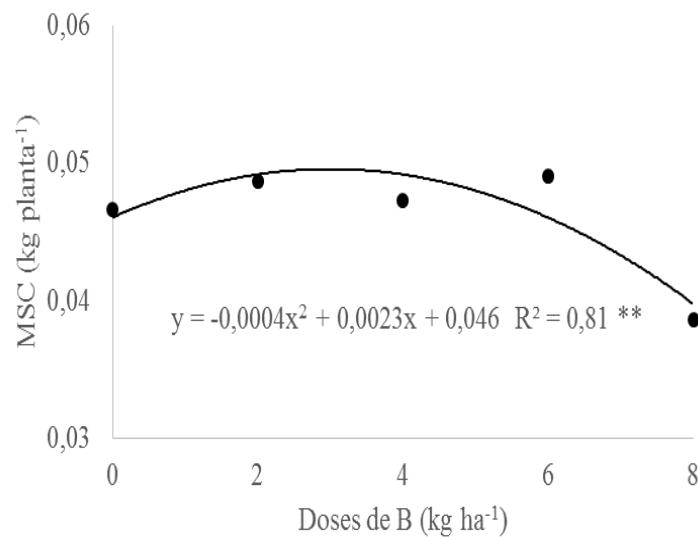
Para a massa fresca do caule (MFC) não houve diferença estatística com a aplicação ou não de cama de aviária e também com a aplicação das doses de B, verificando os valores de MFC variando entre 0,41 a 0,46 kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 6).

Para a massa seca do caule (MSC), verificou-se que houve interação significativa a p<0,01 com ajuste quadrático das doses de B sem a aplicação da cama de aviário (Figura 6). Verificou-se também que, a utilização da dose máxima estimada de 2,87 kg ha<sup>-1</sup> de B obteve o maior valor estimado de MSC de 0,049 kg planta<sup>-1</sup>.

**Tabela 6.** Massa fresca do caule (MFC) e Massa seca do caule (MSC) em função da aplicação de boro e cama de aviário na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

		MFC	MSC
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )		------(kg planta <sup>-1</sup> )-----	
	0	0,42	0,046
	10	0,44	0,045
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )			
	0	0,43	0,045
	2	0,44	0,047
	4	0,41	0,044
	6	0,46	0,051
	8	0,42	0,041
dose de B (kg ha <sup>-1</sup> )		equações	
MFC	0	y=-0,00013x+0,43; R <sup>2</sup> =0,05; p=0,94 ns	
	10	y=-0,0006x <sup>2</sup> +0,0045x+0,43; R <sup>2</sup> =0,48; p=0,51 ns	
MSC	0	y = -0,0004x <sup>2</sup> +0,0023x+0,046; R <sup>2</sup> =0,80; p=0,005**	
	10	y=-0,00007x <sup>2</sup> +0,0008x+0,044; R <sup>2</sup> =8,10; p=0,50 ns	
CV (%)		7,46	5,99

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.



**Figura 6.** Massa seca do Caule (MSC) em função da aplicação das doses de boro (B) sem a aplicação de cama de aviário. Ipameri, UEG, 2016.

Quando se aplicou a cama de aviário não houve diferença significativas entres as doses de B utilizadas e verificou-se que os valores variaram entre 0,041 a 0,051 kg planta<sup>-1</sup> de MSC e coeficiente de variação de 5,99%.

**Tabela 7.** Massa fresca (MFI) e seca da inflorescência (MSI) em função da aplicação de boro e cama de aviário na cultura do brócolis. Ipameri, 2016.

	MFI	MSI
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )	----- (kg planta <sup>-1</sup> ) -----	
0	0,89 b <sup>1</sup>	0,060
10	0,98 a	0,059
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )		
0	0,91	0,054
2	0,92	0,063
4	0,91	0,058
6	0,96	0,061
8	0,95	0,063
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )	equações	
MFI 0	y=0,0062x+0,91; R <sup>2</sup> =67,2; p=0,36 ns	
10	y=0,0003x <sup>2</sup> +0,004x+0,91; R <sup>2</sup> =68,1; p=91,9 ns	
MSI 0	y=0,0007x+0,057; R <sup>2</sup> =37,48; p=0,16 ns	
10	y=-0,00008x <sup>2</sup> +0,001x+0,05; R <sup>2</sup> =40,32; p=0,69 ns	
CV (%)	10,96	12,77

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

Observou-se que houve diferença significativa com a aplicação da cama de aviário na média das doses de B com superioridade de 0,09 kg planta<sup>-1</sup> da massa fresca da inflorescência (MFI) em relação ao tratamento sem cama de aviário (Tabela 7). Porém esse resultado não foi observado na massa seca da inflorescência (MSI) com médias de 0,06 a 0,059 de kg planta<sup>-1</sup> de MSI. Não se observou também, diferença significativa para a aplicação das doses de B em ambas variáveis, pelos valores superiores a 0,05 de probabilidade em cada equação de regressão (Tabela 7).

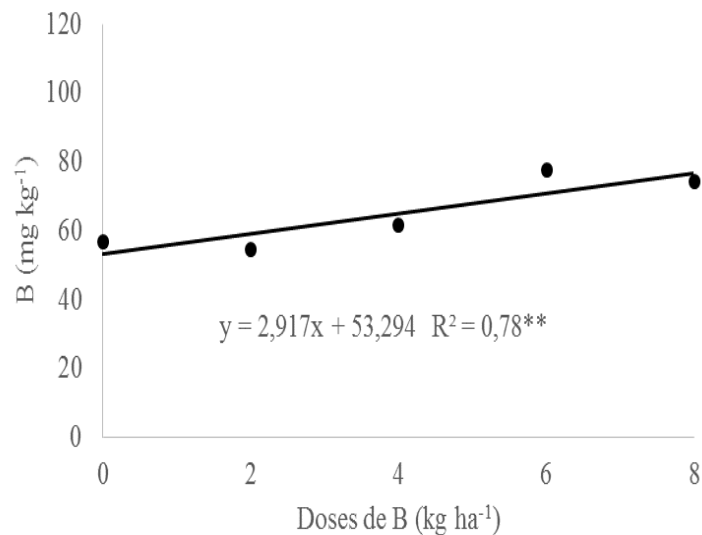
A aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário promoveu o aumento do teor de B nas folhas do brócolis na média das doses de B, com superioridade de 20,6% em relação aos tratamentos sem cama de aviário e 64% em relação ao controle (Tabela 8). Na mesma tabela verificou-se também que a aplicação da cama não promoveu diferença significativa nos teores de B na inflorescência com teores médios de 63,47 e 66,46 mg kg<sup>-1</sup> de B. A aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário não promoveu também diferença nos teores do caule com médias de 70,6 e 72,2 mg kg<sup>-1</sup> de B.

A aplicação das doses de B promoveu diferença significativa e ajustes lineares para os teores de B na inflorescência e nas folhas. Quando se aplicou 8 kg ha<sup>-1</sup> de B proporcionou o teor de 60,63 mg kg<sup>-1</sup> de B na inflorescência, apresentando também a superioridade de 17,5% nos teores de B em relação ao tratamento controle (Figura 7).

**Tabela 8.** Teor de boro na Inflorescência (INFL), Folhas e no Caule em função da aplicação de boro e cama de aviário na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

		INFL	FOLHAS	CAULE
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )		----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----		
	0	66,46	73,53 b	70,6
	10	63,47	88,67 a	72,2
equações				
INFL	0	y=-0,055x <sup>2</sup> +7,14x+51,17; R <sup>2</sup> =51,61; p=0,18 ns		
	10	y=0,791x <sup>2</sup> -3,22x+57,33; R <sup>2</sup> =99,82; p=0,065 ns		
FOLHAS	0	y=-0,29x <sup>2</sup> +6,61x+54,06; R <sup>2</sup> =50,90; p=0,67 ns		
	10	y=-0,44x <sup>2</sup> +10,09x+58,87; R <sup>2</sup> =90; p=0,53 ns		
CAULE	0	y=6,5835x+44,264; R <sup>2</sup> = 0,55; p=0,0006**		
	10	y=0,66x+69,53; R <sup>2</sup> =5,69; p=0,67 ns		
CV (%)		16,11	22,03	24,28

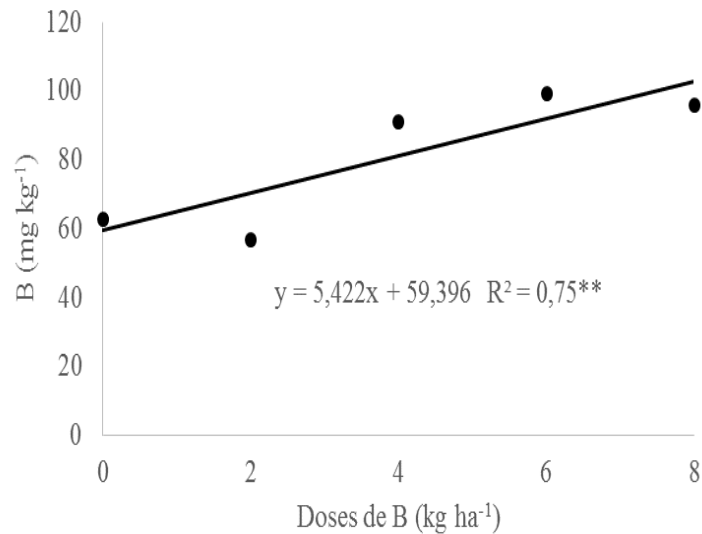
<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

**Figura 7.** Teor de B na inflorescência em função da aplicação das doses de boro (B) na média da aplicação de cama de aviário. Ipameri, UEG, 2016.

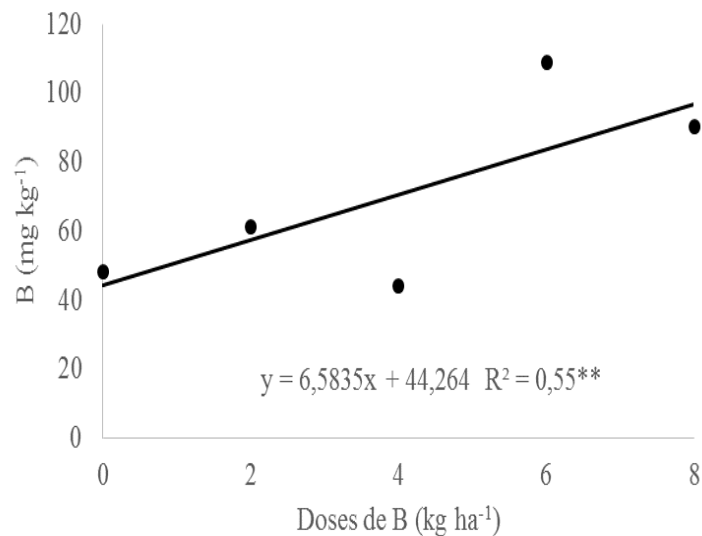
A aplicação de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B proporcionou o teor de 102,75 mg kg<sup>-1</sup> de B nas folhas, apresentando superioridade de 90% em relação ao tratamento controle (Figura 8).

Houve interação significativa da cama de aviário com as doses de B no solo, com ajuste linear sem a aplicação de cama de aviário (Figura 9). Com o aumento das doses até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B obteve o maior teor de B no caule entre os tratamentos com 96,93 mg kg<sup>-1</sup> de B na matéria seca do caule e superioridade de 54% em relação ao tratamento controle. Quando houve a aplicação de cama de aviário não houve diferença significativas com o aumento das

doses de B no solo, com médias de 57,66 a 80,33 mg kg<sup>-1</sup> de B na matéria seca, valores também superiores ao tratamento controle.



**Figura 8.** Teor de B nas folhas em função da aplicação das doses de boro (B) na média da aplicação de cama de aviário. Ipameri, UEG, 2016.



**Figura 9.** Teor de B no caule em função da aplicação das doses de boro (B) sem a aplicação de cama de aviário. Ipameri, UEG, 2016.

No Diâmetro da inflorescência (DI) e na Ocorrência de hastes ocas (OHO) não houve diferença significativa com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário e nem com a aplicação de B (Tabela 9). Porém, observou-se que houve a ocorrência das hastes ocas na maioria das plantas de brócolis do experimento.

A aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário na média das doses de B promoveu valores de produtividade de 21730 kg ha<sup>-1</sup> e a superioridade aos tratamentos sem cama de aviário,

com o aumento de 8,5% na produtividade do brócolis. Porém, não houve diferença significativa na produtividade com o aumento das doses de B (Tabela 9).

**Tabela 9.** Diâmetro da inflorescência (DI), ocorrência de haste oca (OHO) e produtividade (total/comercial) em função da aplicação de boro e cama de aviário na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

	DI	OHO	Produtividade
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )	(cm)	(%)	(kg ha <sup>-1</sup> )
0	18,06	94,6	19783 b <sup>1</sup>
10	18,21	100	21730 a
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	17,89	100	20299
2	18,19	100	20488
4	18,16	87	20344
6	18,17	100	21455
8	18,27	100	21196
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )		equações	
DI	0	y=0,0036x+17,99; R <sup>2</sup> =65,61; p=0,36 ns	
	10	y=-0,0066x <sup>2</sup> +0,09x+17,93; R <sup>2</sup> =77,44; p=0,69 ns	
OHO	0	y=-0,0000001x <sup>2</sup> +97,33; R <sup>2</sup> =0,0; p=1,0 ns	
	10	y=0,47x <sup>2</sup> -3,8x+101,14; R <sup>2</sup> =35,71; p=0,24 ns	
PROD	0	y=137,96x+20205,18; R <sup>2</sup> =67,26; p=0,36 ns	
	10	y=6,41x <sup>2</sup> +86,64x+20256,50; R <sup>2</sup> =68,08; p=0,92 ns	
	CV (%)	3,39	15,01
			10,96

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.

Para a receita bruta verificou que houve diferença estatística com a utilização de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário, com a receita bruta (REC B) de R\$ 40.853,06, com o incremento de R\$ 3659,80 em relação ao tratamento sem aplicação da cama de aviário na média das doses de B (Tabela 10). Já quando se retirou o custo com as aplicações e do boro (REC B - C), não houve diferença significativa entre os tratamentos, com médias de R\$ 37.030,60 a R\$ 39.590,33 de receita.

Contudo, observou-se que os maiores valores de produtividade juntamente com a maior receita bruta foram suficientes para promover o maior retorno econômico. Verificou-se que houve a diferença significativa entre a interação das doses e B aplicadas solo na presença ou não de cama de aviário para o índice de rentabilidade (IR), com ajustes lineares.

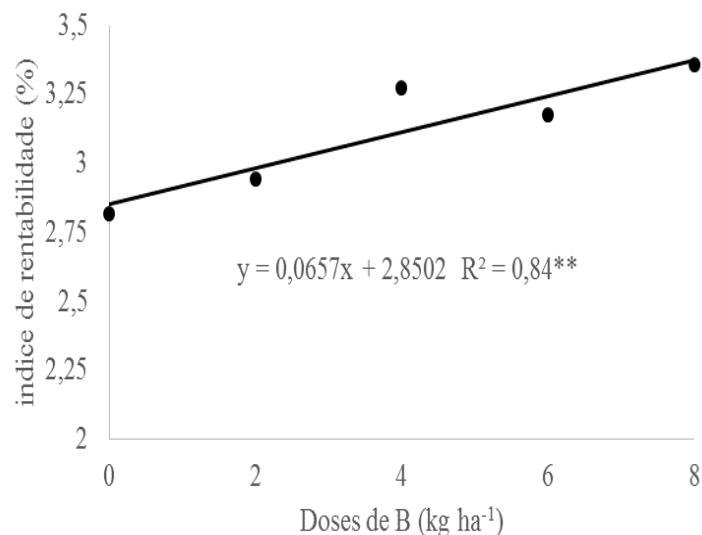
Observou-se que o maior índice de rentabilidade foi obtido com a utilização de cama de aviário juntamente com as doses de B no solo utilizadas (Figuras 10 e 11). Na figura 10 observou-se que a utilização da dose até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo com 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário promoveu o índice de rentabilidade de 3,37% e foi também 3,24% maior que ao IR do

tratamento controle, promovendo o maior retorno financeiro para a cultura do brócolis no experimento.

**Tabela 10.** Receita Bruta (REC B) e Receita Bruta menos o custo da aplicação das doses de cama de aviário (REC B – C), doses de B e da aplicação em função da aplicação de boro e cama de aviário na cultura do brócolis. Ipameri, UEG, 2016.

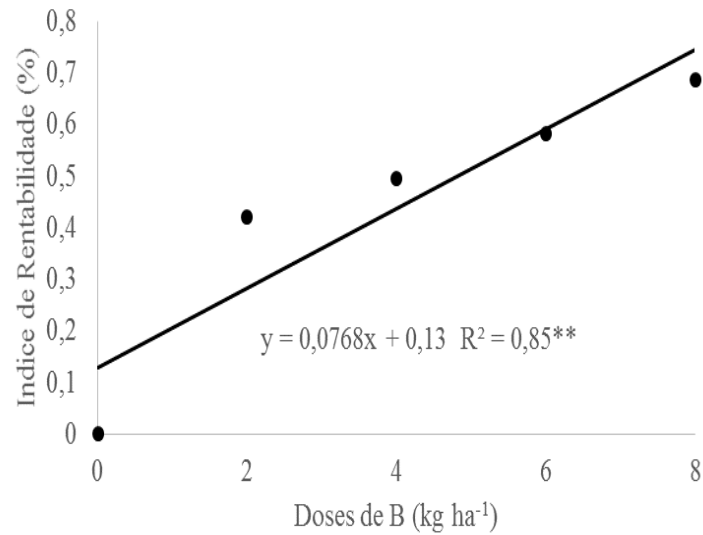
	REC B	REC B - C
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )	----- (R\$/ha) -----	
0	37193,26 b	37030,60
10	40853,06 a	39590,33
doses de B (kg ha <sup>-1</sup> )		
0	38164,00	37614,00
2	38519,00	37827,67
4	38247,50	37514,83
6	40336,50	39562,17
8	39848,83	39033,66
cama de aviário (t ha <sup>-1</sup> )	equações	
REC B 0	y=74,59x <sup>2</sup> -180,39x+36124,56; R <sup>2</sup> =61,34; p=0,65 ns	
10	y=-50,48x <sup>2</sup> +506,2x+40039,81; R <sup>2</sup> =10,03; p=0,76 ns	
REC B – C 0	y=78,17x <sup>2</sup> -239,69x+36113,09; R <sup>2</sup> =57,96; p=0,64 ns	
10	y=-46,90x <sup>2</sup> +446,84x+389828,54; R <sup>2</sup> =7,38; p=0,78 ns	
CV (%)	10,96	11,17

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra nas colunas não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey p<0,05.



**Figura 10.** Índice de rentabilidade em função da aplicação das doses de boro (B) com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário. Ipameri, UEG, 2016.

Observou-se que a utilização da dose até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo sem a cama de aviário promoveu o índice de rentabilidade de 0,74% e aumentou 0,61% em relação ao IR do tratamento controle (Figura 11).



**Figura 11.** Índice de rentabilidade em função da aplicação das doses de B sem a aplicação de cama de aviário. Ipameri, UEG, 2016.



## DISCUSSÃO

Verificou-se que o aumento na massa fresca das folhas foi obtido com a aplicação da cama de aviário na média das doses de B. Este aumento pode estar relacionado não apenas pela adição das outras quantidades de nutrientes presentes na cama, mas também pelo acréscimo de boro presente na sua composição.

Para a massa fresca da inflorescência verificou-se que a aplicação da cama de aviário apresentou as maiores médias, porém, em todos os tratamentos obteve-se os valores acima e dentro dos padrões de classificação e aspectos visuais utilizados para a couve-flor que também são utilizados com base para classificar o brócolis (HORTIBRASIL, 2015). Com isso, todas inflorescências foram classificadas como comerciais, refletindo assim na produtividade adquirida no experimento.

A massa fresca da inflorescência do experimento foi superior aos adquiridos por Melo et al. (2010), que trabalhou com diferentes variedades de brócolis e obteve a sua maior massa média de 0,46 kg por inflorescência. Enquanto Pizetta et al. (2005) obteve maiores valores de massa das inflorescências de brócolis que o presente trabalho, utilizando também as doses até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo.

A aplicação da cama de aviário promoveu os maiores teores de B apenas nas folhas, contudo, verificou-se que os teores em todos os tratamentos ficaram próximos da faixa considerada adequada (TRANI et al., 1997). Isso pode ter ocorrido pela adição da cama de aviário, onde a sua utilização possivelmente influenciou diretamente na disponibilidade de B, pelo fato do elemento formar complexos com a matéria orgânica que, ao serem mineralizados pelos microorganismos, liberam-no em formas disponíveis para as plantas (STEVENSON, 1991).

Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Mueller et al. (2013), que em estudos com tomate verificaram que os plantios consecutivos e as adubações consecutivas com cama de aviário (B = 74 e 48 mg kg<sup>-1</sup>) e em duas safras aumentou o teor de B foliar no tomateiro. Enquanto que Compagnol et al. (2009) não observou aumento do teor de boro nas folhas, com a aplicação do vermicomposto no repolho, verificando aumento do nutriente apenas nos teores no solo.

A utilização da maior dose de B no experimento promoveu o aumento dos teores de B nas partes da planta acima dos níveis considerado adequados, apresentando os maiores teores do nutriente nas folhas e sem apresentar sinais visíveis de toxicidade nas plantas. Isso pode ter ocorrido pelo o B ser praticamente imóvel no floema e o seu transporte ser feito via xilema,

direcionando o fluxo desse elemento, principalmente para os sítios de maior transpiração (folhas), que não são os locais de maior demanda por B, como as inflorescências e no caule (SHELP et al., 1995).

Pizetta et al. (2005), trabalhando com as doses até 8 kg ha<sup>-1</sup> de boro em repolho em solo arenoso, também observaram uma regressão linear crescente nos teores de boro foliar, variando entre 33 e 81 mg kg<sup>-1</sup> na folha em função das doses. Já Bergamin et al. (2005) não obtiveram diferenças com a aplicação de boro e vermicomposto bovino nos teores de B foliar na cultura do repolho.

As doses de boro aplicadas e nem a adubação com cama de aviário não promoveram diferença no diâmetro da inflorescência, porém apresentou maiores valores que os adquiridos por outros autores. Melo (2007) obteve valores inferiores de diâmetro com a utilização da dose de 3 kg ha<sup>-1</sup> de B aplicados no solo na cultura do brócolis. Lalla et al., (2010) com a aplicação de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B também obteve valores inferiores do diâmetro da inflorescência do brócolis. Enquanto Pizetta et al. (2005) obteve valores superiores em todas as doses utilizadas (0 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de B).

A determinação do diâmetro da inflorescência é essencial na comercialização, onde é verificado na CEAGESP (2016) que os melhores preços são praticados em inflorescências de diâmetro entre 15 e 24 cm. Sendo assim, todos os diâmetros adquiridos no experimento ficaram na faixa ideal para os melhores preços de comercialização.

A aplicação da cama de aviário e as doses de boro não promoveram diferenças significativas na ocorrência de hastes ocas (OHO). Porém, observou-se a ocorrência da anomalia na maioria das plantas do experimento, isso mesmo com teores de B em níveis acima do ideal nas partes da planta.

Assim, demonstrando também que as quantidades de B utilizadas em ambas formas de aplicações, possivelmente não foram suficientes para diminuir a ocorrência dessa anomalia fisiológica, ou que outros fatores, além do B, podem ser os responsáveis pelo problema, por exemplo, fatores genéticos da variedade utilizada e meio ambiente. Resultados diferentes aos obtidos por Camargo et al. (2009) que reduziram as hastes ocas em couve-flor com a utilização de doses de até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B.

Conforme relatado, o aumento das doses do boro não foram suficientes para apresentar diferença estatística na maioria das variáveis avaliadas mesmo nas condições de baixos níveis de B encontrados no solo do experimento, porém, os resultados podem ser confirmados pelos baixos valores do coeficiente de variação. A utilização das doses de B neste experimento também não apresentaram sinais visíveis de toxidez do B nas plantas. Diferente de Compagnol et al., (2009) trabalhando com brócolis em solos com nível bom (0,84 mg dm<sup>-3</sup>)

de B obteve sintomas de toxicidade de B nas plantas trabalhando com as doses de 0 a 8 kg ha<sup>-1</sup> de B, verificando a diminuição da produtividade.

A aplicação da cama de aviário na média das doses de B promoveu os maiores valores de produtividade de brócolis. Porém, não houve diferença significativa na produtividade com o aumento das doses do elemento. Isso pode ter ocorrido devido a dose da cama de aviário ter suprido a necessidade de B pelas plantas nas doses menores de B, onde o boro juntamente com a matéria orgânica do solo, formam complexos, que ao serem mineralizados pelos microorganismos, liberam o boro em formas disponíveis para as plantas (STEVENSON, 1991)

Bergamin et al. (2005) não tiveram efeito significativo da interação das doses B com 10 t ha<sup>-1</sup> de vermicomposto no repolho porem aumentou 3,8 t ha<sup>-1</sup> de repolho em relação ao tratamento sem aplicação do adubo. Em contrapartida, Carneiro et al. (1995), aplicando doses de boro na ausência de matéria orgânica, obtiveram uma produção de 38,78 t ha<sup>-1</sup>, e as doses se ajustaram a uma regressão quadrática para a produção de repolho, com ponto de máxima de 2,2 kg ha<sup>-1</sup> de B. Já Oliveira et al. (2001), em um solo com 11,3 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica, também com aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de vermicomposto de esterco de bovino, sem a utilização de adubação química, obtiveram uma produção de 32 t ha<sup>-1</sup> de cabeças de repolho, 10 t ha<sup>-1</sup> a mais do que no tratamento sem adubação orgânica.

De modo geral, observou-se que a utilização da cama de aviário promoveu resultados superiores para a maioria das variáveis. A adubação com cama de aviário geralmente tem contribuído na melhoria das características, química, física e biológica do solo (KIHTEL, 2010), e possivelmente, tais atributos juntamente com o aumento na disponibilidade do boro influenciaram nos resultados obtidos no experimento. Apesar do baixo teor do boro presente na cama de aviário, a sua utilização somente, acrescentou aproximadamente 2 kg ha<sup>-1</sup> do elemento, que possivelmente contribuiu diretamente para o aumento dos teores de B foliar e da produtividade do brócolis e podendo ser confirmado no índice de rendimento econômico.

Contudo, observou-se que o maior valor de produtividade aliado com a maior receita bruta foi suficiente para promover o maior retorno econômico. Observou-se que o maior índice de rentabilidade foi adquirido com a utilização da dose de até 8 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo com a presença de cama de aviário, promovendo assim o maior retorno financeiro para a cultura do brócolis, neste experimento.

## CONCLUSÃO

A utilização da dose máxima estimada de 2,87 kg ha<sup>-1</sup> de B sem a aplicação de cama de aviário promoveu o maior valor estimado de massa seca do caule de 0,049 kg planta<sup>-1</sup>.

A dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B sem aplicação da cama de aviário promoveu o maior teor de B no caule entre os tratamentos com 96,93 mg kg<sup>-1</sup> de B na matéria seca do caule e superioridade de 54% em relação ao tratamento controle.

A dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B promoveu os maiores teores de B nas folhas e na inflorescência, com 102,75 e 60,63 mg kg<sup>-1</sup> de nutriente, respectivamente.

O maior valor do teor de B no caule não foi suficiente para refletir na diminuição da ocorrência das hastas ocas, mesmo em níveis adequados de B nas plantas.

A aplicação da cama de aviário promoveu os maiores valores de massa fresca de folhas, inflorescência, teor de B foliar, produtividade e receita bruta.

A melhor eficiência econômica foi adquirida com a utilização de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGAMIN, L. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Produção de repolho em função da aplicação de boro associada a adubo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 311-315, 2005.
- BLUM, L. E. B.; AMARANTE, C. V. T.; GÜTTLER, G.; MACEDO, A. F.; KOTHE, D. M.; SIMMLER, A. O.; PRADO, G.; GUIMARÃES, L. S. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 627-631, 2003.
- CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; FOLTRAN, D. E.; CARMELLO, Q. A. C. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 030-034, 2009.
- CAMPAGNOL, R.; NICOLAI, M.; MELLO, S. C.; ABRAHÃO, C.; BARBOSA, J. C. Boro e nitrogênio na incidência da haste oca e no rendimento de brócolis. **Ciência agrotecnologia**, v. 33, p.1477-1485, 2009.
- CARNEIRO, I. F.; ALMEIDA NETO, J. X.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J. Efeitos de diferentes níveis de boro, na presença e ausência de matéria orgânica, na cultura do repolho. **Escola de Agronomia e Veterinária**, v. 25, p. 1-11, 1995.
- CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/>. Acesso em: 10 de jan. 2016.
- CEASAGO. Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás. Disponível em: <http://www.ceasa.goias.gov.br/post/ver/145124/analise-conjuntural-anual>. Acesso em: 10 de dez. 2015.
- COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência agrotecnológica**. v. 33, p. 1991 - 1998, 2009.
- CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial**. São Paulo: Atlas. 1998. 280 p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa. 2006. 412 p.
- EVERAARTS, A. P.; PUTKE, H. Hollow stem in cauliflower. **Acta Horticulturae**, v. 607, p. 187-190, 2003.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FÁVERO, F. **Uso da cama de frango associada a adubação mineral no sistema de produção de grãos da região oeste do Paraná**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012. 79 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.

GOLDBACH, H. E.; YU, Q.; WINGENDER, R.; SCHULZ, M.; WIMMER, M.; FINDEKLEE, P.; BALUSKA, R. Rapid response reactions of roots to boron deprivation. **J. Plant Nut. Soil Sci.**, v. 164, p. 173-181, 2001.

GUPTA, U. C. Boron deficiency and toxicity symptoms for several crops as related to tissue boron levels. **Journal of Plant Nutrition**, v. 6, p. 387-395, 1983.

HORTIBRASIL. Instituto brasileiro de qualidade em hortaliças. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/classificacao/couveflor/arquivos/categoria.html>. Acesso em: 10 dez. 2015.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. Área e produção dos principais produtos da agropecuária do estado de São Paulo. Disponível em: [www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php](http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php). Acesso em: 15 de dez. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/sim/gera\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos.php). Acesso em: 20 de dez. 2015.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 2010. 248 p.

LALLA, J. G.; LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D. C; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVEIRA, D. S.; ZAGO, V. H.; DORNAS, M. F. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 360-363, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C. G.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.

MELO, R. A. **Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema de plantio direto**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 56 p.

MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolis de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 23-28, 2010.

MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; BECKER, W. F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. **Horticultura Brasileira** v. 31, p. 86-92. 2013.

NABLE, R. O.; BAÑUELOS, G. S.; PAULL, J. G. Boron toxicity. **Plant Soil**, v.193, p. 181-198, 1997.

OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F.; ALVES, E. V. Uso de esterco de bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 70-73, 2001.

PIZETTA, L. C.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 51-56, 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. 1999. 360 p.

SHELP, B. J. Boron mobility and nutrition in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). **Annals of Botany**, London, v. 61, p. 83-91, 1988.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Repolho**: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadológica. Florianópolis: EMOASC. 1987. 259 p.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

STEVENSON, F. J. Organic matter-micronutrient reactions in soil. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America. p. 145-186, 1991.

TRANI, P. E.; GROppo, G. A.; SILVA, M. C. P.; MINAMI, K.; BURKE, T. J. Diagnóstico sobre a produção de hortaliças no Estado de São Paulo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, Brasília, v. 15, p. 19-24, 1997.

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBER, O. L. S.; JÚNIOR, D. D.V.; SILVA, T. J. Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2073-2082, 2011.

YAMADA, T.; Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? **Potafos**, n. 90, 2000.

## CONCLUSÃO GERAL

A adubação foliar e a aplicação de boro no solo aumentaram os teores do micronutriente nas folhas, porém não influenciaram a produtividade nem alterou significativamente as características agronômicas do brócolis.

A maior rentabilidade foi obtida com a dose estimada de 0,68 kg ha<sup>-1</sup> de B via foliar, com aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B no solo.

A utilização da dose máxima estimada de 2,87 kg ha<sup>-1</sup> de B sem a aplicação de cama de aviário obteve o maior valor estimado de MSC de 0,049 kg planta<sup>-1</sup>.

A dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B sem aplicação da cama de aviário obteve o maior teor de B no caule entre os tratamentos com 96,93 mg kg<sup>-1</sup> de B na matéria seca do caule e superioridade de 54% em relação ao tratamento controle. A dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B promoveu os maiores de teores de B nas folhas e na inflorescência, com 102,75 e 60,63 mg kg<sup>-1</sup> de nutriente, respectivamente.

O maior de valor do teor de B no caule não foi suficiente para refletir na diminuição da ocorrência das hastas ocas, mesmo em níveis adequados de B nas plantas.

A aplicação da cama de aviário promoveu os maiores valores de massa fresca de folhas, inflorescência, teor de B foliar, produtividade e receita bruta.

A melhor eficiência econômica foi adquirida com a utilização de 8 kg ha<sup>-1</sup> de B com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de cama de aviário.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. V. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de repolho e de couve-flor.** Universidade Estadual Paulista: FCAV, 2009. 64 p.
- ASAD, A.; BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G. Boron nutrition of sunflower crops. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 14, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 2., 2001, Rio Verde. *Anais...* Rio Verde: FESURV/IAM, 2001. p.14-19.
- BERGAMIN, L. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Produção de repolho em função da aplicação de boro associada a adubo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 311-315, 2005.
- BROWN, P. H.; HU, H. Boron uptake by sunflower, squash, and cultured tobacco cells. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 91, p. 435-441, 1994.
- CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. Abastecimento de legumes: tendência de preços. **Informações Econômicas**, v. 30, p. 35-49, 2000.
- CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; FOLTRAN, D. E.; CARMELLO, Q. A. C. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 030-034, 2009.
- CAMPAGNOL, R.; NICOLAI, M.; MELLO, S. C.; ABRAHÃO, C.; BARBOSA, J. C. Boro e nitrogênio na incidência da haste oca e no rendimento de brócolis. **Ciência agrotecnologia**, v. 33, p. 1477-1485, 2009.
- CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/>. Acesso em: 10 de jan. 2016.
- CEASAGO. Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás. Disponível em: <http://www.ceasa.goias.gov.br/post/ver/145124/analise-conjuntural-anual>. Acesso em: 10 de jan. 2016.
- DANTAS, J. P. Boro. In: FERREIRA, M. E. F.; CRUZ, M. C. P. C. **Micronutrientes na agricultura.** Piracicaba: Potafos, p. 113-130. 1991.
- DUPAS, E. **Nitrogênio, potássio e boro: aspectos produtivos, morfológicos, nutricionais e frações fibrosas e proteicas do capim-tanzânia.** Piracicaba: ESALQ, 2012. 89 p.
- EVERAARTS, A. P.; PUTKE, H. Hollow stem in cauliflower. **Acta Horticulturae**, v. 607, p. 187-190, 2003.
- 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, n. 1, p. 57-62, 2000.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88 p.

FAVARETTO, N. A. C. V.; MOTTA, C.; BARCIK, S. B. C.; LUSTOSA, J. J.; Shoot and Root Responses of *Trifolium vesiculosum* to Boron Fertilization in an Acidic Brazilian Soil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 50, n. 4, p. 597-604, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2013. 421 p.

GOMES, M. H.; RODRIGUES, A. S.; ROSA, E. Teor de aminoácidos e mineral nas inflorescências primárias e secundárias em 11 cultivares de couve-brócolos. In: Horticultura Argentina, 23 Congresso Argentino, 10 Congresso Latino-americano, 3 Congresso Ibero-americano, 2000, Mendoza, *Anais...* Mendoza: Revista de la Asociacion Argentina de Horticultura, 2000. p. 69. CD ROM.

GUPTA, U. C. Boron deficiency and toxicity symptoms for several crops as related to tissue boron levels. **Journal of Plant Nutrition**, v. 6, p. 387-395, 1983.

IAC. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: IAC, 1998. 396 p.

IEA - Instituto de Economia Agrícola. Área e produção dos principais produtos da agropecuária do estado de São Paulo em 2007. Disponível em: [www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php](http://www.iea.sp.gov.br/out/banco/menu.php). Acesso em: 10 de jan. 2016.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1985. 492 p.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolos. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. P. C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 480 p.

LALLA, J. G.; LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D. C; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVEIRA, D. S.; ZAGO, V. H.; DORNAS, M. F. Competição de cultivares de brócolos tipo cabeça única em Campo Grande. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 360-363, 2010.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANFREDINI, D. **Cálcio e boro para soja-perene: características anatômicas e agrônômicas e concentração de nutrientes**. Piracicaba: ESALQ, 2008. 103 p.

NABLE, R. O.; BAÑUELOS, G. S.; PAULL, J. G. Boron toxicity. **Plant Soil**, v.193, p. 181-198, 1997.

PIZETTA, L. C.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 51-56, 2005.

- POWER, P. P; WOODS, W. G. The chemistry of boron and its speciation in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 193, p. 1-14, 1997.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. 1999. 360 p.
- ROSA, E. A. S.; RODRIGUES, A. S. Total and individual glucosinolate content in 11 broccoli cultivars grown in early and late seasons. **HortScience**, v. 36, p. 56-59, 2001.
- SHELP, B. J. Boron mobility and nutrition in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). **Annals of Botany**, London, v. 61, p. 83-91, 1988.
- SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. **Boron Agric.**, v. 17, p. 3-5, 1997.
- TAVARES, C. A. M. Brócolos: o cultivo da saúde. **Revista Cultivar HF**, n. 2, p. 20 – 22. 2000.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO, J. A.; TAVARES, M. Brócolos, couve-flor e repolho. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo: Boletim técnico 100**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p. 175.
- VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W. Brócolos (*Brassica oleraceae* L. var. *italica* Plenck). In: PAULA JÚNIRO. T. J.; VENZON. M. **101 Cultura: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, v. 20, p. 175-178. 2007.