



Formas e doses de Boro no cultivo da cenoura na Amazônia Ocidental

Fábio Régis de Souza¹, Phellipe Donald Alves Noronha², Luciana Sônia da Silva², Silvia Regina Rodrigues Lapa³, Edilaine Istéfani Franklin Transpadini⁴, Anderson Cristian Bergamin¹, Jairo Rafael Machado Dias¹

Resumo - A deficiência de micronutrientes pode limitar a produtividade das hortaliças. Diante disso, o presente estudo avaliou o desempenho agrônomico da cenoura em função de formas de aplicação e doses de Boro. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com tratamentos arranjados em esquema fatorial 7 x 3 que consistiram em 7 doses (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 8 kg ha⁻¹) de B na forma de bórax (11,3% de B) e 3 formas de aplicação: via solo; via foliar e solo e somente via foliar com 3 repetições em Latossolo Vermelho-amarelo distrófico. As variáveis analisadas foram: biomassa fresca média das raízes; diâmetro médio das raízes; comprimento longitudinal; espessura do córtex, diâmetro do coração e produtividade média. A maior biomassa fresca de raízes e produtividade foi obtida na dose de 3,68 kg ha⁻¹. A aplicação de B via solo é a mais indicada para a cultura da cenoura.

Palavras chave: Adubação foliar; micronutriente; bórax; *Daucus carota*.

Boro forms and doses in the cultivation of carrot in the Western Amazon

Abstract - Micronutrient deficiency may limit the productivity of vegetables. Therefore, the present study evaluated the agronomic performance of carrots as a function of application forms and Boron doses. The experimental design was a randomized complete block design with treatments arranged in a 7 x 3 factorial scheme consisting of 7 doses (0, 1, 2, 3, 4, 5 and 8 kg ha⁻¹) of B as a borax (11,3% of B) and 3 forms of application: by way of soil; by way of foliar and soil and only by way of foliar with 3 replicates in Dystrophic Red-Yellow Latosol. The analyzed variables were: average fresh root biomass; mean root diameter; longitudinal length; thickness of the cortex, heart diameter and average productivity. The highest fresh biomass of roots and yield was obtained at the dose of 3.68 kg ha⁻¹. The application of B via soil is the most suitable for the cultivation of the carrot

¹ Professor Dr. Adjunto do departamento de agronomia da Fundação Universidade Federal de Rondônia, *campus* Rolim de Moura – RO. Av. norte Sul nº 7300, B. Nova morada – CEP 76940-000. E-mail: fabio.souza@unir.br; anderson.bergamin@unir.br; jairorafaelmdias@unir.br

² Acadêmico (a) do curso de Agronomia da Fundação Universidade Federal de Rondônia, *campus* Rolim de Moura – RO. Av. norte Sul nº 7300, B. Nova morada – CEP 76940-000. E-mail: phellipeagro@gmail.com; lucianasonia@hotmail.com

³ Engenheira (a) agrônomo (a) formada pela Fundação Universidade Federal de Rondônia, *campus* de Rolim de Moura – RO. silviaregina.lapa@gmail.com

⁴ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia- Ciência do Solo da Universidade Estadual do Estado de São Paulo-UNESP - Campus de Jaboticabal. agroedilaine@hotmail.com

Key words: Foliar fertilization; micronutrient; bórax; *Daucus carota*.

Introdução

A cenoura (*Daucus carota*) é a quinta hortaliça mais cultivada no Brasil em ordem de importância econômica. Entre as hortaliças cujas partes comestíveis são as raízes é a de maior valor econômico (RESENDE ;BRAGA 2014).

Segundo Disqual (2014), teve origem na Ásia, área onde hoje se localiza o Afeganistão, e é uma planta bianual, embora seja cultivada como anual. É de sabor adocicado e apresenta importante papel na alimentação humana, pois o β -caroteno, um dos seus componentes, ao ser ingerido é convertido em vitamina A, que é de fundamental importância para auxiliar na visão, na manutenção da pele e das mucosas humanas, além de auxiliar no crescimento e diferenciação dos tecidos corporais (GUIMARÃES et al., 2012). Quanto mais intensa for a coloração, mais elevado é o teor de β -caroteno e conseqüentemente, maior o teor nutricional (FILGUEIRA, 2007).

A cenoura *in natura* é utilizada por indústrias processadoras de alimentos, onde é comercializada na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas, em refeições escolares e *self service* (VIEIRA et al., 1997).

A produção mundial de cenoura em 2013 alcançou 35,6 milhões de toneladas, cultivadas em área de 1,18 milhões de hectares, o que proporcionou produtividade média de 30,2 t ha⁻¹ (FAO, 2013). A cultura ainda se destaca por apresentar elevada capacidade de geração de emprego e renda em todos os segmentos de sua cadeia produtiva durante o ano inteiro (VILELA; BORGES, 2008).

Segundo o CEPEA (2014) a produção brasileira em 2013, foi de 786 mil toneladas, cultivadas em uma área de 26 mil hectares, o que proporcionou produtividade média de 80,8 t ha⁻¹. Os principais estados produtores são: Goiás, Minas Gerais, Bahia, Paraná e Rio Grande do Sul, com aproximadamente 90% da produção nacional, entretanto são escassos dados relacionados à produtividade, manejo, adubação e nutrição da cenoura na região norte do Brasil.

Fabbrin et al. (2012) comentam que uma nutrição adequada das plantas é fundamental, não só para altos rendimentos, mas também para a melhoria da qualidade do produto final. Nesse contexto, dentre os vários fatores de produção, cada vez mais, ocupa lugar de destaque a necessidade do uso de uma adubação equilibrada, que deve incluir não apenas os macronutrientes primários e secundários, mas também os micronutrientes, os quais, até bem pouco tempo, não eram considerados na rotina das adubações pela maioria dos agricultores (LOPES, 1999). A adubação com micronutrientes deve ser realizada quando for constatada deficiência no solo através de análise de solo ou de tecido da planta.

Dentre os micronutrientes o boro (B) é citado como o mais limitante para a cultura da cenoura, sendo o que mais limita o rendimento das culturas no Brasil (Mesquita Filho et al., 2005), visto que, desempenha funções no desenvolvimento das plantas tais como: síntese da parede e alongamento celular, integridade estrutural da parede celular e transporte de carboidratos, na fertilidade dos grãos de pólen e alongamento do tubo polínico (MARSCHNER, 1995).

De acordo com Volkweiss (1991), na aplicação de micronutrientes via solo, busca-se aumentar sua concentração na solução do solo, que é de onde as raízes os absorvem, e assim, proporcionar maior eficácia

de utilização pelas plantas. Nas aplicações no solo, os fertilizantes podem ser distribuídos na forma sólida, enquanto os foliares quando são utilizados os fertilizantes são diluídos em água, formando soluções ou suspensões. Esse é um aspecto importante a ser levado em consideração, principalmente para melhorar a uniformidade de distribuição (ABREU et al., 2007).

Assim como as raízes, as folhas das plantas têm capacidade de absorver os nutrientes depositados na forma de solução em sua superfície. Essa capacidade originou a prática da adubação foliar, em que soluções de um ou mais nutrientes são aspergidas sobre a parte aérea das plantas, atingindo principalmente as folhas (LOPES, 1999).

A adubação foliar não pode substituir totalmente o fornecimento de adubos via solo (CAMARGO E SILVA, 1990). Entretanto, a expansão do uso da adubação foliar, vem demonstrando que há culturas que podem responder a esta técnica, no entanto são incipientes os estudos relacionados a forma de aplicação de B na cultura da cenoura, principalmente na região amazônica.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomico da cultura da cenoura submetida a doses e formas de aplicação de B.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido no campus experimental da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, localizado no km 15 da linha 184, sentido norte, no município de Rolim de Moura – RO, no período de 17 de maio a 19 de agosto de 2014. A altitude média é de 277 m, localizado na latitude 11° 34' 58,52" S e longitude 61° 46' 14,45" W. O clima, segundo Koppen, é tropical-quente e úmido. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2006), suas características químicas constam na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental.

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	P (Mehlich)	M.O.	Argila	Boro
(H ₂ O)	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹	(%)	mg.dm ³			
5,1	1,6	0,3	0,14	0,24	3,0	33,8	51,6	0,14

Para implantação da cultura foi realizado o preparo do solo com aração e gradagem, posteriormente, feita a calagem 15 dias antes do plantio com calcário Filler com 100% de reatividade, correspondendo a 1.176 kg ha⁻¹ para elevação da saturação de bases à 65% (RIBEIRO et al., 1999). A adubação de base foi realizada de acordo com a recomendação de Ribeiro et al. (1999), sendo aplicado 120 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, 240 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl e 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. Foi incorporado todo o fósforo, 30% do nitrogênio e 40% do potássio, 7 dias antes do plantio. Já em cobertura o nitrogênio e o potássio foram parcelados em 70% e 60%, aplicados aos 20 e aos 40 dias da emergência respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com tratamentos arranjados em esquema fatorial 7 x 3 que consistiram em 7 doses (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 8 kg ha⁻¹) de B na forma

de bórax (11,3% de B) e 3 formas de aplicação: via solo – aos 20 e 40 dias após semeadura (DAS); via foliar – aos 20 e 40 DAS e; solo aos 20 DAS e foliar aos 40 DAS com 3 repetições. Foi utilizada a cultivar Brasília, semeada em sulcos com espaçamento adotado de 20 cm entre linhas e 5 cm entre plantas, sendo o desbaste feito aos 30 dias após a semeadura, adequando-se a densidade de plantas, deixando-se na linha uma planta a cada 5 cm. Após, foi efetuada a cobertura do solo com palha de café. As parcelas eram compostas por 5 linhas de 1,5 metros de comprimento.

O controle de plantas daninhas foi realizado através da capina manual até aproximadamente 65 dias após a semeadura. A irrigação foi feita manualmente conforme necessidade da cultura (3 a 5 mm/dia a cada 2 dias).

A colheita foi realizada em 19 de agosto de 2014, 95 dias após o plantio, quando as folhas apresentavam leve tombamento e amarelecimento, indicativo do ponto de colheita.

As características agronômicas avaliadas foram:

- O diâmetro médio (cm): medidas na altura do terço superior das raízes escolhidas aleatoriamente, as determinações foram com auxílio de um paquímetro, medindo-se as seis plantas de cada parcela em cada repetição;
- Comprimento longitudinal (cm): do colo ao ápice das seis raízes coletadas de cada parcela nas três repetições, medidos com auxílio de régua milimetrada;
- Diâmetro do coração (cm) (representa o cilindro vascular da raiz da cenoura) e córtex das raízes (cm): foram utilizadas seis cenouras de cada parcela, estas foram cortadas no terço médio superior e medidas no sentido vertical e horizontal com auxílio de paquímetro;
- A biomassa fresca das raízes, onde foram coletadas aleatoriamente seis plantas, na área útil de cada parcela por repetição, posteriormente lavadas e acondicionadas em sacos plásticos e pesadas em balança de precisão;
- Produtividade média, estimando-se a produtividade a partir das plantas coletadas em 1,0 metro de comprimento das três linhas centrais da parcela e posteriormente extrapolando os valores em $t\ ha^{-1}$.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram significância, os tratamentos qualitativos foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os quantitativos quando significativos utilizou-se análise de regressão. As análises foram feitas com auxílio do programa computacional ASSISTAT, versão 7.7 beta (Silva, 2013).

Resultados e Discussão

Não houve efeito da interação entre os fatores formas de aplicação e doses de B para a cultura da cenoura. Já para as características agronômicas de diâmetro, comprimento e diâmetro do coração não houve efeito significativo em função das formas de aplicação.

A aplicação e parcelamento de B via solo aos 20 DAS e 40 DAS proporcionou maior espessura do córtex, com desempenho superior a 12%, em comparação a aplicação somente via foliar e via solo + via foliar (Tabela 2), este fato pode ser explicado devido ao melhor aproveitamento radicular na absorção do B na aplicação via solo. O tamanho do córtex torna-se importante nutricionalmente por esta região da raiz da cenoura ser mais expressiva em concentrações de antioxidantes e carotenoides. Portanto, a adubação borotada via solo pode promover aumento no conteúdo de antioxidantes e carotenoides.

Tabela 2. Valores médios da espessura do córtex (EC), biomassa fresca (BF) e produtividade (P) da cenoura em função da forma de aplicação de adubação boratada.

Forma de aplicação	EC (cm)	BF (g)	P (t ha ⁻¹)
Via Solo/Foliar	0,57 b	298,7 ab	41,3 ab
Via Foliar	0,56 b	280,8 b	38,8 b
Via solo	0,63 a	349,2 a	48,3 a
Cv (%)	13,51	27,35	13,51

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Gondin (2009), a aplicação do B no solo é mais eficiente em nutrir as partes jovens da planta do que sua aplicação nas folhas, visto que o B é móvel no xilema, que é a principal forma de transporte das raízes para a parte aérea, mas é pouco móvel no floema, por onde deveria ser transportado das folhas que recebem a adubação foliar para as partes jovens da planta, que são os principais drenos.

Quando aplicado via foliar (Tabela 2), os resultados mostram que esse micronutriente, serve apenas como complemento no fornecimento de B, não interferindo significativamente na produtividade e biomassa fresca da cenoura. Já quando aplicado apenas via solo, tem-se um incremento significativo de 20% na produtividade da cultura quando comparado à aplicação foliar. Possivelmente, uma menor resposta da cenoura a aplicação foliar, deve-se a menor capacidade de retenção das gotículas oriundas da pulverização do nutriente via aplicação foliar, devido apresentar características de folhas formadas por folíolos recortados, tornando esta forma de aplicação menos eficiente no aproveitamento do nutriente pela cultura.

Quando aplicado no solo, a dose 3,37 kg ha⁻¹ de B (Figura 1) proporcionou maior diâmetro da raiz de cenoura. Os dados obtidos nesse experimento demonstram que uma adubação com B acima de 3,37 kg ha⁻¹ o diâmetro tende a diminuir, ou seja, para um solo semelhante a este e que apresente uma concentração inicial de B equivalente a 0,14 mg dm⁻³, como observado na análise de do solo da área (Tabela 1), não é recomendado aplicar doses superiores a referida. Pizzeta et al. (2010), testando doses de B na cultura da beterraba, com doses de 0, 2, 4 e 6 kg ha⁻¹ de B na forma de ácido bórico, observaram maior diâmetro da beterraba na dose 2,5 kg.ha⁻¹ a qual obteve um diâmetro de 57,16 mm. Em relação à testemunha, o diâmetro com a dose 2,5 kg há⁻¹ foi 5,9% superior.

Quanto ao comprimento longitudinal, a dose de 3,22 kg ha⁻¹ de B, proporcionou comprimento de 12,9 cm (Figura 2). Segundo Puiatti et al. (2007), as normas oficiais para a comercialização de cenoura “in natura” estão descritas na Portaria nº 75 de 25 de fevereiro de 1975 do MAPA, que estabelece as normas de classificação. De acordo com essa classificação as cenouras produzidas no presente experimento foram consideradas como médias (constituída de raízes com comprimento de 12-17 cm e mais de 2,5 cm de diâmetro).

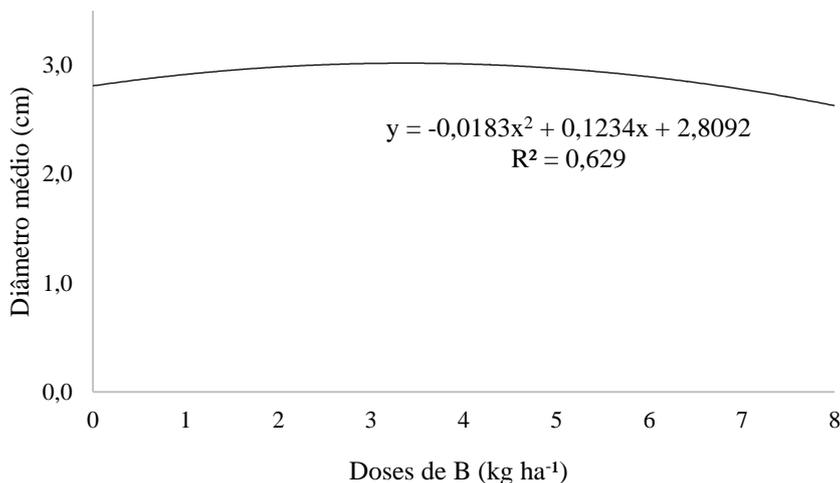


Figura 1. Diâmetro médio (cm) de cenouras em função de doses de B. Fundação Universidade Federal de Rondônia. *Campus Rolim de Moura – RO.*

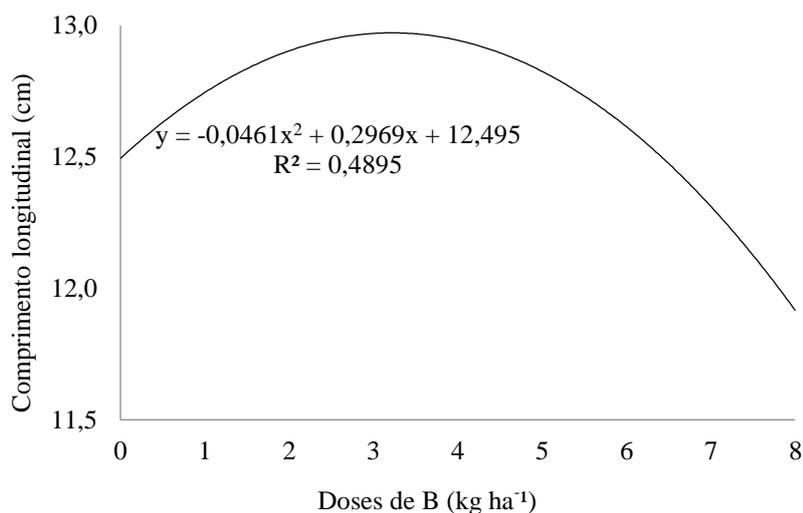


Figura 2 - Comprimento longitudinal (cm) de raízes de cenouras em função de doses de B. Fundação Universidade Federal de Rondônia. *Campus Rolim de Moura – RO.*

Constatou-se que o córtex representa, em média, 27 a 29% do diâmetro da raiz da cenoura. A importância de determinação da espessura do córtex está relacionada, principalmente, ao conteúdo Fenólico Total. O córtex é o tecido que representa, em média, 49-69% dos compostos fenólicos da cenoura e 78-85% dos carotenoides. O córtex é o tecido que mais contribui para a capacidade antioxidante total da cenoura (61-72%) (SILVA, 2013).

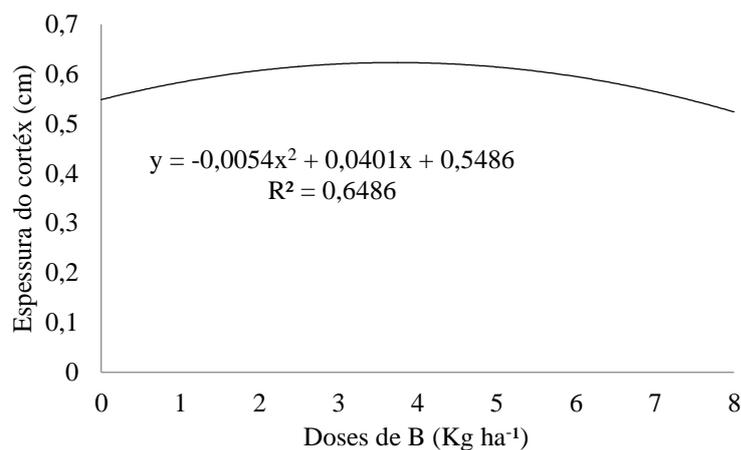


Figura 3. Espessura do córtex (cm) de cenouras em função de doses de B. Fundação Universidade Federal de Rondônia. *Campus* Rolim de Moura – RO.

A dose que promoveu maior valor de biomassa fresca das raízes foi a de 3,67 kg ha⁻¹ de B (Figura 4), que representou, em média, 26,3 g de biomassa fresca por raiz de cenoura a mais em relação a testemunha. Isso pode ocorrer, pois, segundo Malavolta (2006), o B atua na formação dos tecidos meristemáticos e possui importante papel no transporte de açúcares e carboidratos através das membranas.

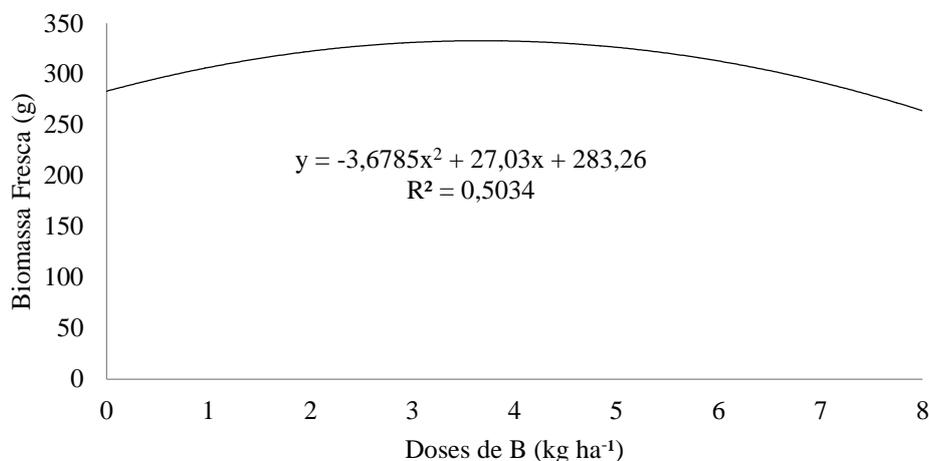


Figura 4. Biomassa Fresca de cenouras em função de doses de B. Universidade Federal de Rondônia, *campus* Rolim de Moura – RO.

A maior produtividade de raízes de cenoura foi de 46 t ha⁻¹ obtida com a dose de 3,68 kg ha⁻¹ de B (Figura 5). O incremento na produtividade em função da dose mais responsiva comparada a testemunha foi de aproximadamente 8%. Em um experimento realizado por Mesquita Filho et al. (2005), trabalhando com a cv. Alvorada e como fonte de B o bórax, avaliando doses e produtividade, em Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (51%), com teores iniciais de B de 0,24 mg kg⁻¹, verificaram que o desempenho da cenoura quando o B aplicado ao solo, foi de 50,6 t ha⁻¹, obtida elevando o teor de B no solo para 0,55 mg kg⁻¹ com dose correspondente a 3,26 kg ha⁻¹.

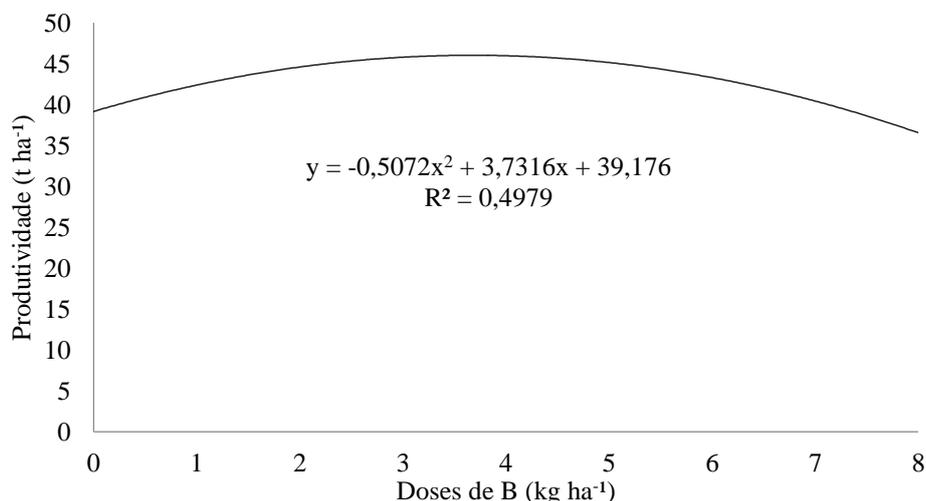


Figura 5. Produtividade de cenouras em função das doses de B. Universidade Federal de Rondônia, *campus* Rolim de Moura – RO.

A cenoura é responsiva à adubação boratada, não podendo essa ser negligenciada quando realizado o cultivo e quando for constatada deficiência no solo, pois há incremento em sua produtividade proporcionando maior viabilidade e rentabilidade no cultivo de cenoura na Amazônia.

Conclusões

A forma mais indicada para aplicação de B na cultura da cenoura é via solo.

A dose de 3,68 kg ha⁻¹ de B é a mais indicada para cultivos de cenoura na Zona da Mata Rondoniense.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. C. et al. **Fertilidade do solo: micronutrientes**. Viçosa. 2007. 1017p.

CAMARGO, P. N; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: Herba, 1990. 256p.

CEPEA - **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Hortifruti Brasil. Piracicaba: ESALQ/USP, [S.n.] p.20-21, 2014.

DISQUAL. P. P. Otimização da qualidade e redução de custos na cadeia de distribuição de produtos hortofrutícolas frescos. **Manual de Boas Práticas: cenoura**. 2014, 40 p.

FABBRIN E.G.S. et al. Perdas em pós-colheita de biomassa fresca de cenoura orgânica cultivadas com aplicações foliares de boro. **Horticultura Brasileira**. jul. 2012. v.30, n. 2 ISSN: S2759-S2762.

FAO. **Agricultural production, primary crops**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 05 julho de 2014.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 4^a ed. 2007. 421 p.
- GONDIN, A. R. U; **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP. 2009, 90 f.
- GUIMARÃES, J. A. et al. **Reconhecimento e manejo das principais pragas da cenoura**. Embrapa, Comunicado Técnico. Brasília, DF. out. 2012, n. 82. 6 p. ISSN: 1414.9850.
- LOPES, S. A. **Micronutrientes: filosofias de aplicação e eficiência agrônoma**. São Paulo, SP. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Boletim Técnico nº8. 1999. 58 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora: Agrônoma Ceres, 2006. 638 p.
- MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, p.379-396, 2 ed. 1995.
- MESQUITA FILHO, M.V.; SOUZA, A.F.; SILVA, H.R. Nível crítico de boro em cenoura cultivada em um solo sob cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.68-71, jan.-mar. 2005.
- PIZZETA, L. C. et al. Diferentes doses de boro sobre a produtividade da cultura da beterraba. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.17, n.2, p.33-39, dez, 2010.
- PUIATTI, M. et al. **101 culturas: manual de ciências agrárias**. EPAMIG. Belo Horizonte. 2007. 263-268 p.
- RESENDE, G. M; BRAGA M. B; Produtividade de cultivares e populações de cenoura em sistema orgânico de cultivo. **Revista Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 32, n. 1, p. 102-106, jan./mar. 2014.
- RIBEIRO A. C. et al.; **Recomendação para o uso de adubos e fertilizantes em Minas Gérias**. 5^a Aproximação. Viçosa, MG. UFV. 1999. 359 p.
- SANTOS H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 306 p. 2006.
- SILVA, E.G; **Composição bioativa de cenoura em função da época de colheita e do processamento mínimo**. Lisboa: ISA, 2013, 75 p.

VIEIRA, J.V.; PESSOA, H.B.S.V.; MAKISHIMA, N. **Cultivo da cenoura** (*Daucus carota* L.). Brasília: Embrapa Hortaliças. 1997. 19p. (Instruções Técnicas, 13).

VILELA, N.J.; BORGES, I.O. 2008. Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil. Brasília: Embrapa Hortaliças, 9p. (Circular Técnica 59).

VOLKWEISS, S. J. Fontes e métodos de aplicação. In: FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P. eds. Simpósio sobre micronutrientes na agricultura, 1988, Jaboticabal. Anais. Piracicaba, POTAFOS/CNPq, 1991. p.391-412