

## DIFERENTES DOSES DE BORO SOBRE A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA BETERRABA

Luiz Carlos Pizetta<sup>1</sup>; Alcides Medeiros Júnior<sup>2</sup>; Alexandre Barcellos Dalri<sup>1</sup>; Fábio Mazzonetto<sup>1</sup>; Renato Zapparoli Corbani<sup>1</sup>; Vera Lúcia Monelli Sossai<sup>3</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da adubação com boro no diâmetro e no peso da beterraba. Foram conduzidos experimentos no Centro Experimental Unicastelo, Descalvado, SP. O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: T1 (0 kg ha<sup>-1</sup>); T2 (2 kg ha<sup>-1</sup>); T3 (4 kg ha<sup>-1</sup>); T4 (6 kg ha<sup>-1</sup>). As variáveis analisadas foram peso das beterrabas, sendo estas expressas kg ha<sup>-1</sup>, e o diâmetro, em mm, do tubérculo. Houve efeito significativo para as doses de boro nas análises de regressão linear e quadrática. A dose de 2,5 kg ha<sup>-1</sup> de boro no solo propiciou o maior rendimento de beterraba, 24.648,1 kg.ha<sup>-1</sup>, com um diâmetro médio do tubérculo de 57,16 mm.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Beta vulgaris*, nutrição mineral, micronutriente.

## DIFFERENT DOSES OF BORON ON THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the effect of boron fertilization on diameter and weight of the beet. Experiments were conducted in the Experimental Centre Unicastelo, Descalvado, SP. The experimental design was randomized blocks with four treatments and four replications. The treatments were: T1 (0 kg ha<sup>-1</sup>), T2 (2 kg ha<sup>-1</sup>), T3 (4 kg ha<sup>-1</sup>), T4 (6 kg ha<sup>-1</sup>). The analyzed variables were weight of beets, which are expressed in kg ha<sup>-1</sup>, and the diameter in mm of the tuber. Significant effects for doses of boron for analysis of linear and quadratic regression. The dose of 2.5 kg ha<sup>-1</sup> of boron in the soil to achieve the highest yield of sugar beet, 24,648.1 kg ha<sup>-1</sup>, with an average diameter of 57.16 mm of the tuber.

**KEYWORDS:** *Beta vulgaris*, mineral nutrition, micronutrient.

---

<sup>1</sup> Professor Doutor, Faculdade de Agronomia, Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO – Descalvado, SP – [abdalri@uol.com.br](mailto:abdalri@uol.com.br).

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO – Descalvado, SP.

<sup>3</sup> Professora MSc., Faculdade de Agronomia, Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO – Descalvado, SP.

## 1. INTRODUÇÃO

A beterraba é uma planta de raiz tuberosa originária da Europa pertencente à família *Chenopodiaceae*, com elevado valor nutricional e que destaca entre as hortaliças pelo elevado conteúdo em vitaminas do complexo B e alguns minerais como o potássio, o sódio, o ferro, o cobre e o zinco. No Brasil existem 100.500 propriedades produtoras de beterraba, onde 42 % estão na região sudeste e 35% na região sul, no Estado de São Paulo, onde são cultivados 5.000 ha por ano (Camargo Filho e Mazzei, 2002).

Souza et al. (2003) relatou que a beterraba é uma importante espécie olerícola, apresentando suas raízes como produto para comércio. É uma cultura pouco cultivada comparando-se como outras culturas como, tomate e cebola. Nos últimos 10 anos houve um aumento crescente na procura desta hortaliça para utilização em indústrias de conserva e alimentos infantis, bem como para o consumo in natura.

Para Malavolta (1974), quando se estudam as características relacionadas com a nutrição de hortaliças, deve-se observar que devido ao ciclo curto, essas culturas estão muito sujeitas a distúrbios nutricionais, devido seu rápido crescimento, intensa produção, alta necessidade de nutriente e a possível lixiviação de nutrientes no solo.

A beterraba, assim como, a couve-flor, nabo e aipo são espécies altamente sensíveis à deficiência de boro (Martens e Westermann, 1991). Segundo Halbrooks e Peterson (1986), o escurecimento e tecidos internos das raízes de beterraba necrosadas,

denominadas de coração negro, tem relação com a deficiência de boro.

De acordo com Dell e Huang (1997), a deficiência de boro inibe o alargamento da célula da raiz, causa o desenvolvimento anormal das células do xilema e floema e inibição da expansão das folhas afetando indiretamente a capacidade fotossintética das plantas.

O fornecimento de boro pode ser realizado por meio de fontes minerais como: ácido bórico ( $H_3BO_3$ ); bórax ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) ou também através de fontes orgânicas, como esterco de animais e de resíduos vegetais, industriais ou urbanos (Martens e Westermann, 1991; Malavolta *et al.*, 2002). De acordo com Hou et al. (1994), do teor de boro total existente no solo, apenas 5% estaria disponível para as plantas.

É comum entre os agricultores fazer adubação de boro, apesar das poucas informações a respeito deste elemento. Hemphill Jr. et al. (1982), verificaram que a adubação com boro não afetou a produção de raízes de beterraba associando doses de boro e de nitrogênio.

Em cultivares de beterraba Ruby Queen, Mono-king Explorer e Glatiador nas condições de deficiência de boro, Halbrooks e Peterson (1986), verificaram que as folhas apresentavam-se púrpuras, atrofiadas, malformadas e necrosadas, aparência de cortiça na parte superior dos pecíolos e raízes atrofiadas.

Gupta e Cutcliffe (1985) não observaram diferença na produção de raízes de beterraba com doses 0; 2, e 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro, porém nos tratamentos com dose 0 de

boro, as raízes apresentavam coloração interna escura e necrosadas. Mack (1989), não obteve aumento de produção de raízes de beterraba na adubação com 0; 5 ; 6 e 11,2 Kg ha<sup>-1</sup> de boro.

Entre as hortaliças mais ricas em boro se destaca a beterraba, a cenoura, o rabanete e as brássicas (Martens e Westermann, 1991).

Este trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da adubação com boro no diâmetro e no peso da beterraba.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em campo, situada no Centro Experimental

Unicastelo (C.E.U.) da Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Descalvado, SP, cujas coordenadas geográficas são: latitude 21<sup>o</sup> 54' 27'' S, e longitude 47<sup>o</sup> 35' 10'' W, e altitude média de 615 m. De acordo com Espindola e Brigante (2003), com base na classificação climática proposta por Köppen, tendo como base a temperatura e a precipitação, o município de Descalvado apresenta um clima úmido quente com inverno seco, temperatura média anual de 18 a 22°C, e estiagem no inverno.

Para a caracterização química do solo foi coletada amostras de solo na profundidade de 0 a 0,20 m, resultante da mistura de 20 amostras simples, sendo que os resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da análise química do solo da área experimental (result of chemical analysis of soil in experimental area). Descalvado, Universidade Camilo Castelo Branco, 2009.

pH em CaCl <sub>2</sub>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P Resina mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al
6,3	25	536	1,6	158	22	23
Micronutrientes (mg dm <sup>-3</sup> )						
B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO <sub>4</sub>	Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
0,48	5,7	15	1,4	10,2	4,0	TR

O resultado da análise de solo indicou que CTC = 205 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 181,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 89% (Raij *et al.*, 1987).

O solo foi preparado de maneira convencional, com uma aração e uma gradagem. Os canteiros foram preparados para o plantio da cultura, recebendo antes 5

kg m<sup>-2</sup> de esterco de curral de acordo com a recomendação de (Raij *et al.*, 2007).

O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso (DBC) com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo cada bloco constituído por um canteiro de 10 m de comprimento por 1 m de largura, com espaçamento de 0,10m entre plantas e 0,25m entre linhas.

Os tratamentos foram: T1 – testemunha, sem aplicação de boro; T2 aplicação de 2 kg ha<sup>-1</sup> de boro; T3 aplicação de 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro; T4 aplicação de 6 kg ha<sup>-1</sup> de boro. A variedade de beterraba utilizada no experimento foi a Modena. Utilizou o ácido bórico como fonte de boro aplicado 30 dias antes do transplante e incorporado ao solo com auxílio de uma enxada.

A adubação de plantio foi 20-0-120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, respectivamente, 8 dias antes do plantio. Na adubação de cobertura utilizou-se 60-0-60 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, aos 15, 30 e 50 dias após a germinação (Raij et al., 2007).

As plantas foram produzidas em bandejas de 200 células com substrato Plantmax® hortaliças, colocadas em estufa e irrigadas diariamente. Quando as mudas atingiram 4 a 6 folhas definitivas, foram transplantadas para o local definitivo, objetivando a eficiência do plantio.

Os tratos culturais como irrigação e retirada de plantas daninhas foram realizadas manualmente.

A colheita foi realizada 90 dias após o plantio. As variáveis analisadas foram peso das beterrabas, sendo estas expressas kg ha<sup>-1</sup>, e o diâmetro, em mm, do tubérculo.

Os efeitos da adubação com boro nas características das plantas foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, à análise de regressão. Foram estimadas as doses de B necessárias para obtenção da máxima produtividade e a melhor dose para o máximo diâmetro da beterraba.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se nas equações apresentadas na Tabela 2 que houve efeito significativo para as doses de boro na produtividade da beterraba quando estudou as análises de regressão linear e quadrática ao nível de 1% de probabilidade do teste F.

O coeficiente de determinação da equação quadrática apresentou melhor proporção quando comparado com a equação linear, indicando que existe uma relação funcional de segundo grau entre as doses de boro aplicadas e a produtividade da cultura. Com relação a essa variável, e analisando o modelo quadrático, a dose de 2,5 kg ha<sup>-1</sup> de boro no solo propiciou o maior rendimento de beterraba, equivalente a 24.648,1 kg ha<sup>-1</sup>, elevando a produtividade da beterraba em 26,73%, quando comparado com a testemunha, ou seja, no tratamento sem a aplicação de boro. Saúde et al. (2010) também observou que a adubação foliar com boro traz benefícios a cultura da beterraba, elevando a produtividade da mesma.

Os dados obtidos nesse experimento demonstram que uma adubação com boro acima de 2,5 kg ha<sup>-1</sup> a produtividade da beterraba tende a diminuir, ou seja, para um solo semelhante a este e que apresenta uma concentração de boro equivalente a 0,48 mg dm<sup>-3</sup>, como observado na análise de fertilidade, não é recomendado aplicar doses superiores a 2,5 kg ha<sup>-1</sup>.

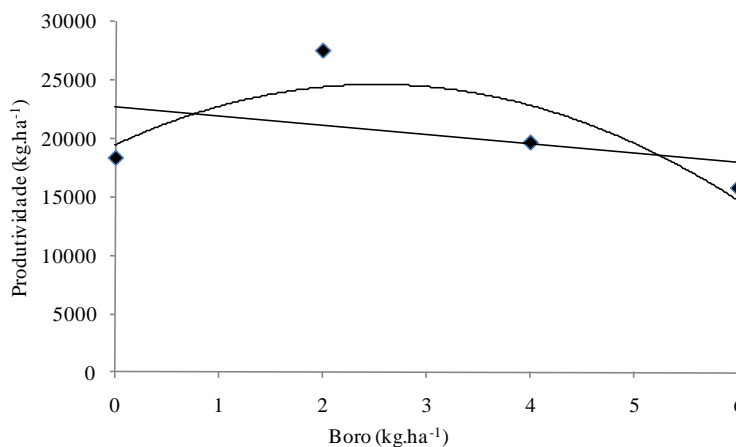
**Tabela 2.** Equações de regressão para a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), diâmetro médio da beterraba (cm) em função das doses de boro (B) adicionados. Descalvado (SP), Unicastelo, 2009.

Característica		Equação de regressão	$R^2$
Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Linear	$Y=22720,00 - 782,13X$ **	0,16
	Quadrática	$Y=19449,00 + 4123,80X - 817,66X^2$ **	0,71
Diâmetro (mm)	Linear	$Y=56,04 - 0,53X$ **	0,18
	Quadrática	$Y=53,96 + 2,58X - 0,52X^2$ **	0,72

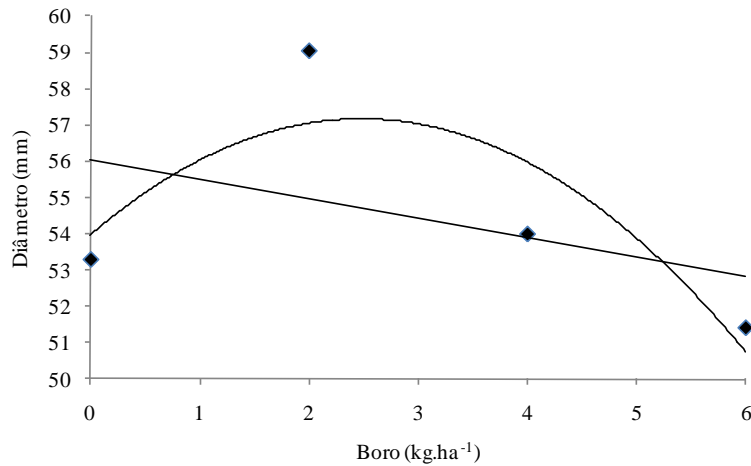
Y = produtividade da beterraba,  $\text{kg ha}^{-1}$ ; X = dose de boro,  $\text{kg ha}^{-1}$ ; \*\* = significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Na variável diâmetro (Tabela 2), também foi observado que houve efeito significativo da resposta diâmetro da beterraba quando aplicado diferentes doses de boro. O diâmetro do tubérculo é uma das principais características da beterraba. Semelhante ao observado na variável analisada produtividade, o maior diâmetro da beterraba foi para a dose  $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro a qual obteve um diâmetro de 57,16 mm. Em relação à testemunha, o diâmetro com a dose  $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$  foi 5,9% superior.

Comparando os dois modelos (Figura 1), observa-se que o modelo quadrático foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados obtidos no campo ( $R^2 = 0,71$ ), comprovando os dados obtidos por Taniguchi et al. (2010). Esses autores verificaram que o modelo que representa o efeito de diferentes doses de boro na produtividade da beterraba foi mais bem ajustado ao modelo quadrático. A Figura 2 demonstra a relação boro versus diâmetro da beterraba onde também se verificou um melhor ajuste pelo modelo quadrático ( $R^2 = 0,72$ ).



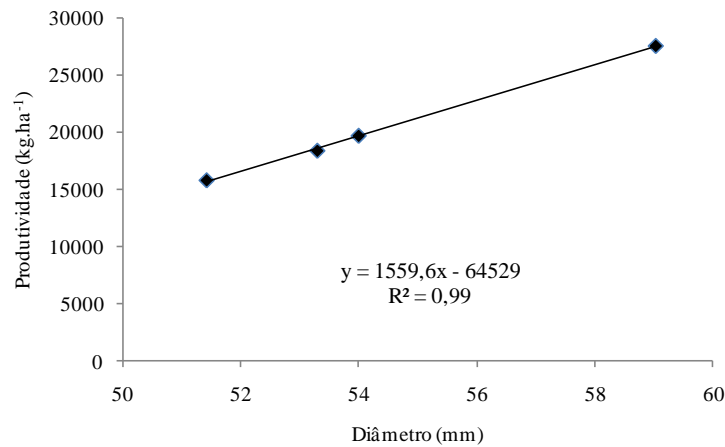
**Figura 1.** Produtividade da beterraba em função das doses de boro (productivity of sugar beet depending on the dose of boron). Descalvado (SP), Universidade Camilo Castelo Branco, 2009.



**Figura 2.** Diâmetro da beterraba em função das doses de boro (diameter of sugar beet depending on the dose of boron). Descalvado (SP), Universidade Camilo Castelo Branco, 2009.

Para o produtor estimar a produção em função do diâmetro foi realizado uma análise de regressão dessas duas variáveis, na qual se observou um ajuste linear, com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,99$ , como pode ser observado na Figura 3. A variável

“x” representa o diâmetro e y representa a produtividade da beterraba. Por exemplo, caso um produtor obtenha um diâmetro médio dos tubérculos da beterraba igual a 60 mm, pode dizer que a produtividade obtida será de 29.047 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 3.** Relação entre produtividade (y) e diâmetro (x) da beterraba (relationship between productivity (y) and diameter (x) of sugar beet). Descalvado, Universidade Camilo Castelo Branco, 2009.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas respectivas condições experimentais, podem-se inferir as seguintes considerações:

- recomenda-se aplicação de boro com doses  $2,5 \text{ kg ha}^{-1}$ , o qual proporcionará uma produtividade média equivalente a  $24.648,1 \text{ kg ha}^{-1}$  de beterraba, e o diâmetro médio de  $57,16 \text{ mm}$ .

- não se recomenda aplicações superiores a  $2,5 \text{ kg}$  de boro por hectare para a produção de beterraba.

#### REFERÊNCIAS

- CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R. Mercado de beterraba em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.32, p.54-56, 2002.
- DELL, B; HUANG, L.B. Physiological response of plants to low boron. **Plant and Soil**, Dordrecht, n.1, p.103-120, 1997.
- ESPINDOLA, E.L.G.; BRIGANTE, J. **Limnologia Fluvial: Um estudo no Rio Mogi Guaçu**. São Carlos: RIMA. 2003. 255p.
- FERREIRA, M. D.; TIVELLI, S. W. Cultura da beterraba: recomendações gerais. 3.ed. Guaxupé: Cooxupé, 1990. 14p. (Boletim Técnico Olericultura, 2).
- GUPTA, U.C; CUTCLIFFE J.A. Boron nutrition of carrots and table beets grown in boron deficient soil: **Communications in soil Science and Plant Analylis**, New York. n.16, p.509-516, 1985.
- HALBROOKS, M.C.; PETERSON, L.A. Boron use in the table beet and the relation of short-term boron stress to blackheart injury. **Journal of the American Society for horticultural Science**, Alexandria, n.5, p.751-757, 1986
- HEMPHILL JR., D.D; WEBER, M.S; JACKSON, T.L. Table beet yield and boron deficiency as influenced by lime, nitrogen, and boron. **Soil Science Society of American Journal**, Madson, n.46, p.1190-1192, 1982.
- HOU, J; EVANS, L.J.; SPIERS, G.A. Boron fractionation in soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, n.25, p.1841-1853, 1994.
- MACK, H.J. Effects of nitrogen, boron and potassium on boron deficiency, leaf mineral concentrations, and yield of table beets (*Beta vulgaris* L.). **Communications In Soil Science Plant Analysis**, New York, n.3-4, p.291-303, 1989.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo: Pioneira, p.190-224. 1974
- MALAVOLTA E; PIMENTEL-GOMES F; ALCARDE JC. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel. 2002. 200 p.
- MARTENS, D.C.; WESTERMANN, D.T. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.M. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Ed. 2. Madison: Soil Science Society of America, p.549-592, 1991
- RAIJ, B. Van; GUAGGIO, J.A.; CANTARRELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.
- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico do Instituto Agronômico, Campinas, 2.ed., n.100, 2201. 285p.
- SAÚDE, I. B.; GRACANO, D.B.C.; REIS, M.A.; CARDOSO, V.P.; MACIEIRA, G.A.A.; FONSECA, F.H.A.; SALGADO, P.J.A.; YURI, J.E. Influência de fontes e concentrações de boro na produtividade da beterraba. Disponível em: <[www.abhorticultura.com.br/eventos/trabalhos/ev\\_1/a344\\_t614\\_comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventos/trabalhos/ev_1/a344_t614_comp.pdf)>. Acessado em: 01 de dezembro de 2010.
- SOUZA, R.J. de; FONTANETTI, A.; FIORINI, C.V.A.; ALMEIDA, K. de. **Cultura da beterraba: cultivo convencional e cultivo orgânico**. Lavras: UFLA. 2003. 37p.
- TANIGUCHI, C.A.K.; FERREIRA, M.F.; CRUZ, M.C.P. Adubação com boro e composto de lixo urbano para beterraba. Disponível em [www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Bi](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Bi)

bliblioteca/olna4080c.pdf>. Acessado em: 01 de dezembro de 2010.