

## ADUBAÇÃO FOSFATADA E SILÍCIO NO CULTIVO DE BETERRABA

HANS A. A.<sup>1</sup>, TEIXEIRA, N. T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nutrição de Plantas, Curso de Engenharia Agrônômica, UniPinhal, Espírito Santo do Pinhal, SP, nilva@unipinhal.edu.br.

### RESUMO

A beterraba é uma raiz tuberosa constituída internamente por feixes vasculares de tecidos condutores de alimentos, alternados com feixes de tecidos contendo alimento armazenado. O silício (Si) aplicado como adubo ao solo vem sendo apontado como uma alternativa no manejo de doenças patogênicas e ataque de pragas com reflexos sobre a produtividade do arroz e da cana-de-açúcar em particular. Acredita-se que o silício proporcione maior resistência às paredes das células tornando-as menos vulneráveis às enzimas de degradação e as plantas mais resistentes ao ataque de pragas e a doenças. O objetivo do presente trabalho foi: estudar a influência do silício na produção de beterraba (*Beta vulgaris L.*) cv. Detroit, cultivada em condições controladas e, também, a interação do referido elemento na disponibilidade de fósforo às plantas. O presente trabalho foi realizado em casa de vegetação do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – UniPinhal. Latitude: 22° 6' 56" S, Longitude 46° 40' 58" O, Altitude 861m, com beterraba (*Beta vulgaris*) cv Detroit, no período de 20 de março a 26 de junho de 2017. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos, envolvendo adubação fosfatada recomendada e reduzida e formulado contendo silício em diversas doses e 4 repetições. Cada parcela constituiu-se de recipiente plástico de 8 L de capacidade contendo solo peneirado (classificado como Argissolo), corrigido quanto à acidez pelos resultados da análise de solo com calcário dolomítico (96% de PRNT) e adubado com composto orgânico (10 t.ha<sup>-1</sup>) e recebeu uma muda de beterraba. No plantio todas as parcelas foram adubadas com 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de Cloreto de Potássio e com 3 kg.ha<sup>-1</sup> de B, através do Ácido Bórico. Em cobertura foram aplicados 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Sulfato de Amônio) e 80 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de Cloreto de Potássio, parcelados em 2 aplicações: aos 20 e 40 dias após instalação do ensaio. O formulado comercial contendo silício foi aplicado por via drench, ocasião do transplante das mudas (instalação do ensaio) e 15 e 30 dias após. Na colheita (aos 96 dias do transplante) avaliaram-se massa verde da parte aérea, altura de plantas e massa de raízes tuberosas. Os resultados foram estudados estatisticamente pela análise de variância e teste de Tukey para comparar médias. Perante os resultados obtidos, concluiu-se que: a adubação fosfatada reduzida prejudicou a produção de beterraba. A inclusão de silício promoveu aumento de produção de raízes tuberosas mesmo em doses reduzidas de fósforo, mostrando a eficiência do silício no aproveitamento do referido nutriente.

**Palavras-chave:** Hortaliças. Raiz tuberosa. Produção.

## ABSTRACT

### PHOSPHATE FERTILIZATION AND SILICON IN THE CULTIVATION OF BEET

Beet is a tuberous root made up internally of vascular bundles of food conducting tissues, alternating with bundles of tissues containing stored food. Silicon (Si) applied as fertilizer to the soil has been identified as an alternative in the management of pathogenic diseases and attack of pests with repercussions on the productivity of rice and sugar cane in particular. Silicon is believed to provide greater resistance to cell walls making them less vulnerable to degradation enzymes and plants more resistant to attack by pests and diseases. The objective of the present work was: to study the influence of Silicon in the production of beet (*Beta vulgaris* L.) cv. Detroit, grown under controlled conditions, and also the interaction of this element in the availability of phosphorus to plants. The present work was carried out in a greenhouse for the Agronomic Engineering course at the Regional University Center of Espírito Santo do Pinhal - UniPinhal. Latitude: 22 ° 6 '56 "S, Longitude 46 ° 40' 58" O, Altitude 861m, with beet (*Beta vulgaris*) cv Detroit, from March 20 to June 26, 2017. The statistical design was entirely randomized with 7 treatments, involving recommended and reduced phosphate fertilization and formulated containing Silicon in several doses and 4 repetitions. Each plot consisted of an 8 L plastic container containing sieved soil (classified as Argisol), corrected for acidity by the results of the soil analysis with dolomitic limestone (96% PRNT) and fertilized with organic compost (10 t. ha<sup>-1</sup>), and received a beet seedling. At planting all plots were fertilized with 80 Kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, in the form of Potassium Chloride and with 3 Kg.ha<sup>-1</sup> of B, through Boric Acid. In coverage, 100 kg ha<sup>-1</sup> of N (Ammonium Sulphate) and 80 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O were applied, in the form of Potassium Chloride, divided into 2 applications: 20 and 40 days after installation of the test. commercial formulation containing silicon was applied drench, when the seedlings were transplanted (installation of the test) and 15 and 30 days later. At harvest (96 days after transplant), green mass of the aerial part, plant height and mass of tuberous roots were evaluated. The results were studied statistically by analysis of variance and Tukey's test to compare means. In view of the results obtained, it was concluded that: reduced phosphate fertilization affected the production of beet. The inclusion of Silicon promoted an increase in the production of tuberous roots even in reduced doses of phosphorus, showing the efficiency of Silicon in the use of this nutrient.

**Keywords:** Vegetables. Tuberous root. Production.

## INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da

África. Hortaliza anual herbácea, pertencente à família das Quenopodiáceas, sua principal parte comestível é uma raiz tuberosa constituída internamente por feixes vasculares de tecidos condutores de

alimentos, alternados com feixes de tecidos contendo alimento armazenado. A raiz pode ser consumida crua ou cozida, ressaltando-se, o valor nutricional das folhas onde se concentram as maiores quantidades de nutrientes, destacando-se cálcio, ferro, sódio, potássio, vitaminas A, C e complexo B. O Estado de São Paulo é um dos principais produtores de beterraba (TRANI et al., 2014).

Sabe-se que o silício (Si) é um dos elementos mais abundantes encontrados na crosta terrestre e que a adubação com Si pode resultar em um aumento na produtividade de várias culturas como é o caso do arroz, cana de açúcar, sorgo, milho e outras (GASPAR; LAWRENCE, 1995). Alguns autores têm relacionado a presença do Si na planta com a resistência a pragas e doenças, maior capacidade fotossintética (folhas mais eretas e a incidência de luz elevada) e tolerância à falta de água. Apesar disso, o Si não é considerado um nutriente essencial para as plantas.

Segundo Crusciol et al. (2015), as respostas à aplicação de Si são potencializadas quando as culturas são submetidas a algum tipo de estresse. O Si tem sido associado, indiretamente, ao aumento no teor de clorofila e da capacidade fotossintética, à redução na

transpiração e aumento na absorção de nutrientes.

Os benefícios do Si são observados com maior frequência em solos pobres no elemento e em anos com adversidades, como veranicos ou períodos secos prolongados. Sob tais condições, a planta bem nutrida com silício tolerará por um período maior a falta de água, pois usará melhor água absorvida e a perderá numa velocidade menor em relação a planta com baixo teor de silício (CRUSCIOL; SORATTO, 2016.).

Malavolta (2006) relata que o silício é um elemento envolvido no aproveitamento do fósforo do solo pelas plantas. Considera que muitas vezes adubos fosfatados como fosfatos de fusão (que tem Silício na composição) dão melhores resultados na produção das culturas que o superfosfato simples (isento de do elemento mencionado).

Cessa et al. (2011) estudaram em casa de vegetação a influência da adição de fonte de silício no aproveitamento do fósforo em sorgo. O ensaio, em delineamento experimental foi o de blocos casualizado em esquema fatorial 5x5, incluiu cinco doses de Si (0, 100, 200, 300 e 400 mg dm<sup>-3</sup>) e cinco de P (0, 160, 280, 420 e 560 mg dm<sup>-3</sup>), concluindo que a

aplicação de Si aumentou a absorção do P pelo sorgo e influenciou positivamente a taxa de recuperação de P aplicado.

Fehr (2014) observou, em ensaio com arroz (*Oryza sativa*), que a aplicação de silício melhora a disponibilidade no solo e a absorção de fósforo pela planta. Considerou, ainda, que a inclusão do silício pode ser útil para o manejo da adubação, pela interação positiva com o P, que é um dos nutrientes mais limitantes nos solos brasileiros.

Também Carvalho (2014) observou em seus estudos que a inclusão de silício, mesmo presença de altas doses de fósforo, aumenta a disponibilidade do referido nutriente às plantas.

O objetivo do presente trabalho foi: estudar a influência do silício na produção de beterraba (*Beta vulgaris* L.) cv. Detroit, cultivada em condições controladas e, também, a interação do referido elemento na disponibilidade de fósforo às plantas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado em casa de vegetação do Curso de Engenharia Agrônômica do Centro Regional Universitário de Espírito

Santo do Pinhal – UniPinhal. Latitude: 22° 6' 56" S, Longitude 46° 40' 58" O, Altitude 861m, com beterraba (*Beta vulgaris*) cv Detroit, no período de 20 de março a 26 de junho de 2017. As figuras 1, 2 e 3 ilustram a condução do ensaio.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com 7 tratamentos, envolvendo adubação fosfatada recomendada e reduzida e formulado contendo Silício (Tabela 1) e 4 repetições. Cada parcela constituiu-se de recipiente plástico de 8 L de capacidade contendo solo peneirado (classificado como Argissolo), corrigido quanto à acidez pelos resultados da análise de solo com calcário dolomítico (96% de PRNT) e adubado com composto orgânico (10 t.ha<sup>-1</sup>). No plantio todas as parcelas foram adubadas com 80 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de Cloreto de Potássio e com 3 kg.ha<sup>-1</sup> de B, através do Ácido Bórico. Cada parcela recebeu uma muda de beterraba.

Em cobertura foram aplicados 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N (Sulfato de Amônio) e 80 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O Cloreto de Potássio, parcelados em 2 aplicações: aos 20 e 40 dias após instalação do ensaio.

O formulado comercial contendo silício foi aplicado, via *drench*, por ocasião do transplante das mudas

(instalação do ensaio) e 15 e 30 dias após.

Na colheita (aos 96 dias do transplante) avaliou-se massa verde da parte aérea, altura de plantas e massa

de raízes tuberosas. Os resultados foram estudados estatisticamente pela análise de variância e teste de Tukey para comparar médias.

Tabela 1 – Tratamentos aplicados no ensaio com fósforo e Silício em beterraba (*Beta vulgaris* L.) cv Detroit.

Tratamentos	Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Silício ml L <sup>-1</sup>
1 - controle	-	-
2	180 kg.ha <sup>-1</sup> : 50% do recomendado	-
3	240 kg.ha <sup>-1</sup> : 75% do recomendado	-
4	360 kg.ha <sup>-1</sup> : dose recomendada	-
5	180 kg.ha <sup>-1</sup> : 50% do recomendado	2,5
6	240 kg.ha <sup>-1</sup> : 75% do recomendado	2,5
7	360 kg.ha <sup>-1</sup> : dose recomendada	2,5

Obs – A adubação fosfatada foi efetuada no plantio e na forma de superfosfato simples (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); o Silício foi aplicado, via *drench*, na forma do formulado comercial Optysil, que contém 7,8% de Silício e 2% de Ferro, adicionando-se 100 ml da solução por parcela.



Figura 1. Visão do dia da instalação do ensaio



Figura 2. Plantas aos 50 dias após a instalação do ensaio



Figura 3. Beterraba (*Beta vulgaris* L.) no dia da colheita

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no ensaio (Tabela 2 e Figura 5) deixam evidente que a redução da adubação fosfatada prejudicou o desenvolvimento e a produção da beterraba avaliada quanto à massa verde parte aérea e produção de sua parte comestível tradicionalmente, as raízes tuberosas. Entretanto a altura da planta não sofreu qualquer influência.

A inclusão do silício não causou qualquer modificação na parte aérea das plantas. Entretanto, melhorou a produção de raízes tuberosas. Comparando-se os tratamentos 2 (50% do fósforo recomendado) e 5 (50% do fósforo recomendado + Si) verifica-se que adição do elemento em questão beneficiou o rendimento da beterraba. O mesmo pode-se verificar ao se

analisar os tratamentos 3 e 6 (75% de fósforo adequado e, respectivamente, com e sem Si) e os tratamentos 4 e 7 (dose de fósforo recomendado e, respectivamente, com e sem Si).

Assim, pode-se inferir que o fósforo é um nutriente extremamente importante para a beterraba e que o silício auxiliou no desenvolvimento e produção das plantas da beterraba, mesmo em presença da dose recomendada de fósforo, o que concorda com o relato de Malavolta (2006), que cita que silício é um elemento envolvido no aproveitamento do fósforo do solo pelas plantas.

Os resultados obtidos no estudo também se explicam pelos relatos de Cessa et al. (2011), Fehr (2014) e de Carvalho (2014) que enfatizam os efeitos benéficos da inclusão do Silício no aproveitamento do Fósforo pelas plantas.

Tabela 2 - Resultados obtidos no ensaio com fósforo e Silício em beterraba (*Beta vulgaris* L.) cv. Detroit. Médias de 4 repetições e resumo estatístico.

Tratamentos	Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Altura de Plantas (cm)	Massa Fresca de Parte Aérea (g.parcela <sup>-1</sup> )	Massa de Fresca de Raízes Tuberosas (g.parcela <sup>-1</sup> )
<b>1 – controle</b>	-	43,50 a	133,45 d	66,99 e
<b>2</b>	180 Kg ha <sup>-1</sup> : 50% do recomendado	43,75 a	156,06 c	89,32 d
<b>3</b>	240 Kg ha <sup>-1</sup> : 75% do recomendado	30,25 a	187,52 b	110,70 c
<b>4</b>	360 Kg ha <sup>-1</sup> : dose recomendada	40,3 a	210,45 a	132,90 b
<b>5</b>	180 Kg ha <sup>-1</sup> : 50% do recomendado + Si	43,55 a	160,45 c	108,40 c
<b>6</b>	240 Kg ha <sup>-1</sup> : 75% do recomendado + Si	40,26 a	198,50 ab	123,60 b
<b>7</b>	360 Kg ha <sup>-1</sup> : dose recomendada + Si	39,08 a	214,45 a	150,90 a
<b>F</b>	-	2,56 ns	8,95 **	12,86 **
<b>CV %</b>	-	10,45	8,96	10,45
<b>DMS Tukey a 5%</b>	-	8,65	17,25	18,50

Obs. ns: não significativo estatisticamente a 5% de probabilidade; \*\* significativo estatisticamente a 1% de probabilidade: médias seguidas de mesmas letras, dentro das colunas, são iguais estatisticamente por Tukey a 5%.

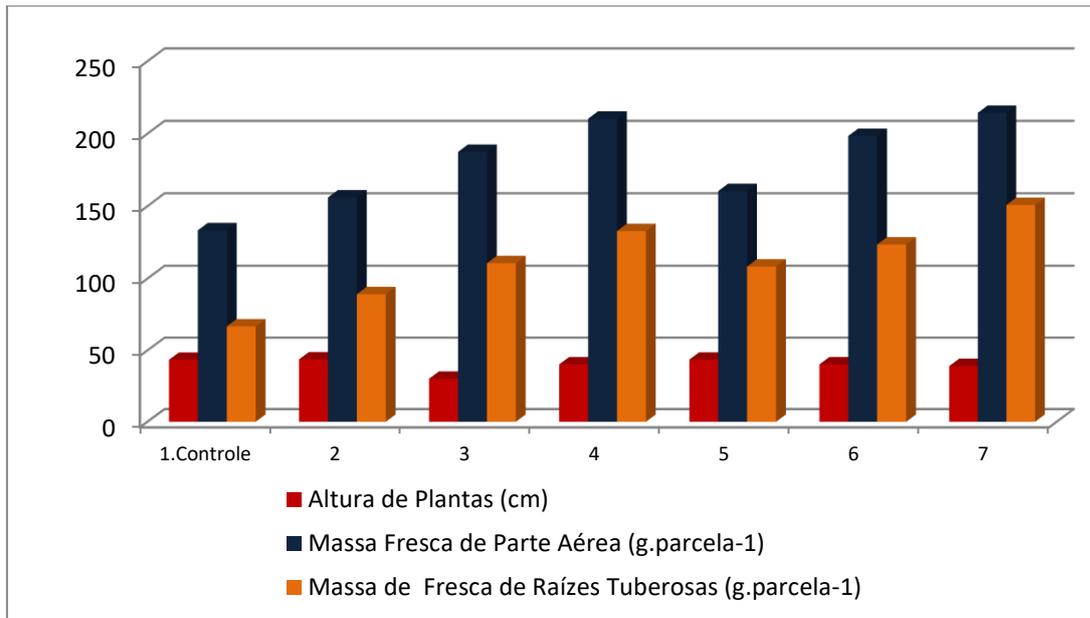


Figura 4. Resultados obtidos no ensaio com fósforo e Silício em beterraba (*Beta vulgaris* L.) cv Detroit. Médias de 4 repetições.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no ensaio permitiram concluir, para beterraba (*Beta vulgaris* L.) cv. Detroit e condições experimentais, que:

- a) a adubação fosfatada reduzida prejudicou a produção de beterraba;
- b) a inclusão de silício promoveu aumento de produção de raízes tuberosas mesmo em doses reduzidas de fósforo, mostrando a eficiência do silício no aproveitamento do referido nutriente.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, B. G. **Interação entre fósforo, silício e enxofre em um latossolo e biodisponibilização de fósforo de fontes de baixa solubilidade por processos de compostagem.** Dissertação de mestrado, UFV, Viçosa. 2014, 68 p.

CESSA, R. M. A.; NOVELINO, H. O.; VITORINO, A. C. T.; MAUAD, M. Absorção de fósforo e crescimento do Sorgo em função da aplicação de silício e fósforo em Latossolo Vermelho distroférico. **Rev. de Ciências Agrárias** 2011, v. 34, n.1, p.135-142.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M da.; NETO, J. F. **Efeito do silício no aumento de vagens da soja**, 2015. Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista/UNESP. Botucatu, SP. 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/efeito-do-silicio-no-aumento-de-vagens-da-soja/>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. **Utilização de silício aumenta produtividade comercial da batata.** Departamento de Produção Vegetal –

Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP. Botucatu, SP. 2016. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/utilizacao-de-silicio-aumenta-produtividade-comercial-da-batata>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.

FEHR, R. M. **Efeito do silício na utilização do fósforo pelo arroz.** Dissertação de mestrado, ESALQ/USP, 2014, 68 p.

GASPAR H. K.; LAWRENCE E. D. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agrônomicas**. Piracicaba. 70:1-5. jun./1995. Disponível em: <<http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Arquivos%20Papers/Potafos-Si%2007.pdf>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2017.

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

TRANI, P. S; TIVELLI, S. W; FACTOR, T. L; BREDA, J. M. **Calagem e adubação da beterraba.** IAC. Campinas. 2014. Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/imagem\\_informacoes/tecnologicas/93.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoes/tecnologicas/93.pdf)>. Acesso em: 02 de dezembro de 2017.