



## EFEITO DO SILÍCIO NO CULTIVO E PÓS-COLHEITA DO REPOLHO

The effect of silicon in growing and post-harvesting cabbage

Priscila Silva Miranda<sup>1</sup>, José Renato Emiliano dos Santos<sup>2</sup>, Tamara R. Moraes<sup>3</sup>  
e Raquel Pérez-Maluf<sup>4</sup>

### RESUMO

Avaliou-se o uso de silício na infestação de *Plutella xylostella* em repolho e os efeitos pós-colheita, em duas épocas de plantio. Não houve diferença entre os tratamentos AgroSilício e Sil-K no primeiro plantio, com relação ao número de lagartas. No segundo plantio, o Sil-K mostrou-se efetivo na redução da infestação de *P. xylostella*. A utilização de silício mostrou-se eficiente na preservação do peso fresco da cabeça do repolho e na estabilização do pH do repolho.

**Palavras-chave:** AgroSilício, *Brassica oleracea* var. *capitata*, *Plutella xylostella*, Sil-K.

### ABSTRACT

The work evaluated the use of silicon, AgroSilício and Sil-K, in the *Plutella xylostella* infestation and post-harvest of cabbage. There was no difference between treatments in the first planting in relation to the number of caterpillars, but in the second planting, the Sil-K was effective in reducing the infestation of *P. xylostella*. The use of silicon was efficient in preserving the fresh weight of the cabbage head and in stabilizing the pH of the cabbage.

**Keywords:** Silicate, *Brassica oleracea* var. *capitata*, *Plutella xylostella*, Sil-K.

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma. Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). E-mail: miranda.priscila48@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. Mestrando em Fitotecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: renato.jose20@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: tamaramoraes04@outlook.com

<sup>4</sup> Bióloga. Doutora em Biologie Du Comportement. Université Paris 13 (Paris-Nord). Professora Titular do Departamento de Ciências Naturais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: raquelmaluf@uesb.edu.br

**Recebido em:**

01/07/2016

**Aceito para publicação em:**

17/02/2018

**Correspondência para:**

miranda.priscila48@gmail.com

O repolho *Brassica oleracea* var. *capitata* é uma oleracea da família Brassicaceae, com alto consumo no Brasil, chegando a 1,32 milhão t/ano na safra 2012/13 (MONTEIRO et al., 2015). Brássicas possuem elevado valor de vitaminas B, C e K e ricas em sais minerais, principalmente, cálcio e fósforo (FILGUEIRA, 2008). A ocorrência de traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera: Plutellidae), tem limitado sua produção, sendo considerada praga cosmopolita (CHENG et al., 2008), com perdas de até 90% da produção. Cultivos convencionais são pulverizados com inseticidas duas a quatro vezes por semana, sem sucesso devido à resistência da praga aos praguicidas (CASTELO BRANCO et al., 2001; CASTELO BRANCO et al., 2003).

O uso de adubação com fonte de silício tem sido indicado por Freitas (2014) e Costa e Moraes (2006) para fortalecer as plantas contra o ataque de pragas e doenças. Embora o silício não seja considerado essencial para a maioria das plantas, o mesmo proporciona benefícios evidentes, pois é capaz de proteger as mesmas contra estresses bióticos e abióticos (MORAES et al., 2009; EPSTEIN, 2009). Segundo Korndörfer (2002), os efeitos benéficos podem ser explicados pelo fato do silício atuar na proteção mecânica da parede celular das plantas, uma vez que, quando absorvido, o nutriente se deposita nos tecidos de suporte como caule e folhas, aumentando a resistência e rigidez da parede celular com efeito no aumento da biomassa. Portanto, o silício pode ser usado como ferramenta complementar ao manejo integrado de *P. xylostella* na cultura do repolho (FREITAS et al., 2012). O uso do silício contribui, também, para manter a qualidade de frutos sem impactar no ambiente (SANTOS et al., 2012). Oliveira (2011) avaliou o efeito do silício no cultivo da gérbera e concluiu que, aplicações semanais via solução nutritiva, a vida pós-colheita de flores coletadas aos 210 dias após transplante de mudas aumentou. Figueiredo et al. (2010), trabalhando com morango, observaram aumento dos teores de açúcares totais e glicose com uso de silício.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do uso do silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas em plantas de repolho e posterior efeito em pós-colheita.

O experimento foi realizado em duas épocas, de fevereiro a junho e de agosto a novembro de 2015. O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus Vitória da Conquista-BA, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, a 14° 51' de latitude Sul, 40° 50' de longitude Oeste.

Mudas de repolho híbrido Avatar, foram preparadas, utilizando-se substrato comercial em duas bandejas de 128 células. O transplante das mudas foi realizado 30 dias após a semeadura, quando as mudas se encontravam com quatro folhas definitivas. O solo foi preparado de forma tradicional com arado, grade e cultivador. A adubação de base foi feita para o fornecimento de N-P-K, nas formulações de uréia, supersimples e cloreto de potássio, com base na análise química do solo. Foi utilizada a irrigação pelo sistema de aspersão.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três tratamentos, sendo T1: Testemunha (Água + espalhante adesivo); T2: AgroSilício; T3: Sil-K. O AgroSilício fornece 7,3% de silício (Si), cálcio, magnésio e outros elementos em menor concentração, como: fósforo, potássio, enxofre, zinco, manganês e molibdênio (AGRANELLI INSUMOS AGRÍCOLAS, 2013). O Sil-K possui em sua composição 10% de silício (Si) e 12% de K<sub>2</sub>O. O experimento foi conduzido em quatro blocos casualizados. Cada um com uma linha de 25 plantas de cada lado como bordadura. As parcelas experimentais foram constituídas por sete plantas, sendo as cinco plantas centrais consideradas parcela útil. O espaçamento entre plantas foi de 0,40m e entre linhas de 0,80m. Com três tratamentos por bloco, totalizando 12 parcelas.

As aplicações foliares de silício foram iniciadas 15 dias após o plantio das mudas. Nos tratamentos com aplicação foliar, o silício foi misturado ao espalhante adesivo e água, realizando-se aplicações semanais. Utilizaram-se as seguintes dosagens: para o espalhante adesivo, 0,5ml por litro; para o AgroSilício, 6kg por hectare (0,438kg de Si por hectare); e para o Sil-K, 2 litros por hectare (0,274kg de Si por hectare). As aplicações foram via foliar com pulverizador manual de compressão média (1,25L capacidade), realizadas sempre no período da manhã. As pulverizações eram realizadas de tal forma que todas as folhas fossem cobertas. Foram realizadas nove aplicações. As avaliações

aconteceram uma vez por semana e, no dia seguinte, eram feitas as aplicações. As pulverizações foram encerradas quando as plantas se encontravam com a cabeça completamente formada.

Foram realizadas as seguintes avaliações para a primeira época de plantio: contagem do número de lagartas; contagem do número de furos da traça-das-crucíferas; análise do teor de silício nas folhas; peso fresco da cabeça; diâmetro da cabeça e dureza das folhas. Em pós-colheita, avaliou-se peso fresco da cabeça e pH das folhas, aos 0, 4, 8, 12, 16 dias após colheita. Na segunda época houve apenas a avaliação dos índices de colonização da praga. As avaliações de colonização por larvas da traça-das-crucíferas tiveram início uma semana após a primeira aplicação dos tratamentos via foliar. Foram realizadas contagens do número de lagartas nas cinco plantas da parcela. A contagem do número de furos foi realizada no final do ciclo da cultura, contando-se os furos de seis folhas por planta escolhida aleatoriamente. Foram coletadas cinco folhas de cada parcela para realizar a análise de teor silício. As folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65 °C por cerca de 72 horas. Depois de seco, o material foi acondicionado em sacos de papel para análises, seguindo-se os métodos descritos por Malavolta et al. (1997).

Os pesos das cabeças foram obtidos por meio de balança digital e o diâmetro foi medido com paquímetro. A dureza foi realizada utilizando-se um penetrômetro, em folhas frescas nas três regiões, ápice, meio e base. Na pós-colheita, para as avaliações do peso fresco, as cabeças foram envolvidas com filme plástico e armazenadas em condições ambiente por 16 dias. A perda de matéria fresca foi estimada em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso das amostras em tempo zero e aquele obtido em cada intervalo de tempo, a cada quatro dias. Para a avaliação do pH, foram retiradas folhas de repolho frescas trituradas em liquidificador ao final de cada intervalo de tempo, já para sua determinação, foi preparada uma solução de 10g de repolho triturado e 50ml de água destilada e feita a determinação do pH mediante o uso de PH-metro de bancada de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR, versão 2011, após transformação dos dados pela equação ( $\sqrt{y + 0,5}$ ) (FERREIRA, 2011).

Os teores de silício nas folhas de repolho foram de 2,4%, 3,3% e 3,7% para testemunha, AgroSilício e Sil-K, respectivamente. Os tratamentos que receberam adição via foliar de silício apresentaram valores percentuais maiores deste elemento em relação à testemunha. De acordo Hodson et al. (2005) e Ma et al. (2002), plantas pertencentes à família das brássicas apresentam acúmulo de Si intermediário, 2 a 4% de Si, similares aos encontrados neste trabalho.

A infestação de lagartas no primeiro plantio foi baixa em todos os tratamentos não tendo sido identificada uma diferença para contagem do número de lagartas ou do número de furos da traça-das-crucíferas (Tabela 1). Esse resultado pode ser explicado pela época da implantação da cultura, que talvez não tenha favorecido o aparecimento da praga. Czepak et al. (2005) observaram que maior ocorrência da *P. xylostella* ocorria entre os meses de julho a setembro, quando se tem um aumento nas temperaturas e clima seco, sendo que o período crítico de ataque da praga ocorre durante a formação da cabeça, entre quatro e sete semanas após o transplante.

**Tabela 1.** Número médio de lagartas no primeiro e segundo plantio, peso fresco da cabeça (kg), diâmetro da cabeça (cm) e dureza foliar de repolho para o segundo plantio. Vitória da Conquista, BA, 2015.

Tratamentos	Lagartas (No.)		Peso fresco da cabeça (Kg)	Diâmetro da cabeça (Cm)	Dureza foliar (Kg/cm <sup>2</sup> )
	1º plantio	2º plantio			
Testemunha	1,78 a*	14,95 b	1,13 a*	3,68 a*	1,40 a
AgroSilício	2,20 a*	11,70 ab	1,14 a*	3,69 a*	3,20 b
Sil-K	1,73 a*	10,10 a	1,10 a*	3,66 a*	2,26 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

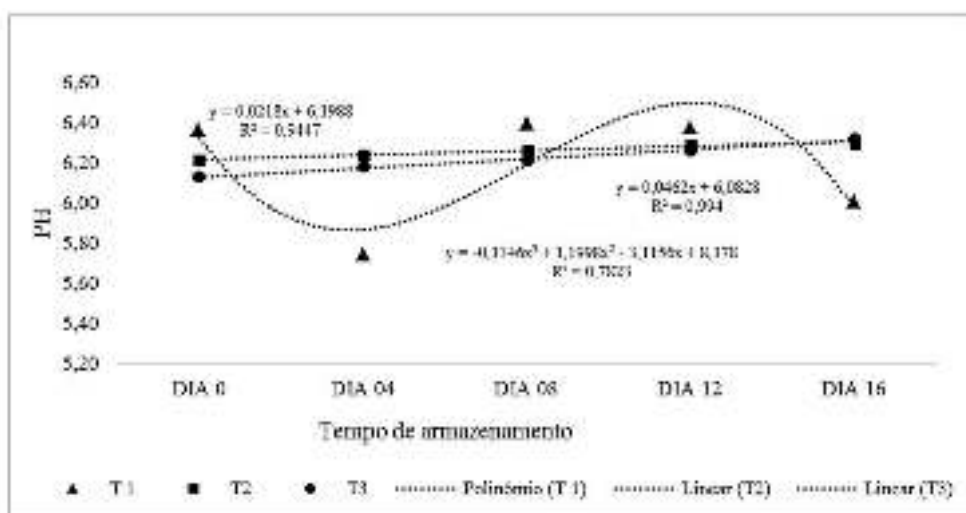
\*Dados transformado pela equação ( $\sqrt{y + 0,5}$ ).

Na segunda época de plantio, agosto a novembro de 2015, obtiveram-se resultados significativos para número de lagartas em relação aos tratamentos (Tabela 1). Isso, provavelmente, ocorre devido ao silício fornecer agentes químicos e físicos às plantas que as tornam menos atrativas para as pragas. Também, podem constituir uma barreira estrutural que promove diminuição no consumo foliar das lagartas, provocando maior mortalidade das mesmas, fortalecendo assim, a planta contra o ataque de pragas (COSTA e MORAES, 2006; FREITAS et al., 2012).

O peso fresco da cabeça e diâmetro da cabeça também não diferiram entre os tratamentos (Tabela 1). Avaliando-se a dureza das folhas, obteve-se como média 1,4; 3,2 e 2,26 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente para T1, T2 e T3. O tratamento com AgroSilício apresentou rigidez superior à testemunha e igual ao Sil-K. Isso, possivelmente, está ligado ao fato do silício ser depositado na parede celular da planta, conferindo-lhe maior resistência mecânica. Os tratamentos testemunha e Sil-k não diferiram significativamente. Telles (2013), avaliando fontes de silício e a interação com inseticidas, observou que as médias dos tratamentos com silício, inseticidas e silício com inseticidas foram inferiores e diferentes do tratamento testemunha, para contagem de furos causado pela traça-das-crucíferas.

A testemunha foi o tratamento que teve maior perda de matéria fresca ao longo do período de armazenamento (8%). A perda de água, na pós-colheita, ocorre devido ao processo de respiração do repolho, que é responsável pelo consumo das reservas acumuladas no órgão vegetal. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), perdas na ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, mas alguns produtos são ainda comercializáveis, mesmo com 10% de perda de umidade. A perda de peso máxima aceitável de repolho, de acordo com Kang et al. (2002), é de 7%. No presente trabalho observou-se que, no oitavo dia pós-colheita, o tratamento testemunha apresentava-se impróprio para comercialização, com perda de 8,29% de seu peso fresco; enquanto que as plantas tratadas com as duas formulações de silício acumularam perdas inferiores a 6%. Esses resultados indicam que a aplicação de silício poderia ampliar o tempo de prateleira do repolho. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2014), que atribui este efeito positivo, possivelmente, à melhor absorção de nutrientes e/ou melhor balanço hídrico, que podem ser favoráveis à qualidade durante a pós-colheita.

Os valores de pH variaram significativamente em função do tempo apenas para a testemunha, sendo que, nas folhas oriundas dos repolhos tratadas com silício, o pH se manteve estatisticamente estável (Figura 1). Este resultado mostra o efeito do silício na estabilização do pH, melhorando o tempo de prateleira, visto que as mudanças de pH estão associadas ao processo de degradação do alimento. Este efeito se deve, provavelmente, ao fato do silício ser oriundo de uma rocha de caráter básico. Souza (2014) avaliando o pH em relação ao tempo de armazenamento constatou que, após 16 dias de armazenamento, os pHs das amostras sem silício apresentaram valores bem próximos ao inicial, mesmo apresentando oscilações no período.



**Figura 1.** Variação do pH pós-colheita das amostras em relação ao período de armazenamento. T1- Testemunha, T2- AgroSilício, T3- Sil-K. Vitória da Conquista-BA, 2015.

As duas formulações testadas - AgroSilício e Sil-K - podem ser indicadas pelos seus benefícios na pós-colheita, menor perda de água e maior estabilidade no pH. Estudos adicionais deverão ser conduzidos para avaliar o efeito dos produtos no controle da praga em plantios com índices de colonização mais acentuados.

## Referências

- AGRONELLI INSUMOS AGRÍCOLAS. **Agrosilício**. Disponível em: <<https://www.agronelliinsumos.com.br/index.php/02-insumos-pt/produtos/agrosilicio>>. Acesso em: 14 mai. 2015.
- CASTELO BRANCO, M. et al. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 60-63, 2001.
- CASTELO BRANCO, M. et al. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas de populações da traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n.3, p. 549-552, 2003.
- CHENG, L. et al. Insensitive acetylcholine receptor conferring Resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, v. 7, p.847-852, 2008.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-s-methyl na resistência de plantas de trigo ao *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.35, p.834-839, 2006.
- CZEPAK, C. et al. Eficiência de inseticidas para o controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.129-131, 2005.
- EPSTEIN E. Silicon: its manifold roles in plants. **Annals of Applied Biology**, v.155, p.115- 116, 2009.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, F. C. et al. de. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico- 31 químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1306-1311, 2010.
- FILGUEIRA F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FREITAS, L. M. **Utilização de silício como ferramenta auxiliar no manejo integrado de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*)**. 2014. 90p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16478/1/2014\\_LucianaMoraisFreitas.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16478/1/2014_LucianaMoraisFreitas.pdf)> Acesso em: 20 mai. 2015.
- FREITAS, L. M. et al. Potencial de uso de silício no manejo integrado da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*, em plantas de repolho. **Revista Caatinga**, v.25, p.8-13, 2012.
- HODSON, M. F. et al. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. **Annals of Botany**, v.96, p.1027-1046, 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ- IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. 27p.
- KANG, H. M. et al. Elevated Growing Temperatures during the Day Improve the Post- harvest Chilling Tolerance of Greenhouse - Grown Cucumber. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.49-57, 2002.
- KORNDÖRFER, G. H. et al. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. **Boletim Técnico**, v.1, p.1-23, 2002.
- MA, J. F.; TAKAHASHI, E. Soil, **Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan**. Amsterdam: Elsevier Science, 2002. 274p.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2º ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MONTEIRO, A. V. V. M. et al. **A Produção da Agropecuária Paulista: considerações frente à anomalia climática**. Instituto de Economia Agrícola, 2015. Disponível em:< <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13660>> Acesso em: 05 de jan. 2018.
- MORAES, J. C. et al. Indutores de resistência à mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1260-1264, 2009.
- OLIVEIRA, S. F. **Influência do cálcio e do silício via fertirrigação na produção e qualidade de flores cortadas de gerbera**. 2011. 63 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde08022012111417/publico/Sueyde\\_Fernandes\\_de\\_Oliveira.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde08022012111417/publico/Sueyde_Fernandes_de_Oliveira.pdf)> Acesso em: 20 mai. 2015.
- SANTOS, M. C. et al. Efeito do silício em aspectos comportamentais e na história de vida de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, p.76-88, 2012.

- SOUZA, R. S. **Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) durante o armazenamento.** 2014. 34p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8686/1/2014\\_RafaeladosSantosSouza.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8686/1/2014_RafaeladosSantosSouza.pdf)> Acesso em 22 mai. 2015.
- TELLES, C. C. **Adubação com silício como tática auxiliar no manejo integrado de *Plutella xylostella* na cultura do repolho.** 2013. 25p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em:<[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7655/6/2013\\_CamilaCembrollaTelles.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/7655/6/2013_CamilaCembrollaTelles.pdf)> Acesso em 20 mai. 2015.
-