

USO DO SILÍCIO DE POTÁSSIO EM MILHO (*Zea mays* L.) COMO PROMOTOR DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE *Spodoptera frugiperda*

Leonardo Oliveira de Jesus¹; Rafael Nunes Pereira¹; Débora Cristiane Nogueira^{2,4}; Matheus Pereira de Brito Mateus^{3,4*}

¹ Graduando em Agronomia, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; ² Doutora em Agronomia – UNESP; ³ Mestre em Agronomia – UNESP; ⁴ Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

* autor correspondente: matheus.cpcs@gmail.com

RESUMO

A cultura do milho é de suma importância para o agronegócio brasileiro, sendo ele o cereal de maior produção. O Brasil possui vários problemas decorrente ao ataque de pragas na cultura do milho, ataques esses que interfere diretamente em sua produtividade, dentre elas, a principal é a *Spodoptera frugiperda*, que ocorre em todo ciclo da cultura. Popularmente conhecida como lagarta-do-cartucho, a incidência desta praga é cada vez maior, devido sua grande escala de produção, e adaptação da praga em todo território de produção. Dentre as diversas formas de controle desta praga, podemos citar o silício que apesar de não ser considerado um nutriente essencial, possui a característica de auxiliar a integridade estrutural da planta com uma maior rigidez em suas paredes celulares, causando danos no aparelho bucal da lagarta, isso justifica seu emprego na agricultura para o incremento na resistência contra pragas e doenças. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a indução de resistência em milho (*Zea mays*) por meio da adubação com silício, através de plataformas digitais sendo elas, SCIELO (Scientific Electronic Library On Line), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Scholar e Elsevier. Autores afirmam que o silício possui a característica de promover a resistência ao ataque de pragas, porém existem autores que discordam dessa afirmação, isso demonstra que se deve ter uma maior ênfase nos estudos em relação a esse elemento em resposta a planta, tendo assim a certeza de sua expressão.

PALAVRAS-CHAVE: Cereal, silício, lagarta-do-cartucho, MIP, controle de pragas.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é pertencente à família Poaceae, com crescimento cespitoso e baixo afilamento, possuindo metabolismo fotossintético C₄ e ampla adaptação a diferentes climas e regiões, o que possibilita seu cultivo em todo território mundial. A sua grande adaptabilidade, representada por diversos loci gênicos, permite o seu cultivo desde o Equador ao nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros.

A produção de milho brasileira estimada para a safra 2019/20 é de 101

milhões de toneladas em área plantada de 18,2 milhões de hectares (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA, 2020). A safrinha atualmente representa a época de maior produção de milho no Brasil, com a vantagem de ser um cultivo que se dá em sucessão à soja, aproveitando o efeito residual da adubação dessa cultura, o que contribui para sustentabilidade do sistema de produção (MARIZ et al., 2017).

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* é a principal praga da cultura do milho devido à sua ocorrência generalizada e ao seu potencial de ataque em

todas as fases de desenvolvimento da planta, provocando quedas significativas no rendimento (CRUZ; TURPIN, 1982). Ataques de *S. frugiperda* na cultura do milho podem causar redução de produtividade entre 15 e 34%, dependendo da fase de desenvolvimento da planta (CARVALHO, 1970), e em outros casos podendo levar à morte da cultura quando o ataque se dá em estádios iniciais de desenvolvimento.

Aplicações desordenadas e efeitos indesejáveis de inseticidas (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010) têm levado ao desenvolvimento de métodos alternativos de controle de insetos (JACKAI et al., 1988; SOSA-GÓMEZ; MOSCARDI, 1998), como o uso do silício na indução de resistência em plantas (FERREIRA et al., 2011; LEMES et al., 2011; CRUZ et al., 2012).

Fertilizantes à base de silício são citados na literatura como indutores de resistência às plantas (DATNOFF et al., 2001), sendo essa indução uma estratégia potencial nos programas de Manejo Integrado de Pragas (COSTA; MORAES, 2002). A resistência de plantas se deve ao acúmulo do silício e polimerização de silicatos nas células epidérmicas formando uma barreira mecânica conhecida por camada silício-cutícula (SAVANT et al., 1997), que atua diretamente no aparelho bucal de lepidópteros causando o desgaste das mandíbulas.

O objetivo deste trabalho é descrever a adubação de silicato de potássio na cultura do milho e os possíveis benefícios que a prática agrega ao produtor, como a promoção de resistência ao ataque de *Spodoptera frugiperda*, a fim de garantir a capacidade de produtiva da cultura e redução nos custos com defensivos agrícolas.

Foram realizadas pesquisas com auxílio de algumas plataformas, dentre elas. SCIELO (Scientific Electronic Library On Line), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Scholar, assim obtendo um

vasto acesso a artigos, entre o período de 2001 a 2020, as palavras-chaves usadas para a obtenção de artigos relacionados ao tema foram: *Zea mays*, Silício, *Spodoptera frugiperda*, indução de resistência, assim obtendo informações para a elaboração do seguinte artigo, através de uma revisão de literatura.

2 A CULTURA DO MILHO

O milho é uma cultura de grande importância mundial, pois, o cereal está presente em quase todas as rações, o tornando o principal insumo a ser utilizado na produção de alimentos para animais. Além disso, nos últimos anos, tem aumentado o cultivo da cultura, pois atualmente tem sido utilizado também como matéria-prima fundamental para a produção de etanol.

O Brasil está entre os maiores produtores de milho, conseqüentemente, o país tem uma grande importância para o agronegócio, com uma produtividade média de 76 milhões de toneladas de grãos, e 4.900 kg ha⁻¹, na safra 2012/13, sendo assim, o terceiro maior produtor do mundo, ficando atrás somente da China e os Estados Unidos (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2013).

Seu uso é amplamente diversificado, sendo utilizado em maior quantidade para ração animal ou na alimentação humana, devido às suas elevadas qualidades nutricionais, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, com exceção da lisina e do triptofano (BARROS, 2014), e outra parte para indústrias de etanol devido ao seu alto potencial energético na produção de biocombustíveis. A safrinha atualmente representa a época de maior produção de milho no Brasil, com a vantagem de ser um cultivo que se dá em sucessão à soja, aproveitando o efeito residual da adubação dessa cultura, o que contribui para sustentabilidade do sistema de produção (MARIZ et al., 2017).

A produção de etanol no EUA a partir dos grãos de milho saltou significativamente ao longo das décadas, tornando esse cereal responsável por mais de 90% da matéria prima utilizada para produção de etanol (Morris e Hill, 2006). Entretanto, a variabilidade climática e as práticas de manejo da cultura possuem impacto direto no uso de milho para a produção de bioetanol (Persson et al, 2009). Tudo indica que a produção global da cultura do milho atinja cerca de 140 milhões de toneladas em 2024/25, o Japão destaca-se como maior importador do milho superando um volume de 15 milhões de toneladas, o México e a União Europeia também estão entre os maiores importadores (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA, 2015).

A cultura do milho é atacada por diversas pragas, entretanto, a mais severa no Brasil é um lepidóptero conhecido por *Spodoptera frugiperda*, esse inseto possui distribuição generalizada no país e potencial para atacar todas as fases fenológicas da cultura, desde seu início de desenvolvimento durante o processo de emergência até a fase de enchimento de grãos na espiga, ocasionando reduções significativas na produtividade (CRUZ; TURPIN, 1982). O dano causado pela lagarta varia de acordo com estágio fenológico que a planta se encontra, mas pode reduzir até um terço da produtividade esperada na lavoura (CARVALHO, 1970).

2.1 Técnicas de manejo da lagarta do cartucho em milho

O controle de *S. frugiperda* tem sido realizado com o uso de inseticidas químicos, aplicados após detectada sua ocorrência na cultura (CASTRO et al., 2009). No entanto, a utilização de produtos sintéticos geralmente possui custo elevado, com altos riscos de toxicidade e contaminação ambiental, podendo causar desequilíbrio biológico.

O problema tem se agravado pelos insucessos no controle dessa praga devido ao hábito dela permanecer dentro do

cartucho do milho, impedindo que o inseticida alcance a lagarta, associado a problemas de doses, equipamentos e falta de monitoramento para a aplicação na hora certa (PAPA; ROTUNDO, 2006).

Através de apuradas técnicas de laboratório, um gene de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) foi introduzido em plantas de milho, dando origem ao milho geneticamente modificado, conferindo alto padrão de resistência da planta a algumas espécies de lepidópteros-pragas (ARMS-TRONG et al., 1995).

Lourenção et al. (2009), avaliando a eficiência de híbridos convencional no controle de *S. frugiperda*, obtiveram diferenças quanto à eficiência de controle entre os híbridos Bt, além de observar a presença da lagarta-do-cartucho, inclusive de terceiro instar, em algumas plantas de milho Bt, o que indica que a tecnologia não elimina a população da praga e que, em altas infestações desta, pode haver prejuízos econômicos.

2.2 Silício como promotor de resistência

Taiz e Zeiger (2004) classificam o silício como um nutriente importante na armazenagem de energia e na integridade estrutural, sendo depositado em forma de sílica amorfa em paredes celulares, contribuindo para as propriedades mecânicas das paredes celulares, incluindo a rigidez e elasticidade. Este, aplicado via foliar não é redistribuído nos tecidos das plantas, ou seja, a sua ação se restringe ao local onde foi aplicado, semelhante ao boro, exigindo uma boa cobertura e distribuição do produto na superfície foliar e de forma preventiva (FIGUEIREDO; RODRIGUES, 2007).

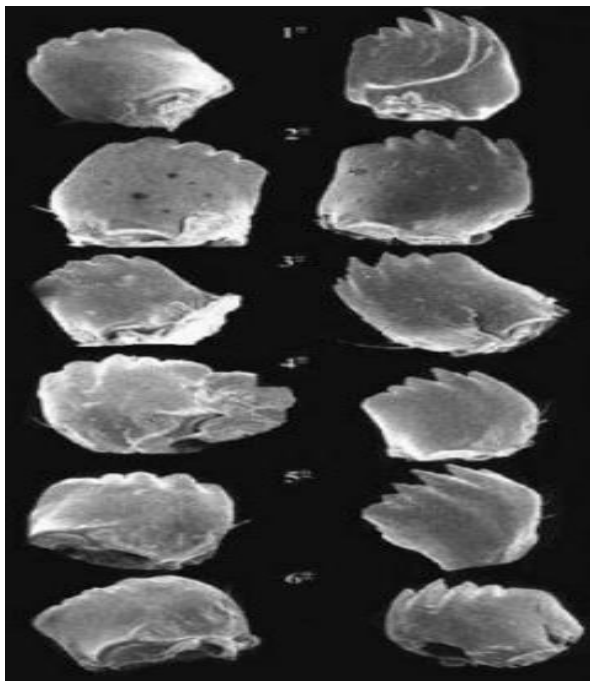
Malavolta (2006) não considera o silício como elemento essencial às plantas, pelo fato de que este não atende aos critérios diretos e indiretos de essencialidade. Segundo Pereira et al. (2004) e Mauad et al. (2003) mesmo o elemento não sendo essencial, traz inúmeros benefícios para o crescimento e o

desenvolvimento das plantas.

Fertilizantes à base de silício são citados na literatura como indutores de resistência (DATNOFF et al., 2001), sendo essa indução uma estratégia potencial nos programas de Manejo Integrado de Pragas (COSTA; MORAES, 2002). A resistência de plantas se deve ao acúmulo do silício e polimerização de silicatos nas células epidérmicas formando uma barreira mecânica conhecida por camada silício-cutícula (SAVANT et al., 1997). As células que constituem a epiderme passam por um processo chamado silificação tornando-se mais resistentes assim impedindo a penetração de estiletes e a mastigação dos insetos, devido ao endurecimento da parede das células vegetais (DATNOFF et al., 1991).

O Si altera a anatomia da mandíbula de insetos mastigadores (Figura 1) devido ao desgaste do aparelho bucal, o que dificulta o hábito alimentar da praga, levando-a a morte por inanição.

Figura 1. Mandíbulas de lagartas de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª instares de *S. frugiperda*, alimentadas com folhas de milho com aplicação de silício (esquerda) e sem aplicação de silício.



Fonte: Extraído de Goussain et al., 2002.

Através de experimentos realizados

com adubação silicatada os autores observaram uma maior taxa de canibalismo entre as lagartas quando alimentadas com folhas de milho tratadas com silício, observou-se também desgastes no aparelho bucal das lagartas acentuado na região incisora das mandíbulas Goussain et al. (2002). Danos esses que pode ter sido proveniente da ação do silício, onde o mesmo promove uma barreira mecânica na parede celular das folhas, tornando-as mais rígidas Moraes et al (2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo alguns autores afirmando sobre a indução de resistência através do uso da adubação de silício possui também autores afirmando que não há efeito significativo na resistência da cultura contra a *Spodoptera frugiperda*, isso se dá por meio de vários fatores, nutriente de baixa translocação na planta, qual fonte usada para o fornecimento do nutriente, genótipo da planta, método de aplicação via solo ou por meio de pulverizações, o que deixa claro que o nutriente precisa ser mais estudado, realizando experimentos em diferentes locais, averiguando assim se há ou não expressão do mesmo na planta, obtendo assim sua resistência.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, C. L. et al. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis*. *Crop Science*, v. 35, p. 550-557, 1995.

BARROS, E. M. et al. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 137, n. 3, p. 237-245, 2010.

CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de

- Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. 1970. 170p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 1970.
- CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da Spodoptera frugiperda em diferentes estágios de crescimento da cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 17, n. 3, p.355-359, 1982.
- FERREIRA, R.S.; MORAES, J.C.; ANTUNES, C.S Silicon influence on resistance induction against Bemisia tabaci Biotype B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) and on vegetative development in two soybean cultivars. Neotropical Entomology, v. 40, p. 495-500, 2011.
- FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.
- MARIZ, B. L. Desempenho de Cultivares de Milho de Baixo Custo de Sementes da Safrinha 2016. XIV Seminário Nacional Milho Safrinha, p. 364-369, 2017.
- MALAVOLTA, E. Manual de Nutrição Mineral de Plantas. Editora Agronômica Ceres, São Paulo, SP. 2006.
- MAUAD, M. et al. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, p. 867-873, 2003.
- MORRIS, M.; HILL, A. ENERGY, N. C. A. T. Ethanol opportunities and questions. ATTRA—National Sustainable Agriculture Information Service, Fayetteville, Arkansas, 2006.
- PAPA, G; ROTUNDO, M. Adaptação constante. Revista Cultivar Grandes Culturas. Edição Nº 80. Pelotas – RS. Janeiro 2006.
- PERSSON, T. et al. Maize ethanol feedstock production and net energy value as affected by climate variability and crop management practices. Agricultural Systems, v. 100, n. 1-3, p. 11-21, 2009.
- SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Susceptibility of Euschistus heros (Heteroptera: Pentatomidae) adults to insecticides used in Brazilian soybeans. Journal Economic of Entomology, v. 102, p. 1209-1216, 2009.
- SOUSA, J. V. et al. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. Bioscience Journal, UberlândiaMG, v. 26, n. 4, p. 502-513, 2010.
- SUJII, E.R. et al. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, p. 1541-1549, 2002.
- SUJII, E. R. et al. Inter and intra-guild interactions in egg parasitoid species of the soybean stink bug complex. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, p. 1541-1549, 2002.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3ª edição. Editora Artmed, 719p., 2004.
- TAIZ, L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed, Porto Alegre, 6ª ed. 848 p., 2017.
- VANT, N.K.; SNYDER, G.H.; DATNOFF, L.E. Silicon management and sustainable rice production. Advances in Agronomy, San Diego, v.58, p.151-199, 1997.