

HÍBRIDOS DE MILHO FRENTE AO ATAQUE DE *Spodoptera frugiperda* EM ASSOCIAÇÃO COM ADUBAÇÃO SILICATADA E O EFEITO SOBRE O PREDADOR *Doru luteipes*

Luciana Cláudia Toscano¹, Mariano Antunes Fernandes¹, Murillo Silva Rota¹, Wilson Itamar Maruyama¹, Jessica Velasco Andrade¹

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: toscano@uems.br, marianonx@hotmail.com, murillozoio@hotmail.com, wilsonmaruyama@uems.br, jessikandrade2010@hotmail.com

Recebido: 30/09/2015; Aceito: 31/03/2016.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes híbridos de milho frente ao ataque de *S. frugiperda* em associação com adubação silicatada e o efeito sobre o predador *D. luteipes*. O experimento foi realizado durante a safra 2008/09, com três híbridos de milho, Impacto (Syngenta), AS1575 (Agroeste) e o transgênico AG7000YG (Agrocere), em diferentes épocas de aplicação do produto comercial (Sili-K®), contendo silício na concentração 12,2% (SiO₂) e 15% de K₂O, via foliar na dosagem de 3 L ha⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 3 cultivares de milho e as subparcelas constituídas por 3 épocas diferentes de aplicação foliar de silício (aos 10 e 30 dias após a emergência, aos 10, 20 e 30 dias após a emergência e tratamento controle). Foram avaliados: danos causados pela *S. frugiperda*, número de lagartas e tesourinhas dentro do cartucho e teor de clorofila. O silício aplicado via foliar não teve efeito na redução ao ataque de *S. frugiperda*. O híbrido *Bt* AG7000YG, foi resistente a *S. frugiperda* e não causa impacto negativo sobre o predador *D. luteipes*.

Palavras-chave: *Zea mays* L., lagarta-do-cartucho, resistência induzida, transgênicos.

Maize hybrids against the attack of *Spodoptera frugiperda* in association with silicone fertilization and the effect on the predator *Doru luteipes*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different maize cultivars against the attack of *S. frugiperda* in association with silicon fertilization and the effect on the predator *D. luteipes*. The experiment was conducted during the harvest 2008/09, with three maize hybrids, Impact (Syngenta), AS1575 (Agroeste) and transgenic AG7000YG (Agrocere) in different application times of commercial product (Sili-K®), containing 12.2% of SiO₂ and 15% of K₂O, via foliar application with rate of 3 L ha⁻¹. The experimental design was a randomized block in split-plot with four replicates per treatment. The plots were consisted three maize hybrids and sub-plots by three application times (10 and 30 days after emergency; 10, 20 and 30 days after emergence and control). The damage caused by *S. frugiperda*, number of caterpillars and earwigs and chlorophyll content were evaluated. The silicon applied to the leaves did not effect on the reducing the attack of *S. frugiperda*. The hybrid *Bt* AG7000YG was resistant to *S. frugiperda* and does not cause negative impact on the predator *D. luteipes*.

Key words: *Zea mays* L., fall armyworm, induced resistance, transgenics.

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie nativa da América Central, com enorme capacidade de adaptação a diversos climas, regiões e hemisférios. Este cereal é um componente básico da alimentação humana e animal, originando também diversos subprodutos (CRUZ et al., 2008).

Sendo diversos os fatores responsáveis pela baixa produtividade dessa cultura, as pragas têm um significativo percentual de participação. Dentre as mais prejudiciais, cita-se a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*, J. E. Smith, 1797, Lepidoptera: Noctuidae), dependendo da época e da intensidade do ataque estima-se que essa praga possa causar redução de até 60% na produção desse grão (FARINELLI; FORNASIERI FILHO, 2006).

Visando minimizar o ataque e os prejuízos causados por esse lepidóptero são utilizados principalmente aplicações de inseticidas químicos sintéticos, entretanto o uso frequente e não controlado destas substâncias pode selecionar populações de insetos resistentes, causando ressurgência de pragas, além de deixar resíduos sobre os alimentos (OLIVEIRA et al., 2007). Buscando solucionar os possíveis desequilíbrios causados por essa prática, torna-se necessário a utilização de estratégias integradas que sejam menos agressivas ao meio ambiente (BUSATO et al., 2006; GOUSSAIN et al., 2002).

A manutenção das populações de insetos predadores em áreas agrícolas consiste numa importante forma de minimizar aplicações extras de inseticidas, pois estes farão o controle de pragas deixando-as abaixo do nível causador de danos econômicos (TOSCANO et al., 2010). Na cultura do milho a tesourinha (*Doru luteipes* (Scudder), Dermaptera: Forficulidae) é um importante predador da *S. frugiperda*, alimentando-se de ovos e fases imaturas deste lepidóptero (FIGUEIREDO et al., 2006).

Outra estratégia utilizada no manejo integrado é a indução de resistência de plantas à insetos. Essa técnica confere à cultura benefícios que amenizam o efeito causado pelas pragas. Nesse sentido, a aplicação de fontes de silício propicia uma barreira mecânica nas plantas, pois o mineral se acumula nas células epidérmicas das Poaceae, aumentando o seu espessamento e rigidez, evitando o ataque de insetos-praga (NERI et al., 2005).

Em estudos realizados por Goussain et al. (2002) foi observado que *S. frugiperda* alimentadas com discos foliares de milho tratados com Si sofreram desgaste nas mandíbulas devido à deposição de cristais desse elemento na folha. Entretanto, Antunes et al. (2010) observaram que a infestação de *S. frugiperda* em plantas de milho à campo não foi afetada pela aplicação de Si.

A associação dessa estratégia ao uso da tecnologia *Bt* na cultura de milho vem sendo empregada como alternativa no controle de *S. frugiperda* e redução na aplicação de inseticidas químicos. Considerando os diversos fatores que contribuem para inviabilizar essa tecnologia, o estudo sobre o efeito da proteína Cry1Ab em populações de *S. frugiperda* em diferentes regiões busca conhecer os possíveis riscos de resistência desse lepidóptero.

Devido aos constantes desequilíbrios em campos agrícolas oriundos de práticas de manejo incorretas, busca-se como alternativa a adoção de estratégias propostas pelo MIP; quando este conjunto de práticas são utilizadas de forma integrada garantem o retardamento de resistência da lagarta-do-cartucho pois ocorre uma redução de pressão de seleção sobre o inseto alvo (JAKKA et al., 2014).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de diferentes cultivares de milho frente ao ataque de *S. frugiperda* em associação com adubação silicatada e o efeito sobre o predador *D. luteipes*.

2. Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade de Cassilândia-MS, altitude de 470 m, latitude 18°59'44" S e longitude 52°21'56" W, pluviosidade média anual de 1 500 mm.

As adubações de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com Raij et al. (1997), fornecidas para uma produtividade entre 6 a 8 Mg ha⁻¹.

O experimento foi realizado durante a safra 2008/09, com três híbridos de milho, IMPACTO (Syngenta), AS1575 (Agroeste) e a cultivar transgênica AG7000YG (Agrocere), em diferentes épocas de aplicação do produto comercial (Sili-K®) contendo silício na concentração 12,2% (SiO₂) e 15% (K₂O), via foliar na dosagem de 3 L ha⁻¹, aplicados com pulverizador costal em jato dirigido, calculado para calda de 300 L ha⁻¹.

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,90 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando 125 plantas por parcela. A área útil da parcela foi constituída pelas três fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

Os danos provocados pela lagarta-do-cartucho nos cultivares de milho foram avaliados em 5 idades da planta (17, 24, 31, 38, 45) após a emergência (DAE), utilizando-se a escala visual de notas proposta por Carvalho (1970): Nota (0) plantas com ausência de danos; (1) plantas apresentando início de raspagem (1 a 2 folhas); (2) plantas apresentando raspagem com furos (1 a 3 folhas); plantas apresentando raspagem com furos

(4 a 5 folhas); (4) plantas apresentando raspagem e furos, com perfurações no cartucho; (5) danos severos nas plantas, com destruição total. Os levantamentos foram realizados ao acaso em 10 plantas na área útil de cada parcela.

Para a amostragem de *S. frugiperda* e *D. luteipes* dentro do cartucho, foi realizado uma coleta de 5 plantas da área útil de cada parcela, e quantificado o número de lagartas e tesourinhas existentes quando a cultura estava no estágio fenológico V₃ a V₄, que segundo Cruz e Turpin (1982), é a fase que a cultura encontra-se mais suscetível ao ataque desta lagarta.

Após a colheita, a massa de grãos foi avaliada através de uma amostragem de 100 grãos de cada subparcela. Inicialmente, mediu-se a massa úmida, pesando as amostras em balança analítica condicionadas em saquinhos de papel (previamente pesados) e encaminhados para estufa a 105 °C por 24 horas (BRASIL, 1992). Posteriormente, foi deixada por 15 minutos para esfriamento e pesou-se a amostra para obter o peso seco de 100 grãos. Os dados foram transformados para 13% de umidade utilizando as seguintes fórmulas:

$$\% \text{ de umidade} = 100 (\text{semente úmida} - \text{semente seca}) / \text{semente úmida}$$

$$\text{Produção corrigida} = \text{Produção} (100 - \text{umidade}) / (100 - 13)$$

O diâmetro da espiga foi determinado com um paquímetro graduado digital e o tamanho com uma trena graduada (m), onde utilizou-se 10 espigas colhidas aleatoriamente, provenientes da área útil de cada parcela.

Foram avaliadas 10 plantas da área útil de cada parcela, no início do florescimento, com o medidor portátil de clorofila Chlorophyll Content Meter (CCM-200). A medição foi feita em três folhas de cada planta, na primeira folha do terço inferior, na folha central e na última folha do terço superior. A leitura foi realizada no centro de cada folha, para verificar se existiu diferença no teor de clorofila em função do depósito de silício.

Foram colhidas manualmente 10 plantas da área útil de cada parcela. Após a debulha, os grãos foram pesados e calculada a produtividade em kg/ha corrigida a 13% de umidade.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas; as parcelas foram as cultivares e as subparcelas a época de aplicações. Sendo assim utilizou-se três cultivares em três épocas diferentes de aplicação de silício via foliar: a primeira época com duas aplicações (10 e 30 dias após a emergência), a segunda época com três aplicações (10, 20 e 30 dias após a emergência) e a testemunha. Utilizou-se quatro repetições para cada tratamento, totalizando 36 parcelas.

A análise de variância para todas as variáveis foram avaliadas e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

3. Resultados e Discussão

Não houve interação entre cultivares de milho e aplicações de silício em relação aos danos causados por *S. frugiperda*, aos 17, 24, 31, 38 e 45 (DAE). Menor dano nas folhas foi observado diferindo significativamente aos 31 e 45 (DAE) para a cultivar transgênica em relação às convencionais IMPACTO e AS1515 (Tabela 1).

A cultivar transgênica apresentou a menor média de danos causados pela *S. frugiperda*, o que justifica-se pelo fato da mesma conter genes introduzidos da bactéria *B. thuringiensis*, já utilizada como bioinseticida no controle dessa lagarta. Araújo et al. (2011) e Lourenção e Fernandes (2013) avaliaram em condições de campo diferentes proteínas de Bt no controle de *S. frugiperda* e observaram que híbridos expressando a toxina Cry 1A(b), também existente no cultivar utilizado AG7000YG, foram mais eficientes no controle dessa praga que outros materiais.

Tabela 1. Danos causados por *Spodoptera frugiperda* entre os cultivares aos 17, 24, 31, 38 e 45 (DAE) independente das aplicações de silício

Cultivares	Danos de <i>S. frugiperda</i>				
	17 DAE ¹	24 DAE ¹	31 DAE ¹	38 DAE ¹	45 DAE ¹
AG7000YG	0,67 a	1,17 a	1,50 a	1,67 a	1,75 a
IMPACTO	1,33 b	2,00 a	2,50 b	2,17 a	2,50 b
AS1575	1,17 ab	2,08 a	3,08 b	3,25 b	3,08 b
CV % (Cultivares)	48,54	56,64	23,41	23,41	21,92
CV % (Épocas)	62,5	40,78	27,79	24,79	17,6

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P > 0,05).

Quanto ao número médio de lagartas houve diferenças significativas entre as cultivares AG7000YG (0,91) e AS1575 (1,45) independente das aplicações de silício. Quanto ao predador verifica-se que a quantidade de tesourinha encontrada dentro do cartucho não diferiu significativamente entre os cultivares (Tabela 2). Araújo et al. (2011) e Fernandes et al. (2007) também observaram que a população de *D. luteipes* em cultivo de milho *Bt* não foi alterada quando comparada ao convencional. Sendo assim, os híbridos de milho *Bt* não afetam a dinâmica populacional de *D. luteipes*, apesar de ter sido observada redução na densidade populacional de lepidópteros pragas, demonstrando sua importância na redução populacional da lagarta-do-cartucho.

Para o teor de clorofila na 1ª, 2ª e 3ª folhas não ocorreram diferenças significativas entre a interação dos fatores cultivar e aplicação. Porém, a cultivar IMPACTO obteve maior média de clorofila na 1ª e 2ª folhas, em relação às outras cultivares, porém, na análise da 3ª folha a cultivar AS1575 foi superior às demais (Tabela 3).

Freitas et al. (2011) também não constataram efeito da aplicação de silício no teor de clorofila em plantas de milho. Diante dos resultados obtidos nesta presente pesquisa observa-se que as aplicações de silício via foliar, não foram suficientes para elevar o teor desse nutriente na folha, uma vez que não houve interação entre cultivares e aplicações de adubo silicatado via foliar.

Diante dos resultados obtidos nesta presente pesquisa observa-se que as aplicações de silício via foliar, não foram suficientes para elevar o teor desse nutriente na folha, uma vez que não houve interação entre cultivares e aplicações de adubo silicatado via foliar.

Os tratamentos não influenciaram nos parâmetros: massa de 100 grãos e produtividade, demonstrando que não houve interação entre os fatores cultivares e aplicações de adubação foliar silicatada. Mesmo que os cultivares não diferiram entre si na massa de 100 grãos e na produtividade média, estes obtiveram alto rendimento de grãos.

Tabela 2. Número de *S. frugiperda* e *D. luteipes* dentro do cartucho dos diferentes cultivares, independente da aplicação de silício

Cultivares	<i>S. frugiperda</i>	<i>D. luteipes</i>
AG7000YG	0,9 a	1,69 a
IMPACTO	0,99 ab	1,49a
AS1575	1,45 b	1,21a
C.V. (%) parcelas	37,07	58,35
C.V. (%) sub-parcelas	32,42	32,94

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P> 0,05).

Tabela 3. Teor de clorofila na 1ª folha (do terço inferior), 2ª folha (folha central) e 3ª folha (última folha do terço superior) independente das aplicações de silício

Cultivares	Médias do teor de clorofila		
	1ª folha ¹	2ª folha ¹	3ª folha ¹
AG7000YG	1,92 b	3,25 c	1,83 b
AS1575	1,17 b	3,75 b	2,42 a
IMPACTO	2,83 a	4,42 a	1,75 b
C.V. parcelas	16,16	8,76	15,96
C.V. subparcelas	19,58	15,38	33,68

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey (P> 0,05).

Teodoro et al. (2014) não observaram diferença na produtividade em híbridos de milho com adubação silicatada quando comparado à testemunha, onde não houve aplicação de silício. Esses resultados contradizem Sousa et al. (2010) que observaram aumento na produtividade de milho com aplicação de silício via foliar. Os cultivares IMPACTO e AS1575 obtiveram maior produtividade, mesmo sendo as mais atacadas por *S. frugiperda*, revelando maior potencial produtivo que o cultivar transgênico. No geral, os cultivares foram responsivos à adubação, que foi calculada para uma produtividade entre 6 a 8 Mg ha⁻¹

4. Conclusões

A aplicação foliar de silício não teve efeito quanto à redução ao ataque de *S. frugiperda*.

O híbrido *Bt* AG7000YG foi resistente a *S. frugiperda* e não causa impacto negativo sobre o predador *D. luteipes*

Referências Bibliográficas

- ANTUNES, C. S.; MORAES, J. C.; ANTÔNIO, A.; SILVA, V. F. Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (LEPIDOPTERA) e de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 26, n. 4, p. 619-625, 2010.
- ARAÚJO, L. F.; SILVA, A. G.; CRUZ, I.; CARMO, E. L.; HORVATH-NETO, A.; GOULART, M. M. P.; RATTES, J. F. Flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH), *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS) e *Doru luteipes* (SCUDDER) em milho convencional e transgênico *Bt*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas-MG, v. 10, n. 3, p. 205-214, 2011.
- BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; ZOTTI, M. J.; NÖRNBERG, S. D.; MAGALHÃES, T. R.; MAGALHÃES, J. B. Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. **Ciência Rural**, Santa Maria-SC, v. 36, n. 1, p. 15-20, 2006.

- BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF: SNAD/CLAV, p. 365, 1992.
- 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.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO, C. G. Nutrição do milho e da *Brachiaria decumbens* cultivado em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá-PR, v. 30, n. 05, p. 733-739, 2008.
- FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Ciêntifica**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 2, p.197-202, 2006.
- FERNANDES, O. A.; FARIA, M., MARTINELLI, S.; SCHIMIDT, F.; CARVALHO, V. F.; MORO, G. Avaliação do efeito de milho Bt sobre artrópodos não alvos no Brasil. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 64, n. 3, p. 249-255, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 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-DF, v. 41, n. 12, p.1693-1698, 2006.
- FREITAS, L. B.; COELHO, E. M.; MAIA, S. C. M.; SILVA, T. R. B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 58, n.2, p. 262-267, 2011.
- GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina-PR, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.
- JAKKA, S. R. K.; KNIGHT, V. R.; JURAT-FUENTES, J. L. Fitness costs associated with field-evolved resistance to Bt maize in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 107, n. 1, p. 342-351, 2014.
- LOURENÇÃO, A. L. F.; FERNANDES, M. G. Avaliação do milho Bt Cry1Ab e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de campo. **Ciêntifica**, Jaboticabal-SP, v. 41, n. 2, p. 164-188, 2013.
- NERI, D. K. P.; MORAES, J. C.; GAVINO, M. A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 29, n. 6, p. 1167-1174, 2005.
- OLIVEIRA M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 31, n. 2, p. 326-330, 2007.
- RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Boletim técnico 100, Campinas-SP, 285 p., 1997.
- SOUSA, J. V.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; SOUSA, V. B. F.; CARVALHO, P. C.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v.26, n. 4, p. 502-513, 2010.
- TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; CORRÊA, C. C. G.; TORRES, F. E. Desempenho de híbridos de milho sob aplicação foliar de silício no cerrado Sul-Mato-Grossense. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 30, n. 1, p. 224-231, 2014.
- TOSCANO, L. C.; GONZATTO, F. A.; CARDOSO, A. M.; MARUYAMA, W. Interação de híbridos de milho cultivados na safrinha e o controle químico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). **Revista Agrarian**, Dourados-MS, v. 3, n. 7, p. 24-33, 2010.