

INSTITUTO FEDERAL GOIANO DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIA CAMPUS URUTAÍ

LARYSSA LUCAS ARAÚJO SILVA

AVALIAÇÃO DO ENXOFRE COMO DESALOJANTE PARA *Spodoptera frugiperda*:
UMA SOLUÇÃO PARA O MILHO DOCE?

URUTAÍ - GOIÁS
2020

LARYSSA LUCAS ARAÚJO SILVA

AVALIAÇÃO DO ENXOFRE COMO DESALOJANTE PARA *Spodoptera frugiperda*:
UMA SOLUÇÃO PARA O MILHO DOCE?

Trabalho de Curso apresentado ao IF Goiano
Câmpus Urutaí como parte das exigências do
Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof^a. Dr. Alexandre Igor de
Azevedo Pereira.

URUTAÍ - GOIÁS
2020

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS
NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____

Nome Completo do Autor: Laryssa Lucas Araújo Silva

Matrícula: 2016101200240088

Título do Trabalho: AVALIAÇÃO DO ENXOFRE COMO DESALOJANTE PARA *Spodoptera frugiperda*: UMA SOLUÇÃO PARA O MILHO DOCE?

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: Possui dados que não podem ser publicamente divulgados por serem parte de um projeto de Pesquisa Aplicada.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutaí, estado de Goiás, 11/08/2020.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

LARYSSA LUCAS ARAÚJO SILVA

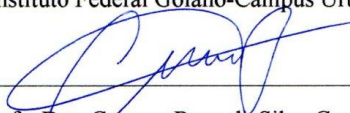
AVALIAÇÃO DO ENXOFRE COMO DESALOJANTE PARA
Spodoptera frugiperda: UMA SOLUÇÃO PARA O MILHO DOCE?

Trabalho de Curso apresentado ao IF
Goiano Campus Urutai como parte das
exigências do Curso de Graduação em
Agronomia para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

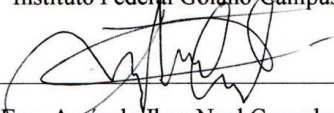
Aprovado em: 11 de Agosto de 2020.



Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano-Campus Urutai



Profa. Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo
(Membro da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano-Campus Urutai



Eng. Agrícola Jhon Noel Gonzales Linares
(Membro da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano-Campus Urutai

DEDICATÓRIA

A minha mãe, minha minha família, meu namorado, docentes e amigos que estiveram comigo durante essa caminhada e contribuíram para minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e nunca desistir diante delas, por me permitir chegar até aqui.

A meu namorado, minha família, em especial a minha mãe que nunca mediu esforços para me dar tudo aquilo que era possível e impossível, sempre acreditou e depositou toda confiança em meu desenvolvimento.

Ao IF Goiano-Campus Urutaí, a todos seus colaboradores por contribuir e serem parte desse grande sonho.

Ao meu orientador Alexandre Igor, sua esposa Carmen Curvelo pelo suporte para execução do presente trabalho, pelas correções, incentivos, conversas serei eternamente grata por tudo.

E a todos amigos, colegas, que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÃO	13
REFERÊNCIAS	14

AVALIAÇÃO DO ENXOFRE COMO DESALOJANTE PARA *Spodoptera frugiperda*: UMA SOLUÇÃO PARA O MILHO DOCE?

Laryssa Lucas Araújo Silva⁽¹⁾, Alexandre Igor de Azevedo⁽¹⁾.

⁽¹⁾Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, s/n, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: araujo_laryssa@hotmail.com, aiapereira@yahoo.com.br

RESUMO

O cultivo de *Zea mays* (var. *Saccharata*) (Poaceae) no Centro-Oeste brasileiro possui reais perspectivas de expansão. Todavia, plantas de milho doce são suscetíveis ao ataque da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Estratégias recomendadas de controle envolvem inseticidas sintéticos, mas esse inseto se abriga no interior das folhas do milho, dificultando seu controle. Produtos à base de enxofre possuem potencial em expor (desalojar) essas lagartas e inclusive tem sido utilizado na prática da lavoura com essa finalidade. Todavia, doses e dosagens do enxofre, bem como a sua mistura com inseticidas ainda geram dúvidas por parte dos agricultores. Portanto, o objetivo foi avaliar o número de lagartas desalojadas e dentro do cartucho para *Spodoptera frugiperda* expostas via pulverização foliar, sob diferentes combinações de doses, dosagens e misturas (ou não) dos produtos Enxofert WG e Espinosade, sob condições de campo. As pulverizações com diversos arranjos entre tratamentos ocorreram via foliar, sob delineamento experimental em blocos causalizados. Um controle absoluto sem aplicações de produtos foi utilizado. As doses cheias de Enxofert WG proporcionaram maior quantidade de lagartas fora do cartucho em comparação com as baixas doses (independente das dosagens utilizadas). Considerações sobre o uso do enxofre como desalojante, incluindo sua eficiência nas diferentes doses e dosagens, além da mistura com o inseticida (ou não) são discutidas.

Palavras-chave: *Zea mays*, Enxofert, Espinosinas, cartucho, lagarta-do-cartucho

EVALUATION OF SULFUR AS A DISLODGING FOR *Spodoptera frugiperda*: A SOLUTION FOR SWEET CORN?

Laryssa Lucas Araújo Silva⁽¹⁾, Alexandre Igor de Azevedo⁽¹⁾.

⁽¹⁾Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, s/n, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: araujo_laryssa@hotmail.com, aiapereira@yahoo.com.br

ABSTRACT

The cultivation of *Zea mays* (var. *Saccharata*) (Poaceae) in the Brazilian Midwest has real prospects for expansion. However, sweet corn plants are susceptible to attack by the corn cartridge caterpillar, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Recommended control strategies involve synthetic insecticides, but this insect takes shelter inside the corn leaves, making it difficult to control. Sulfur-based products have the potential to expose (dislodge) these caterpillars and have even been used in farming practice for this purpose. However, doses and dosages of sulfur, as well as its mixture with insecticides, still raise doubts on the part of farmers. Therefore, the objective was to evaluate the number of caterpillars dislodged and inside the cartridge for *Spodoptera frugiperda* exposed via leaf spray, under different combinations of doses, dosages and mixtures (or not) of Enxofert WG and Espinosade products, under field conditions. The spraying with different arrangements between treatments occurred via leaf, under experimental design in causalized blocks. Absolute control without product applications was used. The full doses of Enxofert WG provided a larger number of caterpillars outside the cartridge compared to the low doses (regardless of the dosages used). Considerations about the use of sulfur as a dislodger, including its efficiency in different doses and dosages, in addition to the mixture with the insecticide (or not) are discussed.

Keywords: *Zea mays*, Enxofert, Spinosyns, cartridge, fall armyworm.

INTRODUÇÃO

O ataque de insetos é um dos principais fatores que afeta o desenvolvimento das lavouras de milho, por impedir o melhor aproveitamento do potencial produtivo dos materiais atualmente disponíveis. Neste contexto, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma das principais pragas, consumindo grande parte da área foliar (Cruz 1995). As lagartas pequenas raspam, inicialmente, o limbo foliar das folhas mais novas, passando a danificar as folhas centrais da região do cartucho que pode ser totalmente destruído. Em ocorrências tardias, podem atacar a espiga, destruindo a palha e os grãos, além de propiciarem a entrada de patógenos e umidade, determinando o apodrecimento. O ataque pode ocorrer desde a fase de plântula, logo após a germinação, até as fases de pendramento e espigamento (Cruz et al. 2010). O comportamento de abrigar-se no interior das plantas de milho, mais especificamente no cartucho, nas fases iniciais de desenvolvimento da planta, confere proteção a esse inseto, o que justifica casos de fracasso no controle químico através de pulverizações foliares.

Nesse contexto, produtos capazes de modificar o comportamento das lagartas no sentido de retirá-las do abrigo (conhecidos como desalojantes) oferecido pelas plantas de milho podem vir a ser uma forma eficiente em melhorar a exposição desses insetos frente às aplicações de inseticidas e, até mesmo, aumentar os riscos de predação e parasitismo por inimigos naturais. Produtos à base de Enxofre (S) tem sido apontado com esse potencial. O produto EnxofertTM WG libera sulfeto de hidrogênio que se transforma em ácido sulfídrico (H₂S) e que, por sua vez, é o grande causador de irritabilidade após passagem pelos espiráculos dos insetos, inclusive com ação corrosiva aos tecidos internos (Liu et al. 2019). Por possuir alta pressão de vapor (1,82 MPa a 20 °C) (Heidemann et al. 2001) esse tipo de produto é mais comumente utilizado em ambientes fechados para proteção de frutas armazenadas (Green 1976). Recentemente tem sido investigado como desalojante em insetos que atacam plantas na lavoura, como *S. frugiperda*. Todavia, seu registro no MAPA do Brasil indica seu uso como fertilizante foliar (90% de S), sugerindo que seu uso como agente protetor de plantas na agricultura aparenta ainda ser subexplorado. Avaliamos o número de lagartas desalojadas e dentro do cartucho, para *Spodoptera frugiperda*, expostas via pulverização foliar, sob diferentes combinações de doses, dosagens e misturas (ou não) dos produtos Enxofert WG e Espinosade de forma geral (através das médias entre tratamentos), bem como em função de seis intervalos de tempo de amostragem: 0, 1, 3, 5, 10 e 15 DAA (dias após a aplicação) em plantas de milho doce, sob condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental

O experimento foi conduzido em uma área comercial de milho-doce localizada no município de Orizona (latitude: 17° 01' 53" S, longitude: 48° 17' 45" W e altitude: 806 m), sudeste do estado de Goiás, Brasil. O proprietário da área detinha contrato de promessa de compra e venda da matéria-prima com a agroindústria de conservas animais e vegetais Conservas Oderich SA, sediada no próprio município de Orizona (GO). As médias climáticas de temperatura e umidade relativa, durante o período experimental, foram de 25°C e 66%, respectivamente.

Genética do milho utilizada e plantio

O milho-doce híbrido Tropical Plus[®] (Syngenta Seeds LTDA) foi utilizado. Seu uso é ideal para consumo in natura e processamento industrial, com altura média de 2,35 m e duração de ciclo entre 90 a 110 dias. Possui potencial produtivo de 17.500 kg ha⁻¹ (para espigas) e 5.950 kg ha⁻¹ (para grãos). O espaçamento adotado para plantio do milho-doce foi de 80 cm entre fileiras e densidade de, aproximadamente, 45 mil plantas ha⁻¹. Dez quilos de sementes ha⁻¹ foram gastos no plantio. Adubações nitrogenadas de cobertura foram realizadas com 120 kg de N ha⁻¹, aplicadas de uma só vez, quando as plantas apresentaram de 6 a 8 folhas definitivas. Além disso, o uso de 200 kg de sulfato de magnésio ha⁻¹, junto com o nitrogênio aplicado em cobertura, também foi realizado para fins de evitar sintomas de deficiência de magnésio nas plantas de milho doce, que ocorre, geralmente, nas folhas inferiores da planta. As demais exigências nutricionais de macro e micronutrientes foram atendidas seguindo recomendações técnicas para plantio na região e preconizadas pela agroindústria. A irrigação do milho-doce na área experimental ocorreu através de pivô central com turno de rega de 3 dias e manutenção do potencial matricial contido entre os valores -50 a -100 kPa.

Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições e esquema fatorial 2x3, compreendendo a duas doses do Enxofert WG (cheia ou baixa) e quatro dosagens. A parcela experimental foi constituída por 10 metros de comprimento e 1,20 m de largura. Cada parcela experimental compreendeu duas fileiras paralelas de plantas de milho contendo, cada uma, aproximadamente 12 plantas de milho-doce. Portanto, cada parcela experimental conteve um total aproximado de 24 plantas de milho-doce. A bordadura

entre tratamentos dentro dos blocos foi de 5 m e constituiu-se de plantas que não foram avaliadas, nem pulverizadas. A bordadura entre blocos foi de 5 m. O delineamento experimental através da marcação do tamanho das parcelas, bem como casualização dos tratamentos e sua identificação no campo ocorreu aos 25 dias após a germinação das sementes.

Tratamentos e produtos utilizados

As aplicações tiveram início após 30 dias do plantio, quando as plantas apresentaram entre 8 a 10 folhas expandidas, o que corresponde ao início de infestação de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho (Melo et al. 2014). As pulverizações dos tratamentos, apenas via foliar, foram realizadas através de pulverizador costal manual, com composição da calda de 20 litros com água, sobre as folhas de milho nas parcelas até o ponto de escorrimento. Todos os aplicadores envolvidos nessa tarefa utilizaram os equipamentos apropriados (macacão, botas, óculos/viseira facial e luvas) para proteção individual (EPI) seguindo as normas da legislação brasileira.

A fonte de enxofre avaliada no presente trabalho foi oriunda do produto EnxofertTM WG (Plant Defender Tecnologia Agrícola, Limeira, estado de São Paulo, Brasil) que possui 90% de enxofre em sua constituição e 8,55% do aditivo Bentonita Sódica. Possui grânulos dispersivos em água contendo enxofre elementar. Seu tamanho de partícula é de 2 - 4 µm. O Enxofert WG foi utilizado sob duas diferentes doses, segundo informa o fabricante, sendo a dose cheia (12,5 kg ha⁻¹) ou a dose baixa (6,0 ha⁻¹) diluídos em água com volume de calda de 100 L ha⁻¹. Possui registro no MAPA de número EI SP 80431-2. Por se tratar de registro como fertilizante formulado como um grânulo dispersivo, não possui informações validadas quanto à sua classificação toxicológica nem sobre sua classificação do potencial de periculosidade ambiental. As dosagens (d) utilizadas compreenderam a variações entre a metade da dose (se cheia ou baixa) do Enxofert WG (-1/2), dose recomendada na íntegra (se cheia ou baixa), mais da metade da dose recomendada na íntegra (se cheia ou baixa) (+1/2) e, por fim, ao dobro da dose recomendada na íntegra (se cheia ou baixa) (x2). O inseticida Espinosade, caracterizado como um inseticida não sistêmico de origem biológica do grupo químico das Espinosinas, possui registro no MAPA do Brasil sob nº 07798. Classificação toxicológica III (medianamente tóxico) e classificação do potencial de periculosidade ambiental III (produto perigoso ao meio ambiente) e do tipo de formulação como Suspensão Concentrada (SC). Seguindo recomendações do fabricante (Dow AgroSciences Industrial Ltda, São Paulo, estado de São Paulo, Brasil) foi utilizado na dose de 100 ml ha⁻¹, sem necessidade de adição de adjuvantes, com volume de calda de 200 L ha⁻¹. No tratamento controle absoluto, não ocorreram

pulverizações, que para os demais tratamentos foram realizadas ao final do dia, com horário próximo às 17:00 horas.

Amostragem das lagartas e parâmetros quantificados

Apenas lagartas de *Spodoptera frugiperda* foram amostradas nas plantas de milho com avaliações visuais para as lagartas fora do cartucho. Adicionalmente, análises destrutivas de quatro plantas foram realizadas no próprio campo, por parcela experimental, a fim de se confirmar a presença de lagartas desalojadas, além de contabilizar lagartas mortas, bem como aquelas permanecidas no interior do cartucho das plantas de milho. As amostragens foram realizadas em diferentes dias após a aplicação dos tratamentos, compreendendo 1, 3, 5, 10 e 15 DAA (Dias Após a Aplicação). Características de fácil identificação das lagartas de *S. frugiperda* foram apresentadas à equipe que auxiliou na amostragem das lagartas em campo, como coloração que varia de cinza-escuro, esverdeada a marrom e com faixa dorsal com pontos pretos chamados de pináculos na base das cerdas. Além disso, a presença de um Y invertido na parte frontal da cabeça e a presença de quatro manchas escuras no dorso do penúltimo segmento abdominal, formando os vértices de um quadrado (Passoa 1991). Portanto, o número de lagartas desalojadas (ou seja, fora do cartucho) bem como o número de lagartas vivas dentro do cartucho foram os parâmetros quantificados. Todas as análises de ANOVA (se uni ou bidirecionais) e testes de médias foram realizadas pelo software estatístico SAEG[®], enquanto que todas as figuras foram elaboradas pelo software SigmaPlot[®], versão 11 (Systat Software Inc).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos avaliados no presente trabalho interferiram de maneira significativa na quantidade de lagartas presentes tanto fora como dentro do cartucho das plantas de milho. A quantidade de lagartas dentro do cartucho amostradas no presente trabalho foi superior àquelas encontradas fora do cartucho com médias totais de 5,06 e 1,26 lagartas, respectivamente. O tratamento que influenciou na menor quantidade de lagartas dentro do cartucho das plantas de milho foi o T1 (Espinósade) com menos de 4 lagartas por amostragem em média (Figura 1). Os tratamentos compreendidos por $-\frac{1}{2}$ da dose baixa (T10) e o tratamento controle (T18) resultaram em uma quantidade de lagartas dentro do cartucho do milho superior aos demais tratamentos avaliados, com médias entre 7 e 7,5 lagartas por amostra, respectivamente (Figura 1). Os demais tratamentos obtiveram valores intermediários. Por outro lado, o número de lagartas presentes fora do cartucho do milho tiveram menores valores quando o tratamento T11

(dose baixa integral do produto Enxofert WG) foi pulverizado (Figura 1). Os produtos menos eficientes em desalojar as lagartas-do-cartucho do milho foram, principalmente, aqueles compreendidos pela dose cheia do produto Enxofert WG em mistura com o inseticida Espinosade, ou seja, os T6, T7, T8 e T9 (Figura 3). Os tratamentos T3 (dose cheia integral) e T17 (2x a dose baixa de Enxofert WG com Espinosade) foram aqueles que tiveram menor potencial desalojante (Figura 1).

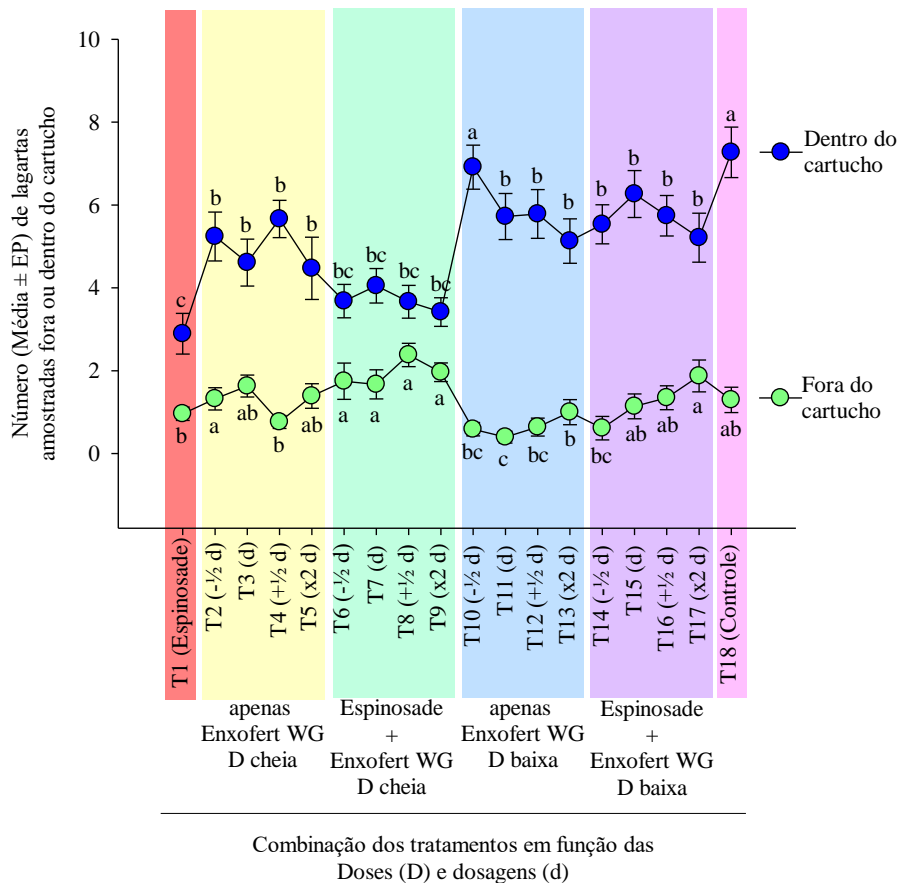


Figura 1. Número (Média ± EP¹) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) amostradas fora ou dentro do cartucho do milho (*Zea mays*) (Poaceae) (var. AG 1051) em função dos tratamentos T1 (Espinosade), T2 (Enxofre sob -1/2 da dose cheia), T3 (Enxofre sob a dose cheia), T4 (Enxofre sob +1/2 da dose cheia), T5 (Enxofre sob x2 da dose cheia), T6 (Espinosade + Enxofre sob -1/2 da dose cheia), T7 (Espinosade + Enxofre sob a dose cheia), T8 (Espinosade + Enxofre sob +1/2 da dose cheia), T9 (Espinosade + Enxofre sob x2 da dose cheia), T10 (Enxofre sob -1/2 da dose baixa), T11 (Enxofre sob a dose baixa), T12 (Enxofre sob +1/2 da dose baixa), T13 (Enxofre sob x2 da dose baixa), T14 (Espinosade + Enxofre sob -1/2 da dose baixa), T15 (Espinosade + Enxofre sob a dose baixa), T16 (Espinosade + Enxofre sob +1/2 da dose baixa), T17 (Espinosade + Enxofre sob x2 da dose baixa) e T18 (Testemunha absoluta). Orizona, estado de Goiás, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra (para cada posição da lagarta na planta dentro ou fora) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey de comparação de médias.

As doses cheias de Enxofert WG proporcionaram maior quantidade de lagartas fora do cartucho em comparação com as baixas doses (independente das dosagens utilizadas). Esse produto libera sulfeto de hidrogênio que se transforma em ácido sulfídrico (H₂S) e que, por sua vez, é o grande causador de irritabilidade após passagem pelos espiráculos dos insetos, inclusive com ação corrosiva aos tecidos internos (Liu et al. 2019). Por possuir alta pressão de vapor (1,82 MPa a 20 °C) (Heidemann et al. 2001) esse tipo de produto é mais comumente utilizado em ambientes fechados para proteção de frutas armazenadas (Green 1976) e mais recentemente tem sido investigado como desalojante em insetos que atacam plantas na lavoura, como *S. frugiperda*. Cogitou-se que as doses baixas do Enxofert WG avaliadas no presente trabalho poderiam causar efeitos biológico positivos contra *S. frugiperda* pela alta concentração de S presente no produto avaliado (90%). Concentrações bem menores (apenas 1% de S) foram reportadas por Guerreiro et al. (2013) como eficientes (se isolado ou em mistura com inseticidas) no controle de *S. frugiperda* em milho convencional. A biodegradação do enxofre pode ocorrer tanto por intermédio de ações microbiológicas (Xu et al. 2006) como abióticas (Plano et al. 2009) na lavoura e isso pode ter ocorrido sob as condições experimentais apresentadas no presente trabalho o que interferiu na eficiência do Enxofert WG, principalmente, sob doses baixas. Certamente, por não ser um ambiente mais simplificado como estruturas de armazenamento e pós-colheita de alimentos, onde os gases sulfídricos desempenham um importante papel no controle de pragas (Gibson et al. 1988), essa seja talvez uma das desvantagens de se utilizar componentes voláteis, como aqueles à base de S, em campo aberto.

CONCLUSÃO

O esperado efeito desalojante foi nitidamente superior com a mistura Enxofert WG + Espinosade do que quando se utilizou apenas o Enxofert WG isolado. Sugerimos, portanto, um provável efeito sinérgico entre ambos os produtos avaliados (Enxofert WG e Espinosade).

REFERÊNCIAS

- Cruz I. 1995. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).
- Cruz I, MLC Figueiredo, RB Silva & JE Foster. 2010. Efficiency of chemical pesticides to control *Spodoptera frugiperda* and validation of pheromone trap as a pest management tool in maize crop. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 9: 107-122.
- Gibson DM, JJ Kennelly, FX Aherne & GW Mathison. 1988. Efficacy of sulfur dioxide as a grain preservative. *Animal Feed Science and Technology*. 19: 203-218.
- Green LF. 1976. Sulphur dioxide and food preservation – A review. *Food Chemistry*. 1: 103-124.
- Guerreiro JC, PH Camolese & AC Busoli. 2013. Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional. *Scientia Agraria Paranaensis*. 12: 275-285.
- Heidemann RA, AV Phoenix, K Karan & LA Behie. 2001. A chemical equilibrium equation of state model for elemental sulfur and sulfur-containing fluids. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 40: 2160-2167.
- Liu YB. 2019. Sulfur Dioxide fumigation for postharvest control of mealybugs on harvested table grapes. *Journal of Economic Entomology*. 112: 597-602.
- Melo EP, PE Degrande, ISL Junior, R Suekane, C Kodama & MG Fernandes. 2014. Disposição espacial e injúrias da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. *Revista Ceres*. 61: 343-349.
- Passoa S. 1991. Color identification of economically important *Spodoptera* larvae in Honduras (Lepidoptera: Noctuidae). *Insecta Mundi*. 5: 185-196.

Plano D, E Lizarraga, M Font, JA Palop & C Sanmartin. 2009. Thermal stability and decomposition of sulphur and selenium compounds. *Journal Therm Anal Calorim.* 98: 559-566.

Xu P, B Yu, FL Li, XF Cai & CQ Ma. 2006. Microbial degradation of sulfur, nitrogen and oxygen heterocycles. *Trends Microbiol.* 14: 398-405.