Research, Society and Development, v. 14, n. 6, e1714648969, 2025
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v14i6.48969

Influência de diferentes concentrações de caulim (Surround WP®) na atratividade e mortalidade de *Spodoptera frugiperda* em milho

Influence of different kaolin concentrations (Surround WP®) on the attractiveness and mortality of *Spodoptera frugiperda* in corn

Influencia de diferentes concentraciones de caolín (Surround WP®) en la atracción y mortalidad de *Spodoptera frugiperda* en maíz

Recebido: 27/05/2025 | Revisado: 04/06/2025 | Aceitado: 04/06/2025 | Publicado: 06/06/2025

Aurélio Alves Leopoldino Neto
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-0350-2495
Instituto Federal do Triângulo Mineiro/Campus Uberlândia, Brasil
E-mail: aurelio.neto@estudante.iftm.edu.br
Marina Robles Angelini
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5763-1343
Instituto Federal do Triângulo Mineiro/Campus Uberlândia, Brasil
E-mail: marinaangelini@iftm.edu.br

Resumo
O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações do produto Surround WP® (à base de silicato de alumínio) na atratividade e mortalidade da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em milho (*Zea mays* L.). O experimento foi realizado em casa de vegetação e laboratório, utilizando cinco tratamentos: testemunha (sem produto) e quatro concentrações de Surround WP® (12,5 g, 25,0 g, 50,0 g e 100 g/L de água). As folhas tratadas foram usadas em testes de não preferência alimentar, realizados aos 24, 48 e 72 horas, e de mortalidade, realizado ao longo de 12 dias consecutivos. Os resultados mostratam que a concentração de 50 g/L foi a mais atrativa para as lagartas de 1º instar e a que causou maior mortalidade de *S. fugiperda*. Doses mais elevadas não resultaram em maiores efeitos, sugerindo ação ideal em concentrações intermediárias. Os dados obtidos reforçam o potencial do silicato de alumínio como uma alternativa viável no manejo integrado da praga.
Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*; Caulim; Controle Alternativo; Manejo Integrado de Pragas; *Zea mays*.

Abstract
This study aimed to evaluate the effect of different Surround WP® (an aluminum silicate-based product) concentration on the attractiveness and mortality of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in corn plants (*Zea mays* L.). The experiment was conducted under greenhouse and laboratory conditions using five treatments: a control (no product) and four concentrations of Surround WP® (12.5 g, 25.0 g, 50.0 g, and 100 g/L of water). Treated leaves were used in feeding deterrence tests at 24, 48, and 72 hours, and in a mortality test conducted over 12 consecutive days. The results indicated that the concentration of 50 g/L was the most attractive to 1st instar caterpillars and caused the greatest mortality of *S. fugiperda*. Higher doses did not result in greater effects, suggesting optimal action at intermediate concentrations. The data obtained reinforces the potential of aluminum silicate as a viable alternative for integrated pest management.
Keywords: *Spodoptera frugiperda*; Kaolin; Alternative Control; Integrated Pest Management; *Zea mays*.

Resumen
El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones del producto Surround WP® (a base de silicato de aluminio) sobre la atracción y la mortalidad de la oruga cogollera (*Spodoptera frugiperda*) en plantas de maíz (*Zea mays* L.). El experimento se llevó a cabo en condiciones de invernadero y laboratorio, utilizando cinco tratamientos: un testigo (sin producto) y cuatro concentraciones de Surround WP® (12,5 g/L, 25,0 g/L, 50,0 gg/L y 100 g /L de agua). Las hojas tratadas se utilizaron en pruebas atracción a las 24, 48 y 72 horas, y en una prueba de mortalidad realizada durante 12 días consecutivos. Los resultados indicaron que la concentración de 50 g/L fue la más atractiva para las orugas de 1er estadio y causó la mayor mortalidad de *S. fugiperda*. Dosis superiores no produjeron mayores efectos, lo que sugiere una acción óptima a concentraciones intermedias. Los datos obtenidos refuerzan el potencial del silicato de aluminio como alternativa viable para la gestión integrada de plagas.
Palabras clave: *Spodoptera frugiperda*; Caolín; Control Alternativo; Manejo Integrado de Plagas; *Zea mays*.

1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais antigas e importantes do mundo, com origem nas Américas — especialmente no México, América Central e sudoeste dos Estados Unidos — sendo cultivado há pelo menos cinco mil anos (EMBRAPA, 2021). Após sua introdução na Europa no período pós-descobrimento, o milho ganhou destaque comercial em função de seu valor nutricional e versatilidade de uso.

Atualmente, o milho é amplamente cultivado em todas as regiões do Brasil, tendo deixado de ser uma lavoura de subsistência para assumir um papel fundamental na agricultura brasileira. Estima-se que mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários cultivem milho no país (Contini et al., 2019). A estimativa da produção nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas para 2025 é de cerca de 328,4 milhões de toneladas, representando um aumento de 12,2% em comparação ao ano anterior. Esse incremento é atribuído, em grande parte, à recuperação climática nas principais áreas produtoras, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Em contrapartida, o Rio Grande do Sul apresentou queda em função da estiagem (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2024). Estima-se que entre 70% e 85% da produção de milho seja destinada à formulação de rações para animais, enquanto a fração restante é direcionada ao consumo humano e à indústria (Paiva et al., 2021).

O milho ocupa uma posição estratégica no cenário mundial por ser uma das culturas mais relevantes para a alimentação humana e animal, além de representar uma importante fonte de matéria-prima para a produção de biocombustíveis e uma ampla gama de produtos industrias (Embrapa Milho e Sorgo, 2021).

Apesar de sua importância, o cultivo do milho enfrenta diversos entraves fitossanitários, sendo a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, considerada a mais importante praga associada à cultura (Verde, 2022). Essa praga pode afetar o desenvolvimento do milho desde os estágios iniciais até a formação da espiga, destacando-se pelo comportamento de se abrigar no cartucho e se alimentar das folhas internas da planta (Toscano et al., 2010).

S. frugiperda possui um ciclo de vida composto pelas fases de ovo, lagarta, pupa e adulto, sendo a fase larval a responsável pelos prejuízos econômicos à cultura. Elas raspam e perfuram folhas, especialmente na região do cartucho, o que resulta na redução da área foliar e compromete o enchimento dos grãos (Gonçalves et al., 2021). O desenvolvimento da praga é favorecido por altas temperaturas, baixa umidade e pela sucessão de culturas, o que mantém fontes contínuas de alimento (Santos et al., 2004). Em lavouras da segunda safra, essas condições ecológicas são ainda mais propícias ao seu desenvolvimento (Afonso et al., 2009).

Segundo Hussain et al. (2021), as aplicações excessivas de inseticidas químicos no controle da *S. frugiperda* tem levado à seleção de populações resistentes, além de provocar efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, fazendo com que o controle químico se torne uma estratégia cada vez menos efetiva. O manejo da lagarta-do-cartucho é complexo e dispendioso, exigindo estratégias que integrem monitoramento rigoroso para a tomada de decisão sobre a necessidade do uso de inseticidas, já que os custos operacionais são altos e as perdas causados pela praga podem ser significativas (Cruz, Figueiredo e Silva, 2010).

Nesse contexto, torna-se necessário o conhecimento e a adoção de estratégias alternativas de controle, como os que utilizam barreiras físicas e compostos naturais. Entre essas alternativas, destaca-se a utilização de partículas minerais como o caulim, cuja formulação comercial Surround WP® atua como uma barreira mecânica e visual contra insetos-praga (Sharma et al., 2018). O produto forma um filme esbranquiçado sobre as folhas que interfere no reconhecimento visual, na oviposição e na alimentação de lepidópteros desfolhadores, como *S. frugiperda*.

Gonçalves et al. (2015) relataram que o uso de caulim em algodão reduziu significativamente a oviposição e o consumo foliar de *Alabama argillacea*, praga da mesma família de *S. frugiperda*. Esse efeito foi atribuído à mudança na cor e textura da planta, dificultando a adesão dos ovos e prejudicando a digestibilidade das folhas. Considerando as semelhanças biológicas e

comportamentais entre as duas espécies, é possível supor que o Surround WP® possa proporcionar vantagens semelhantes no controle da lagarta-do-cartucho no milho.

Por tanto, o propósito deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes dosagens de um produto comercial à base de caulim (Surround WP®) na atratividade e mortalidade de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho, verificando sua eficácia e potencial de uso como ferramenta no manejo integrado de pragas.

2. Metodologia

O estudo tratou-se de uma pesquisa experimental, de campo, de natureza quantitativa (Gil, 2017; Pereira et al., 2018) e, com emprego de estatística descritiva simples com uso de classes de dados, valores médios (Akamine & Yamamoto, 2009; Shitsuka et al., 2014) e de análise estatística (Vieira, 2021; Bekman & Costa, 2009).

O experimento foi realizado durante o mês de novembro de 2024 no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), Campus Uberlândia, em duas fases: a) cultivo das plantas e aplicação do produto para os bioensaios: O cultivo das plantas ocorreu em casa de vegetação, sob condições naturais de sombreamento. Foram utilizadas plantas da variedade de milho AG 1051, com as sementes semeadas em vasos de polietileno com capacidade para 10 litros, preenchidos com substrato composto por terra adubada e esterco bovino curado, na proporção de 2:1 (v/v). Cada vaso recebeu três sementes, e após a emergência das plântulas foi feito o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por vaso — a mais vigorosa — para garantir uniformidade no desenvolvimento. A irrigação foi realizada por meio de sistema de microaspersão pertencente à infraestrutura da casa de vegetação do IFTM, programado para operar durante o período da manhã e à tarde, garantindo umidade necessária para o bom desenvolvimento das plantas, sem provocar acúmulo excessivo de água. Durante o experimento, a região apresentou temperatura média de cerca de 26 °C, umidade relativa em torno de 60% e fotoperíodo natural de cerca de 13 horas diárias de luz,segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Quando as plantas atingiram o estágio V2, foi efetuada a primeira aplicação do silicato de alumínio em diferentes concentrações (tratamentos). As pulverizações foram feitas com auxílio de pulverizador costal manual de pressão prévia, direcionando o jato à parte aérea das plantas até o ponto de escorrimento, com cuidado para evitar deriva entre os vasos. As aplicações foram repetidas após sete dias, totalizando duas pulverizações, ambas realizadas no período da manhã, sob condições ambientais estáveis.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: uma testemunha (sem aplicação de produto) e quatro concentrações do produto Surround WP® — um produto à base de silicato de alumínio (caulim) — nas concentrações de 12,5 g/L, 25,0 g/L, 50,0 g/L e 100,0 g/L, respectivamente.

Foram realizadas 2 aplicações, sendo a segunda no estágio V4. Após a segunda aplicação, folhas recém-expandidas foram colhidas das plantas de cada tratamento. As folhas foram padronizadas em pedaços com tamanho em torno de 5 cm de comprimento e imediatamente utilizadas nos bioensaios

Ovos de *Spodoptera frugiperda* foram obtidos em criação estoque, sendo mantidos em condições laboratoriais até a eclosão das lagartas, para serem utilizadas nos bioensaios. O teste de não preferência alimentar foi realizado em placas de Petri de 9 cm de diâmetro, dentro das quais foram distribuídas folhas de milho que receberam a aplicação de diferentes concentrações do produto. Em cada placa, foram colocadas 10 lagartas de 1º ínstar, com seis repetições por tratamento. As avaliações foram feitas após 24, 48 e 72 horas, registrando-se a quantidade de lagartas atraídas em cada tratamento.

A avaliação da mortalidade foi realizada em um bioensaio com 20 repetições por tratamento. Lagartas recém-eclodidas foram individualmente alojadas em copos plásticos contendo pedaços de folhas de milho pulverizadas com os diferentes tratamentos. As avaliações foram realizadas diariamente, em um período de 12 dias, onde se registrou sobrevivência dos indivíduos.

Os dados de mortalidade e não-preferência seguiram uma distribuição binomial (com função de ligação logit) e foram ajustados a um Modelo Linear Generalizado (MLG). A significância dos fatores foi verificada pelo teste de Qui-Quadrado (p-valor <0,05) utilizando análise de deviance (ANODEV), no software estatístico R versão 4.0.0 (R Core Team, 2020). Se significativo, as médias dos fatores tempo/data foram comparadas pelo teste de Tukey (p-valor < 0,05) e modelos de regressão foram ajustados ao fator dose.

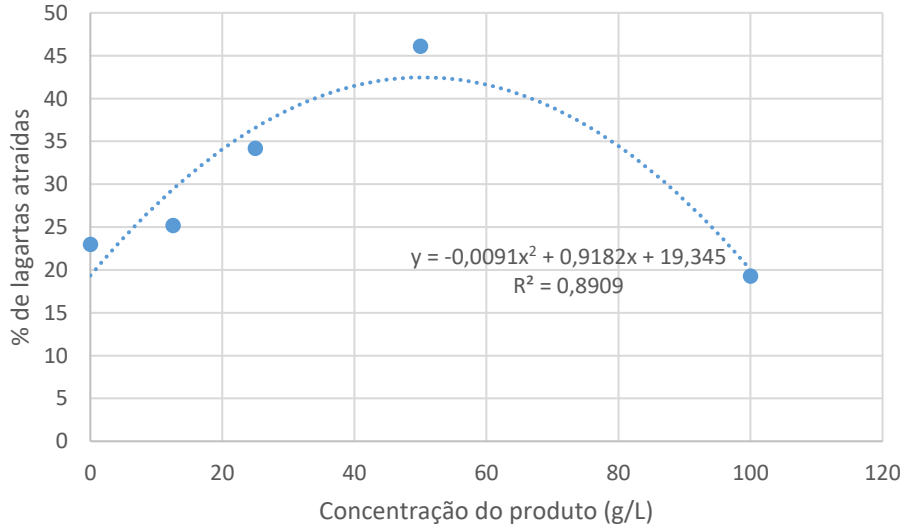
3. Resultados e Discussão

A análise dos dados mostra que as diferentes concentrações do produto comercial a base de caulim (Surround WP®) influenciaram na atratividade e na mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda*, não havendo influência dos diferentes tempos de avaliação.

A relação entre a dose do produto aplicado e a atratividade para alimentação das lagartas mostrou uma resposta não linear, modelada por uma regressão polinomial de segundo grau (R^2=0,8909). A curva indica um aumento da preferência das lagartas com o aumento da concentração do produto, atingindo um valor máximo, seguido por uma redução acentuada em doses mais elevadas. A concentração de 50 g/L foi a mais atrativa, ou seja 46,1% das lagartas preferiram folhas de milho tratadas com essa concentração de caulim a alimentação. A partir dessa concentração, a preferência alimentar diminuiu significativamente, atingindo apenas 19,3% na concentração de 100 g/L (Figura 1). Esse comportamento sugere que há um limiar de dose ótima, acima do qual o efeito começa a diminuir. De acordo Bruce at al. (2005), esse padrão de resposta pode ser justificado por saturação de receptores sensoriais das lagartas e até mesmo repelência em altas concentrações. Portanto, é fundamental levar em conta que concentrações atrativas podem levar à aglomeração de indivíduos e, caso a mortalidade não seja rápida, pode haver aumento temporário do dano na planta (Cônsoli et al., 2010).

A menor atratividade em doses mais altas também pode estar ligada à liberação de compostos voláteis que induzem respostas de evasão em algumas espécies. Isso reforça a necessidade de realizar bioensaios prévios para conhecer não apenas a eficácia, mas também o comportamento de um produto em diferentes concentrações (Foster & Harris, 1997).

Figura 1 – Percentual de lagartas de 1º instar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por folhas de milho tratadas com diferentes concentrações de produto a base de Silicato de Alumínio (Surround WP®). Uberlândia/MG. 2024.



Fonte: Dados da Pesquisa (2025).

De acordo com Glenn et al. (1999), a ocorrência de *Helicoverpa zea* foi reduzida depois da pulverização de caulim em plantas de tomate. Esses autores constataram que essa redução se deu devido à alteração da refletância e à diminuição da aceitação da planta hospedeira. O caulim, também referido como silicato de alumínio, atua como uma barreira física, formando um filme de proteção na superfície das folhas. Este mecanismo pode influenciar tanto a oviposição quanto a alimentação das lagartas.

Em plantas de soja, aplicações foliares de silicato de alumínio levaram a uma diminuição significativa da oviposição de *Chrysodeixis includens* e *Anticarsia gemmatalis*. Esse efeito foi atribuído à diminuição do estímulo visual e tátil fornecido pela camada de partículas do produto. Ao contrário do silicato de potássio, que é absorvido pelas plantas, o silicato de alumínio age de maneira exógena, podendo justificar as variações na dinâmica de ação (Souza et al., 2021). Já em plantas de milho, a aplicação foliar de caulim não reduziu a densidade populacional de *Dalbulus maidis* nas plantas, independentemente de sua interação ou não com inseticida (Finotti, 2024).

Neste estudo, os efeitos observados na dose mais elevada se assemelha aos já relatados em outras pesquisas, ou seja, a diminuição na atratividade das lagartas pode ser devido à formação de barreiras físicas ou da alteração das propriedades sensoriais da superfície das folhas. Acima de uma certa concentração, o silicato de alumínio pode alterar tanto a textura como o sabor das folhas, dificultando a alimentação da praga ou a identificação da planta como uma hospedeira apropriada.

Entretanto, o aumento inicial na atratividade com concentrações intermediárias sugere que, antes que a superfície foliar atinja a saturação, podem ocorrer pequenas alterações na fisiologia da planta ou na emissão de compostos voláteis. Esta hipótese ainda não foi amplamente investigada no caso do silicato de alumínio, no entanto, pesquisas envolvendo silício indicam que há uma modulação na síntese de metabólitos secundários, o que pode ser relevante também nesta situação, quando se trata de aplicações superficiais na folha.

Além disso, Faria et al. (2018) ressaltaram que o silicato de alumínio pode interferir na interação química entre plantas e insetos, por meio da diminuição da emissão de sinais voláteis que direcionam a oviposição e a nutrição das lagartas. Essa interferência pode ser maior em doses altas, conforme observado nesse estudo.

Sousa (2024) afirma que a utilização de silício torna as plantas menos vumneráveis ao ataque de insetos. Segundo a autora, a aplicação de silício pode estimular a síntese de fitormônios, como o ácido jasmônico que é crucial na defesa dos vegetais. Em cana-de-açúcar, o silício além de favorecer o crescimento e desenvolvimento das plantas, impactou negativamente o ciclo biológico das larvas de *Diatraea saccharalis,* contribuindo para a redução da necessidade do uso de produtos químicos.

Com relação à mortalidade larval no de 1º instar de *Spodoptera frugiperda*, a tabela 1 mostra o percentual de lagartas mortas depois de se alimentarem com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações de Surround®, havendo uma variação entre 10 e 35%, sendo maior na concentração de 50g/L. Esse resultado sugere que produtos à base de silicato de alumínio (caulim) pode ter um efeito mais efetivo em concentrações intermediárias, enquanto doses mais altas podem não resultar em maior mortalidade, possivelmente devido a efeitos repelentes ou à formação de barreiras físicas que dificultam a contaminação direta das lagartas.

Tabela 1- Mortalidade de lagartas (%) de 1º instar de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com diferentes concentrações do produto a base de silicato de alumínio (Surround WP®). Uberlândia/MG.

Dose (g/L)	% de lagartas mortas (média)
0,0	19,0 ab
12,5	21,1 ab
25,0	20,0 ab
50,0	35,0 b
100,0	10,0 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Fonte: Dados da Pesquisa (2025).

Esta resposta mostra que o silicato de alumínio tem um intervalo ideal de eficiência, no qual os impactos físicos e comportamentais nas lagartas são maximizados.

Faria et al. (2018) também identificaram esse comportamento, notando que aplicação de silicato de alumínio em doses que variam de entre 20 e 30 kg/ha gerou uma mortalidade mais significativa de lagartas de *S. frugiperda* em milho. Ademais, a utilização de doses mais elevadas pode formar uma camada espessa que diminui a palatabilidade, mas não eleva a letalidade.

Outros autores reforçaram a ação mecânica e abrasiva do silicato de alumínio, causando micro lesões na cutícula das lagartas, levando à desidratação, além de afetar a nutrição. No entanto, ressaltaram que sua efetividade está atrelada à uniformidade na aplicação e às condições ambientais, que podem interferir na adesão do filme protetor. Isso pode justificar a redução da mortalidade em doses mais elevadas, se ocorrer saturação ou distribuição irregular da cobertura (Souza et. al, 2021).

Glenn et al. (1999) também destacaram um aspecto importante, ao relatarem que as partículas finas de caulim (silicato de alumínio) influenciam a localização e a aceitação do hospedeiro pelos lepidópteros. Apesar de poder diminuir danos, isso também pode levar as lagartas a evitar as folhas tratadas, reduzindo o contato com o produto e, consequentemente, a mortalidade direta. Isso pode explicar os índices mais baixos na dose de 50 kg/ha observados neste estudo.

A baixa letalidade na dose zero mostra a eficácia relativa do produto, enquanto a análise entre as faixas indica que doses extremamente altas nem sempre implicam um maior controle. Segundo Silva e colaboradores (2020), em formulações de silicato, o equilíbrio entre uma cobertura eficaz e a aceitação do hospedeiro é crucial para maximizar o efeito sobre o inseto-praga.

4. Considerações Finais

Os resultados deste estudo mostram que o produto comercial à base de silicato de alumínio (Surround WP®) influencia significativamente a atratividade e a mortalidade larval no 1º ínstar de *Spodoptera frugiperda* em milho. Verificou-se que há um efeito dose-dependente na atratividade, com aumento inicial seguido de queda em concentrações mais elevadas, sugerindo a existência de um limiar ótimo de eficácia comportamental. A concentração de 50 g/L foi a mais atrativa, enquanto concentrações superiores apresentaram possível efeito repelente.

Quanto à mortalidade, observou-se maior letalidade também na concentração de 50 g/L, enquanto concentrações mais altas não levaram a um aumento na mortalidade, o que pode estar relacionado à formação de barreiras físicas que reduzem o consumo ou ao comportamento de evasão das lagartas.

O uso do silicato de alumínio se mostra promissor como ferramenta complementar no manejo integrado de *S. frugiperda*, especialmente em sistemas que buscam reduzir a dependência de inseticidas sintéticos.

Referências

Afonso, A. P. S., Wrege, M., Martins, J. D. S., & Nava, D. E. (2009). Simulação do zoneamento ecológico da lagarta-do-cartucho no Rio Grande do Sul com o aumento de temperatura. Arquivos do Instituto Biológico, 76(4), 607-612.

Akamine, C. T. & Yamamoto, R. K. (2009). Estudo dirigido: estatística descritiva. (3ed). Editora Érica

Bekman, O. R. & Costa Neto, P. L. O. (2009). Análise estatística da decisão. (2ed). Editora Edgar Blucher

Bruce, T.J, Wadhams, L.J, Woodcock, C. M. Insect host location: a volatile situation. Trends Plant Sci. 2005 Jun; 10(6), 269-74. doi: 10.1016/j.tplants.2005.04.003. PMID: 15949760.

Cônsoli, F. L., Parra, J. R. P., & Zucchi, R. A. (Eds.). (2010). *Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma*. Springer.

Contini, E., Mota, M. M., Marra, R., Borghi, E., Miranda, R. D., Silva, A. D., ... & Mendes, S. M. (2019). Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Brasília: Embrapa.(Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2).

Cruz, I., Silva, R. B. & Figueiredo, M. (2010). Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em algumas regiões produtoras de milho (*Zea mays* L.) no Brasil. In: Congresso Nacional De Milho E Sorgo, 28.; Simpósio Brasileiro Sobre A Lagarta Do Cartucho, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Sete Lagoas: ABMS, 2010.

Duarte, J. O., Matosso, M. J., & Garcia, J. C. (2021). Importância Socioeconômica. EMBRAPA: Embrapa Milho e Sorgo.

Faria, M. R. de et al. (2018). Silicato de alumínio no controle de lepidópteros-praga: barreiras físicas e comunicação planta-inseto. Revista Agro@mbiente On-line, 12(2), 145-153.

Finotti, C. G. D. (2024). *Caulim e sua interação com inseticidas no controle de Dalbulus maidis (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e nos aspectos agronômicos do milho* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Agronomia]. http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.161

Foster, S. P.; & Harris, M. O. (1997). Behavioral manipulation methods for insects pestmanagement. Annual Review Entomology, 42, 123-146.
Gil, A. C. (2017). Como elaborar projetos de pesquisa. (6ed.) Editora Atlas.

Glenn, D. M. et al. Particle film mechanisms of pest control. Journal of Economic Entomology, 92(4), 759-769, 1999.

Gonçalves, D. D. C., Araújo, J., Souza, M., Costa, H., Favarato, L., Crespo, A., ... & Zanúncio Junior, J. S. (2021). Manejo da lagarta-do-cartucho do milho (Spodoptera frugiperda): panorama geral das atualizações no controle alternativo.

Gonçalves, S. G., Silva, C. A. D. D., Duarte, M. D. M. F., & Vasconcelos, E. D. (2015). Oviposição do curuquerê e alimentação de suas lagartas neonatas em algodoeiros tratados com caulim. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 50(07), 526-533.

Hussain, A. G, Wennmann, J. T, Goergen, G., Bryon, A., & Ros, V. I (2021). Vírus da lagarta do funil do cartucho Spodoptera frugiperda: uma revisão com perspectivas de controle biológico. Vírus , 13(11), 2220.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024, maio 15). Em maio, IBGE prevê safra de 328,4 milhões de toneladas para 2025. Agência de Notícias IBGE. https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202505/estimativa-de-abril-indica-safra-recorde-de-328-4-milhoes-de-toneladas-em-2025#:~:text=A%20safra%20nacional %20de%20cereais,Geografia%20e%20Estat%C3%ADstica%20(IBGE).

Oliveira-Paiva, C. A., Marriel, I. E., Gomes, E. A., Cota, L. V., dos Santos, F. C., de Sousa, S. M., ... & Vasco Júnior, R. (2020). Recomendação agronômica de cepas de Bacillus subtilis (CNPMS B2084) e Bacillus megaterium (CNPMS B119) na cultura do milho.

Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Editora da UAB/NTE/UFSM.

Santos, L. M. D., Redaelli, L. R., Diefenbach, L. M. G., & Efrom, C. F. S. (2004). Fertilidade e longevidade de Spodoptera frugiperda (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. Ciência Rural, 34, 345-350.

Sharma, R. R, Datta, S. C, & Varghese, E. (2018). Efeito do Surround WP®, um filme de partículas à base de caulim, na queimadura solar, rachaduras nos frutos e na qualidade pós-colheita de romãs 'Kandhari'. Proteção de Cultivos , 114 , 18-22.

Shitsuka et al. (2014). Matemática fundamental para a tecnologia. Editora Érica.

Silva, D. F. da et al. (2020). Doses e formulações de silicato no controle de pragas: revisão dos efeitos físicos e fisiológicos em plantas. Revista Científica Rural, 25(3), 101-111.

Sousa, A. C. G. (2024). *Aplicação de silício em cana-de-açúcar: Efeitos sobre o desenvolvimento vegetativo de cana-de-açúcar e sobre o herbívoro Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae)* (Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias). 82 p.

Souza, M. A. et al. (2021). Silicato de alumínio como alternativa no manejo de lagartas desfolhadoras da soja. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 16(1), e8819. DOI: 10.5039/agraria.v16i1a8819.

Toscano, L. C., Gonzatto, F. A., Cardoso, A. M., & Maruyama, W. I. (2010). Interação de híbridos de milho cultivados na safrinha e o controle químico da lagarta-do-cartucho Spodoptera frugiperda (JE Smith, 1797). Agrarian, 3(7), 24-33.

Verde, T. C. R. (2020). Inseticidas No Controle Da Lagarta-Do-Cartucho Na Cultura Do Milho Segunda Safra. Anuário De Pesquisas Agricultura-Resultados 2020, 77.

Vieira, S. (2021). Introdução à bioestatística. Ed.GEN/Guanabara Koogan.