

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

AMANDA DA SILVA TAVARES

**ATIVIDADE DO CAULIN ASSOCIADO A INSETICIDAS NO CONTROLE DO
PULGÃO (*Melanaphis sacchari*), NA SELETIVIDADE A INIMIGOS NATURAIS
E REFLEXO NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO SORGO**

**UBERLÂNDIA
Estado de Minas Gerais – Brasil
2025**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ATIVIDADE DO CAULIN ASSOCIADO A INSETICIDAS NO CONTROLE DO
PULGÃO (*Melanaphis sacchari*), NA SELETIVIDADE A INIMIGOS NATURAIS
E REFLEXO NA PRODUÇÃO DA CULTURA DO SORGO**

AMANDA DA SILVA TAVARES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciências
Agrárias da Universidade Federal de
Uberlândia como pré-requisito parcial
para a obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientador: Professor Doutor
FERNANDO JUARI CELOTO

UBERLÂNDIA
Estado de Minas Gerais – Brasil
2025

RESUMO

O sorgo (*Sorghum bicolor L.*) é uma planta herbácea monocotiledônea pertencente à família das gramíneas. A presença de insetos-praga em plantações pode reduzir a produtividade podendo atacar a planta em locais diferentes, como a destruição de sementes e plantas jovens, ataque ao sistema radicular, reduzindo o vigor das plantas e maior suscetibilidade aos estresses ambientais. O pulgão (*Melanaphis sacchari*) causa prejuízos à cultura do sorgo em razão do hábito de se alimentar sugando a seiva das plantas e excretar uma substância açucarada que propicia o aparecimento da fumagina. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do uso do silício calcinado associado a inseticidas no controle do pulgão (*M. sacchari*) na cultura do sorgo e o efeito sobre o parasitóide do pulgão (*Lysiphlebus testaceipes*). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, situada no município de Uberlândia, seguindo delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela foi constituída de oito linhas espaçadas em 0,5m por seis metros de comprimento, totalizando 24 m². Os tratamentos foram: (1) testemunha, (2) Curbix, (3) Curbix+Surround, (4) Squad, (5) Saquad + Surround, (6) Battus, (7) Battus + Surround, (8) Surround 2 kg/ha, (9) Surround 3 kg/ha e (10) Surround 4 kg/ha. Foram realizadas seis aplicações de inseticidas com intervalo de 10 dias entre aplicações, com pulverizador PJB – BC Jacto equipado com ponta XR11003VK, pressão de 30 psi e com volume de calda de 150 L/ha. As avaliações foram realizadas com 0 (avaliação prévia) e 10 dias após cada aplicação, pela contagem do número de pulgões vivos e pulgões parasitados em 10 plantas por parcela. O silício não apresentou desempenho superior aos demais tratamentos em nenhuma das avaliações, nem mesmo com redução proporcionada por efeito residual do produto, porém apresentou seletividade ao parasitoide *L. testeceipes*. Quanto ao índice de parasitismo, foi encontrada redução significativa somente nos tratamentos com Squad, Squad + Surround e Battus + Surround.

Palavras-chave: Manejo Integrado de pragas; Surround WP; afídeo, *Melanaphis sacchari*.

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) is a monocotyledonous herbaceous plant belonging to the grass family. The presence of insect pests in crops can reduce productivity, as they may attack different parts of the plant, such as damaging seeds and young plants, attacking the root system, thereby reducing plant vigor and increasing susceptibility to environmental stresses. The aphid (*Melanaphis sacchari*) causes damage to sorghum crops due to its habit of feeding by sucking the plant sap and excreting a sugary substance that facilitates the development of sooty mold. The objective of this study was to evaluate the effect of using calcined silicon in combination with insecticides on the control of *M. sacchari* in sorghum crops and its impact on the aphid parasitoid (*Lysiphlebus testaceipes*). The experiment was conducted at the Glória Experimental Farm, located in the municipality of Uberlândia, following a randomized block design with 10 treatments and 4 replications. Each plot consisted of eight rows spaced 0.5 meters apart and six meters in length, totaling 24 m². The treatments were: (1) control, (2) Curbix, (3) Curbix + Surround, (4) Squad, (5) Squad + Surround, (6) Battus, (7) Battus + Surround, (8) Surround 2 kg/ha, (9) Surround 3 kg/ha, and (10) Surround 4 kg/ha. Six insecticide applications were carried out at 10-day intervals using a PJB – BC Jacto sprayer equipped with an XR11003VK nozzle, operating at 30 psi pressure and a spray volume of 150 L/ha. Evaluations were conducted on day 0 (pre-treatment) and 10 days after each application by counting the number of live and parasitized aphids on 10 plants per plot. Calcined silicon did not show superior performance compared to other treatments in any of the evaluations, nor did it produce a reduction due to residual effect; however, it was selective to the parasitoid *L. testaceipes*. Regarding the parasitism index, a significant reduction was observed only in the treatments with Squad, Squad + Surround, and Battus + Surround.

Keywords: Integrated Pest Management; Surround WP; aphid; *Melanaphis sacchari*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Cultura do Sorgo	7
2.2 Pulgão <i>Melanaphis sacchari</i>	9
2.3 Controle de pulgão	10
2.4 <i>Aphidius spp</i> em pulgões	11
2.5 Uso do Caulim (Silicato de Alumínio).....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Duarte (2021) o sorgo é uma planta herbácea monocotiledônea pertencente à família das gramíneas, sendo o quinto cereal mais produzido no mundo e possui origem africana, apresentando grande adaptabilidade ao clima brasileiro, sendo possível encontrar cultivares próprias no país.

Existem cinco grupos de sorgo cultivados agronomicamente, sendo eles granífero, forrageiro, sacarino, biomassa e vassoura, sendo os dois primeiros voltados à alimentação animal e humana e o granífero representa a fração de maior destaque na produção e consumo assim, maior impacto econômico que os demais (Landau et al., 2020).

Tendo em vista a importância da cultura, é indispensável que haja devido controle de agentes externos que podem causar prejuízos à cultura, uma vez que a defesa sanitária vegetal é indispensável para o desenvolvimento eficiente da produção agrícola do país, refletindo na produção da lavoura e nas cadeias dependentes do produto final, como a produção de carne, que faz amplo uso do grão como base de sua alimentação (Grasselli, 2012).

A presença de insetos-praga em plantações pode reduzir a produtividade de diversas maneiras, já que cada um destes pode atacar a planta em locais diferentes, como a destruição de sementes e plantas jovens, ataque ao sistema radicular, reduzindo o vigor das plantas e maior suscetibilidade aos estresses ambientais, conforme mencionado por Waquil (2002).

O pulgão (*Melanaphis sacchari*) causa prejuízos à cultura do sorgo em razão do hábito de se alimentar, de sugar a seiva das plantas, e excretar uma substância açucarada, o honeydew (mela), em grande quantidade. Além da sucção de seiva, o inseto é vetor de transmissão de três viroses conhecidas (Fernandes et al., 2021).

As estratégias de controle recomendadas para *Melanaphis sacchari* incluem a eliminação de gramíneas nativas que possam servir como hospedeiras da praga, o estabelecimento de uma distância segura entre as lavouras de sorgo e cana-de-açúcar, e o aprimoramento das técnicas de aplicação de agroquímicos. Além disso, é fundamental garantir a seletividade dos produtos utilizados e investigar a adoção de diferentes mecanismos de ação, com o objetivo de reduzir a pressão seletiva sobre as substâncias ativas e, assim, minimizar o risco de surgimento de populações resistentes da espécie. (Czepak, 2020).

Um dos mecanismos empregados para o controle de doenças e infestações de pragas é a utilização de nutrientes como o silício (Si), um dos elementos mais abundantes

da superfície da terra e que possui relatos de aumento na resistência das plantas, apresentando resultados promissores em diversas culturas (Linhares, 2019).

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar o efeito do uso do silício calcinado associado a inseticidas no controle do pulgão (*Melanaphis sacchari*) na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor l.*). É levantada a hipótese de que o uso do silício calcinado pode contribuir no controle do pulgão, gerando diminuição da incidência do mesmo na cultura do sorgo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 GERAL

Avaliar a eficácia da aplicação de silício calcinado, isoladamente e em associação com inseticidas, no controle do pulgão (*Melanaphis sacchari*) na cultura do sorgo, considerando também os efeitos sobre inimigos naturais e a produtividade da cultura.

1.1.2 ESPECÍFICOS

- Verificar a eficiência do silício calcinado no controle populacional de *Melanaphis sacchari*.
- Comparar a eficácia de diferentes inseticidas, isolados e combinados com silício, na redução da infestação de pulgões.
- Avaliar a seletividade dos tratamentos em relação ao parasitóide *Lysiphlebus testaceipes*.
- Medir o impacto dos tratamentos na produtividade do sorgo, por meio da análise do peso de mil sementes.
- Identificar possíveis sinergias ou antagonismos entre o silício calcinado e os inseticidas testados.

1.2 HIPÓTESE

A aplicação de silício calcinado, isoladamente ou em associação com inseticidas, contribui para o controle do pulgão (*Melanaphis sacchari*), mantendo a população de inimigos naturais e promovendo incremento na produtividade da cultura do sorgo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Sorgo

De acordo com Menezes et al. (2015) a cultura do sorgo surgiu na Etiópia, na África Oriental, em torno de 5000 anos atrás, se popularizando na África Ocidental e expandindo a outros países somente no século XIX. O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum*, espécie *Sorghum bicolor* L., sendo necessário que haja altas temperaturas para o seu pleno desenvolvimento (temperatura ótima de 33°C), com decréscimo de sua produtividade aos 16°C.

Esta planta granífera é considerada uma “*smart crop*”, ou seja, possui ampla utilização, tanto para a alimentação quanto para o uso de combustíveis, além de possuir fundamental participação na produção de bioenergia, se consagrando como fonte renovável de matéria prima, conforme mencionado por Ullman (2018).

Em território nacional, o sorgo apresenta alta adaptabilidade ao clima, principalmente devido a sua origem, características adequadas do solo e pelo desenvolvimento de pesquisas sobre a cultura (Ribas et al., 2014).

O sorgo apresenta características xerófilas, metabolismo C4, baixa exigência em fertilidade do solo, tolerante a diversos fatores abióticos e, em função dessas características, é considerado o quinto cereal mais importante do mundo, adaptando-se às diferentes condições edafoclimáticas encontradas em regiões áridas e semiárida (Guimarães et al., 2022).

De acordo com Duarte (2021), o sorgo pode atingir alturas que variam entre 40 centímetros e 5 metros, o que auxilia na sua classificação. Seu ciclo de desenvolvimento é dividido em três fases distintas: a primeira vai do plantio até o surgimento da primeira panícula; a segunda, do desenvolvimento da panícula até o florescimento; e a terceira, do florescimento até a maturação fisiológica.

Morfologicamente, o caule é dividido entre nós, suas folhas são longas e a panícula é sua inflorescência, possuindo sementes formadas por tegumento, embrião e endosperma, com formato redondo, diâmetro variando entre 4 e 8 mm, com variação de cor de acordo com seu genótipo, indo do branco até tons mais escuros, sendo mais comuns o avermelhado e o amarelo (Almeida, 2019).

O sistema radicular é fasciculado, sendo eficiente, extenso, fibroso e com pelos absorventes, podendo chegar até a 1,5 metros de profundidade e largura de 2 metros, se

desenvolvendo até antes da planta começar a florescer, já que após este período a energia da planta é destinada a produção e desenvolvimento das panículas, que são parte responsável pela reprodução (Almeida, 2019).

Esta característica confere à cultura do sorgo a adaptabilidade a condições de estresse hídrico, bem como o fato de suas folhas enrolarem, dificultando a perda de água, já que geram um estado de hibernação, desacelerando seu metabolismo (Almeida, 2019).

Segundo Barcelos (2012), há pelo menos cinco tipos de sorgo com diferentes utilizações, sendo eles: granífero (grão utilizado para a alimentação humana, animal e indústria), sacarino (colmo e grão, utilizado na produção de etanol, sacarose, frutose e alimentação animal), forrageiro (biomassa usada no corte, silagem e feno), biomassa (etanol de 2^a geração e produção de bioenergia) e vassoura (panícula usada na produção de vassouras).

É mencionado por Ribas (2014) que a cultura é totalmente mecanizável, podendo ser usada tanto no plantio convencional quanto no plantio direto, com empregabilidade de maquinário de preparo de solo, semeadoras e colhedoras utilizadas em outras culturas de grão, sendo indispensável à devida regulagem para o tamanho dos grãos e a vedação de carrocerias dos caminhões e carretas transportadoras do grão, que deve ser colhido com 22% de umidade e armazenados normalmente a granel.

No que tange a composição, valor nutritivo e a produtividade, dependem do tipo de sorgo a ser cultivado, sendo diferidas pelo colmo, folhas e panículas e Duarte (2021) afirma que a variedade granífera gera pouca massa verde, visto que é uma planta de baixo porte e seu foco é a produção de grãos, já o sorgo forrageiro tem alto rendimento de massa verde, tendo de 2 a 3 metros de altura, mais indicado para a silagem, podendo ser encontrados ainda os cultivos híbridos, com porte de 2 a 2,5 metros e com produção satisfatória de grãos.

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2020) o plantio e estabelecimento da cultura do sorgo se dão em dois sistemas de produção: o plantio de verão (outubro a março) e o de sucessão (fevereiro a agosto). No verão, são plantados principalmente o sorgo forrageiro e o sacarino e, para a sucessão é utilizado o sorgo granífero.

Louzada (2022) menciona que a ocorrência de pragas e pré e pós-colheita são fatores limitantes a produção do sorgo em todo o mundo, sendo encontradas no território nacional besouros, brocas, cupins, gafanhotos, lagartas, moscas, percevejos, pulgões e traças que podem prejudicar a produtividade da cultura e embora haja ocorrência de

diversas espécies, desde 2019 o pulgão-da-cana-de-açúcar (*Melanaphis sacchari*) vem ganhando destaque na cultura, assumindo maior importância que os demais devido à disseminação acelerada e ocorrência em todo o país.

2.2 Pulgão *Melanaphis sacchari*

Sendo considerado praga-chave da cana-de-açúcar e do sorgo, o pulgão *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) foi identificado inicialmente no continente africano, sendo um inseto pequeno (até 2 mm), corpo mole, aparelho bucal do tipo sugador labial, com coloração verde-claro a amarelo e tons de marrom, de acordo com as características climáticas do local e da planta hospedeira (Singh et al., 2004).

A detecção do pulgão da cana-de-açúcar é feita pela observação da cabeça que é de cor mais clara em comparação com o corpo. Antenas, sifúnculo e tarso tem uma cor mais escura. Este pulgão vive em colônias que geralmente consistem em insetos sem asas que são responsáveis pela reprodução e um número menor de insetos alados que causam migração e difusão na agricultura. A reprodução ocorre através da partenogênese lítica, onde fêmeas produzem outras fêmeas sem fecundação masculina. Seu ciclo de vida consiste em uma fase de ninfa que dura 5 dias e as ninfas passam 4 ínstars e um estágio adulto de 23 dias que pode produzir de 68 a 86 ninfas durante esse período, em um curto período de tempo, então o crescimento populacional na colônia ocorre rapidamente (Mendes et al., 2021).

A temperatura ideal para o desenvolvimento de pulgões é de 25-30 °C. Sua propagação é facilitada pelo vento, que permite que os alados migrem para outras áreas e infestem toda a área. As altas temperaturas e a falta de chuvas são fatores que também aumentam o número de pulgões, que causam danos diretos, primeiro nas folhas mais velhas, passando para as folhas mais jovens, onde as ninfas e os adultos sugam a seiva da planta, resultando na dessecação e morte das folhas. No estresse hídrico, os danos à planta são ainda mais evidentes, conforme mencionado por Saluso et al. (2022).

Em 2020 plantas de sorgo em lavouras implantadas no Sul, sudoeste de Goiás e outras áreas próximas apresentavam alto número de pulgões, até 1.000 por folha. Em geral, os pulgões são mais comuns nas plantas de sorgo no final da fase vegetativa e início da reprodução, portanto o controle desta praga requer múltiplas aplicações de inseticidas durante a semeadura. Inicialmente, os insetos permanecem na face abaxial das folhas inferiores, alimentando-se da seiva da planta, e à medida que a infecção progride, deslocam-se para as folhas superiores, possivelmente pousando na folha, prejudicando a

polinização do grão. Em situações onde a infestação é elevada, as folhas secam o que também pode causar a morte das plantas (Sousa et al., 2021).

Além de excretar uma substância açucarada (mela), é utilizado como substrato a formação de um fungo que provoca uma fuligem que deixa a folha escura, que impede a planta de realizar o processo de fotossíntese e leva à diminuição da absorção de nutrientes (Mendes et al., 2021).

2.3 Controle de pulgão

O pulgão *Melanaphis sacchari* tem se revelado um sério problema para a agricultura, elevando os custos de produção nas lavouras de sorgo. Diante disso, torna-se essencial a adoção do Manejo Integrado de Pragas (MIP), que permite o monitoramento contínuo da praga e a identificação de estratégias eficazes de controle. O MIP consiste em um sistema de tomada de decisão para controle de pragas, onde diversas táticas/métodos de controle são utilizadas de forma integrada, a prioridade é manter e aumentar os fatores naturais de mortalidade de pragas de plantas, e os custos/benefícios, já que o controle de pragas é considerado de grande impacto ao produtor, na sociedade e meio ambiente. O MIP consiste em três componentes principais: avaliação do agroecossistema (identificação de insetos), tomada de decisões (com base nos níveis de monitorização, amostragem e controle) e táticas (escolha do método de controle de pragas) (Moraes, 2022).

Para o manejo adequado dos pulgões, é necessário observá-los semanalmente, analisando a face abaxial das folhas inferiores das plantas de sorgo. A avaliação deverá ser feita aleatoriamente em “zigue-zague”, três pontos por bloco de 5 hectares, avaliando 20 plantas por bloco (Mendes et al., 2021).

É importante evitar selecionar plantas da borda ao avaliar, caminhar 50 metros no campo e observar se há pulgões ou sintomas como urticária, fuligem e colapso. Se 20% das plantas possuem mais de 50 pulgões (colônia média), é constatada infecção (Mendes et al., 2021).

O estágio fenológico da planta deve ser levado em consideração na determinação do nível de resistência, assim, para plantas com até 3 folhas totalmente abertas, o nível de controle é determinado quando 20% das folhas infectadas estão amareladas e após esta etapa, até a fase de desfolha, o nível de controle é determinado quando são detectados 20% das folhas infectadas (Mendes et al., 2021).

Segundo AGROFIT (2022), ainda não existem pesticidas registrados para o

controle de *M. sacchari* no sorgo, portanto pesticidas registrados para outras espécies de pulgões são significativamente utilizados para controlar esta praga. Na utilização de agrotóxicos, além de levar em consideração as condições ambientais atuais, recomenda-se a utilização de bicos menores em forma de gota com volume de cerca de 150 l/ha para conseguir uma maior cobertura da planta, onde os insetos ficam inicialmente.

Os tratamentos de sementes também podem ser utilizados para prevenir ataques do pulgão *Melanaphis s.* no início do cultivo, evitando assim os primeiros inseticidas foliares (Mendes et al., 2021).

Outra estratégia importante no manejo da praga é o controle biológico, que, no caso do sorgo, é realizado principalmente de forma macrobiológica. Nesse processo, aproveita-se a presença de insetos benéficos naturalmente existentes na entomofauna associada à cultura, como joaninhas, larvas de sirfídeos, tesourinhas e crisopídeos, que se alimentam dos pulgões-da-cana-de-açúcar e ajudam a reduzir suas populações. O controle biológico tem demonstrado alta eficácia, especialmente quando integrado a outras práticas de manejo. Por isso, destaca-se a importância da utilização de inseticidas seletivos, que não prejudiquem esses inimigos naturais, a fim de preservar o equilíbrio ecológico e potencializar o controle da praga (Mendes et al., 2020).

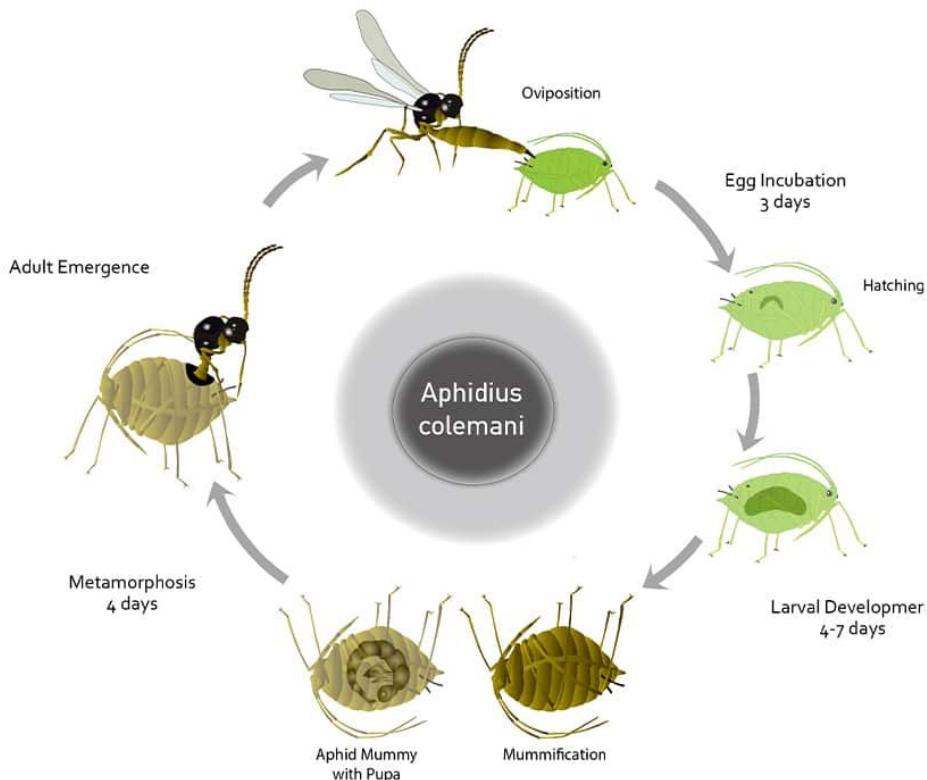
2.4 *Aphidius spp* em pulgões

Segundo von Ellrichsausen (2008) os parasitóides são insetos entomófagos amplamente disseminados na natureza e maioria das espécies pertence à ordem Hymenoptera e Diptera, mas as ordens Coleoptera, Lepidoptera, Trichoptera, Neuroptera e Strepsiptera também têm representantes. Esta classe possui dependência de outra espécie para completar seu ciclo de vida e, na maioria dos casos, a fêmea adulta que localiza um hospedeiro adequado para colocar os ovos à superfície, mas em alguns casos, as larvas são as que localizam uma espécie hospedeira e se desenvolvem internamente, consumindo seus tecidos até completar o ciclo.

Aphidius é um pequeno parasitóide generalista (aproximadamente 3 mm) com amplíssima gama de hospedeiros dentro de membros da família Aphididae, entretanto são considerados generalistas ao nível de espécie e especialistas ao nível de família. Acredita-se que este tenha origem do norte da Índia e do Paquistão, com distribuição generalizada, incluindo América do Norte, América do Sul, Austrália e várias partes da Europa, devido, em vários casos, a introduções artificiais para os programas de controle biológico.

O gênero *Aphidius* destaca-se como um dos mais importantes parasitóides utilizados no controle biológico, sendo amplamente criado em laboratório para atuar sobre diversas espécies de pulgões. Dentre suas aplicações, ressalta-se sua eficácia no controle de *Myzus persicae*, especialmente em ambientes de cultivo protegido (Prado et al., 2015). Seu ciclo de vida é demonstrado na figura 1.

Figura 1. Ciclo de vida do parasitóide *Aphidius*.



Fonte: Plantsman (2022).

Entre os inimigos naturais mais importantes no agroecossistema durante o desenvolvimento do sorgo deve-se dar ênfase à ação dos parasitóides do gênero *Aphidius*, que desempenham papel importante no controle de pulgões. Nos levantamentos realizados em lavouras comerciais de sorgo, nos últimos três anos, é preponderante o papel dos predadores na redução da população de pulgões (Waquil et al., 2003).

2.5 Uso do Caulim (Silicato de Alumínio)

Dentre os minerais silicáticos, destaca-se o caulim, também conhecido como caulimo, um silicato de alumínio hidratado cuja fórmula química é $\text{Al}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})$. Trata-se de uma argila de coloração branca, granulometria fina, baixa abrasividade e comportamento

quimicamente inerte em diferentes níveis de pH (Creamer et al., 2005). Essas propriedades fazem do caulim um excelente material para aplicação em plantas, formando uma película superficial que atua na proteção contra pragas, radiação solar intensa e perda hídrica (Garcia et al., 2003; Waraich et al., 2011).

A aplicação foliar de caulim contribui para a redução da temperatura da superfície vegetal, diminuindo a transpiração e otimizando o uso da água e a assimilação de CO₂, especialmente sob altas temperaturas. Em tomateiros, verificou-se que o uso do produto reduziu a temperatura dos frutos em até 4,4 °C e elevou o rendimento comercializável em 21% (Cantore et al., 2008). A presença de cálcio no filme também regula processos fisiológicos relacionados ao crescimento e à resposta ao stress abiótico (Waraich et al., 2011).

Em videiras, a pulverização com caulim protegeu o fotossistema II, aumentou a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos, além de estimular a produção de metabólitos secundários (Dinis et al., 2016; Bernardo et al., 2017).

Do ponto de vista entomológico, o caulim age como uma barreira física e visual que dificulta a detecção das plantas por insetos-praga, interferindo na sua alimentação e oviposição (Garcia et al., 2003). Foi observado que o filme prejudica a adesão de insetos como o percevejo-verde (*Nezara viridula*) e a mosca da fruta do Mediterrâneo (*Ceratitis capitata*) aos substratos tratados (Salerno et al., 2020). Além disso, pulverizações com caulim reduziram os danos causados pela mosca da azeitona e inibiram o comportamento de alimentação de *Trioza erytreae* em limoeiros, tanto em laboratório quanto em campo (González-Núñez et al., 2021).

Esses resultados reforçam o potencial do caulim como aliado sustentável na agricultura, tanto no manejo de estresses ambientais quanto no controle seletivo de pragas, sem comprometer os organismos benéficos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória, situada no município de Uberlândia, a 18°56'43,17" de latitude sul e 48°13'1.89" de longitude oeste a uma altitude de 926 metros, num Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) fase cerrado, anteriormente ocupado com lavoura de soja, entre os dias 20 de abril a 22 de junho de 2023, totalizando 63 dias de experimento.

Este local possui clima tropical, possuindo inverno seco, ameno, com baixa intensidade de chuva e verão quente e chuvoso, com precipitação pluviométrica média

anual de 1342 mm, temperatura média de 22,3°C e umidade relativa média do ar de 65,2%.

No dia 20 de abril de 2023 foi realizado a semeadura manual da cultivar de sorgo K 200 da empresa KWS. O espaçamento adotado foi de 0,5 metros entre linhas e a densidade de semeadura de 12 sementes por metro de linha.

O delineamento experimental empregado foi o em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 parcelas, com 24 m² cada (4x6), sendo os tratamentos: (1) testemunha, (2) Curbix, (3) Curbix+Surround, (4) Squad, (5) Saquad + Surround, (6) Battus, (7) Battus + Surround, (8) Surround 2 kg/ha, (9) Surround 3 kg/ha e (10) Surround 4 kg/ha. Foram realizadas seis aplicações de inseticidas a cada 10 dias, com pulverizador PJB – BC Jacto equipado com ponta XR11003VK (Figura 2), pressão de 30 psi e com volume de calda de 150 L/ha. As avaliações foram realizadas aos 0 (avaliação prévia) e aos 10 dias após cada aplicação, pela contagem do número de pulgões vivos e pulgões parasitados em 10 plantas por parcela.

Figura 2. Pulverizador utilizado.



Fonte: Arquivo pessoal.

Os produtos e doses empregadas são detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Produtos e doses empregadas no experimento.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Grupo químico	Dose p.c./ha ¹
1. Testemunha	--	--	--
2. Curbix	etiprole	Fenilpirazol	1000 mL
3. Curbix + Surround	etiprole + sílico calcinado	Fenilpirazol	1000 mL + 3 kg
4. Squad	acetamiprido + bifentrina	Neonicotinóide + piretróide	200 mL
5. Squad + Surround	acetamiprido + bifentrina + sílico calcinado	Neonicotinóide + piretróide	200 mL + 3 kg
6. Battus	bifentrina	Piretróide	400 mL
7. Battus + Surround	bifentrina + sílico calcinado	Piretróide	400 mL + 3 kg
8. Surround	sílico calcinado		2 kg
9. Surround	sílico calcinado		3 kg
10. Surround	sílico calcinado		4 kg

¹Doses de registro para cultura do sorgo (Fonte: AGROFIT, 2024)

Para realizar a avaliação de eficácia de inseticidas, foi contabilizado aleatoriamente o número de pulgões vivos em dez plantas por parcela, sendo realizadas seis aplicações de inseticidas com um intervalo entre as aplicações de dez dias, com avaliações no zero (prévia), seis, 12, 24, 36, 48 e 60 dias após a aplicação (D.A.A.).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do teste F, tendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância, sendo que para o processamento das análises dos dados originais foram transformados em raiz de $X+0,5$ e as porcentagens de eficácia foram realizadas baseadas na metodologia de Abbott (1925), levando em consideração a média de mortalidade dos pulgões após a aplicação dos diferentes inseticidas empregados nos tratamentos.

$$\%E = (\text{Testemunha} - \text{Tratamento}) / \text{Testemunha} * 100$$

Além disso, foi conduzida a determinação do peso de mil sementes (PMS) foi realizada conforme estabelecido nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), visando estimar a produtividade. O procedimento consistiu na contagem manual de oito amostras de 100 sementes cada, com posterior pesagem em balança de precisão com sensibilidade mínima de 0,01 g.

As sementes foram previamente selecionadas para excluir aquelas danificadas, malformadas ou visivelmente deterioradas. O resultado obtido foi convertido para o equivalente a mil sementes, de acordo com a fórmula:

$$PMS = \left(\frac{\text{Peso total das 8 amostras de 100 sementes}}{8} \right) \times 10$$

Os dados foram expressos em gramas (g) e utilizados para caracterização física das sementes e comparação entre tratamentos.

Após a análise dos dados, foram elaborados tabelas e gráficos a fim de facilitar a compreensão dos resultados obtidos, por meio de softwares de elaboração de planilhas (*Microsoft Excel*).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são expressos os números de pulgões por tratamento 10 dias após cada aplicação, e a eficiência dos produtos, não houve eficiência considerável em nenhum dos tratamentos, já que ambos se mantiveram abaixo de 20%.

Tabela 2. Número de pulgões após 10 dias após a primeira aplicação e 20 dias após a primeira aplicação em relação aos tratamentos com diferentes produtos e sua eficiência.

Tratamento	10 DAA		20 DAA		30 DAA		40 DAA		50 DAA		55 DAA		60 DAA	
	N de pulgões	%E ²	N de pulgões	%E	N de pulgões	%E								
1. Testemunha	7,25abc ¹	--	4,25ab	--	67,50ab	--	62,25a	--	35,50ab	--	4,50ab	--	3,50a	--
2. Curbix	8,00abc	0	4,75ab	46	19,50bc	69	19,75bc	97	3,75b	89	2,00ab	43	4,75a	0
3. Curbix + Surround	5,25bc	9	5,00ab	0	20,25bc	68	16,50bc	97	2,50b	93	0,00b	100	5,00a	0
4. Squad	14,25 ^a	0	1,00b	73	14,25c	77	5,50c	99	18,00ab	93	4,25ab	0	5,75a	0
5. Squad + Surround	9,75abc	0	1,75b	53	7,50c	88	25,25bc	96	2,75b	92	1,75ab	50	3,75a	0
6. Battus	4,75c	17	4,50ab	0	10,25c	84	61,50bc	90	7,25ab	78	2,25ab	36	1,75a	50
7. Battus + Surround	11,50ab	0	1,00b	73	24,25bc	61	122,75abc	80	4,00b	92	5,75a	0	5,25a	0
8. Surround	5,50abc	4	4,75ab	0	37,25bc	40	353,25ab	43	7,50ab	88	2,50ab	29	3,00a	14
9. Surround	9,25abc	0	14,25a	0	96,25a	0	195,25abc	68	7,75ab	77	2,75ab	21	2,25a	36
10. Surround	8,25abc	0	5,50ab	0	57,25ab	0	1080,50a	0	150,00a	0	2,75ab	21	11,50a	0
CV (%)	23,17		62,16		46,96		62,16		116,43		56,34		68,85	

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ² Porcentagem de eficiência calculada pela fórmula de Abbott (1925)

Ao comparar a média do número de pulgões, tem se que o menor resultado foi encontrado no tratamento 6, referente ao uso da bifentramina, com similaridade nos tratamentos 3 e 8. Além disso, o tratamento 4 (acetamiprido + bifentrina) foi o pior na redução da incidência dos pulgões. Os demais tratamentos se mostraram similares e com redução maior que o tratamento 4, mas menor que os tratamentos 8, 3 e 6.

Podemos observar que, 20 DAA ambos os tratamentos foram similares estatisticamente, não apresentando diferenças significativas, mas, é válido ressaltar que apesar da similaridade, o tratamento 9, representado pelo silício calcinado, apresentou maior número médio de pulgões, os tratamentos com Squad e Battus + Surround apresentaram eficácia maior (47, 53, 73 e 73, respectivamente).

Após 10 dias da 3^a aplicação, podemos observar que o número de pulmões no tratamento utilizando silício calcinado (9) foi superior a todos os demais, apresentando eficiência 0, enquanto que os demais apresentaram diferenças significativas quanto a eficácia em relação à aplicação anterior, onde, é válido ressaltar ainda que os tratamentos 4,5 e 6 proporcionaram melhor resultado, proporcionando maior redução dos insetos, com maior eficiência nos tratamentos 6 e 5, sendo acima de 80%.

Dez dias após à 4^a aplicação, o tratamento 4 apresentou melhor resultado quanto a redução do número de pulgões, sendo que, em contrapartida, os tratamentos 1 e 10 apresentaram pior redução, enquanto que os demais apresentaram similaridade estatística. Apesar da similaridade, os demais tratamentos apresentaram eficiência na redução.

Após a 5^a aplicação, os métodos de controle se demonstraram similares, sendo que somente o tratamento com surround (10) não apresentou eficiência considerável na redução dos pulgões, enquanto todos os demais apresentaram mais que 70% de redução, demonstrada na tabela 4.

Tabela 4. Número de pulgões após 50 dias após a primeira aplicação, 55 dias após a primeira aplicação e 65 dias após a primeira aplicação em relação aos tratamentos com diferentes produtos e sua eficiência.

Tratamento	50 DAA		55 DAA		65 DAA	
	N de pulgões	%E ²	N de pulgões	%E	N de pulgões	%E
1. Testemunha	35,5ab ¹	--	4,5ab	--	3,5a	--
2. Curbix	3,75b	89	2ab	43	4,75a	0
3. Curbix + Surround	2,5b	93	0b	100	5a	0
4. Squad	18ab	93	4,25ab	0	5,75a	0
5. Squad + Surround	2,75b	92	1,75ab	50	3,75a	0
6. Battus	7,25ab	78	2,25ab	36	1,75a	50
7. Battus + Surround	4b	92	5,75 ^a	0	5,25a	0

8. Surround	7,5ab	88	2,5ab	29	3a	14
9. Surround	7,75ab	77	2,75ab	21	2,25a	36
10. Surround	150a	0	2,75ab	21	11,5a	0
CV (%)	116,43		56,34		68,85	

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade. ²Porcentagem de eficiência calculada pela fórmula de Abbott (1925)

Comportamento similar foi demonstrado após 5 dias da 6^a aplicação, onde foi possível que no tratamento 3 tenham sido zerados os pulgões, mas, estatisticamente falando, houve diferença somente entre o tratamento 3 e o tratamento 7, que apresentou baixa redução. Quanto a eficácia, somente o tratamento 3 foi adequado na redução.

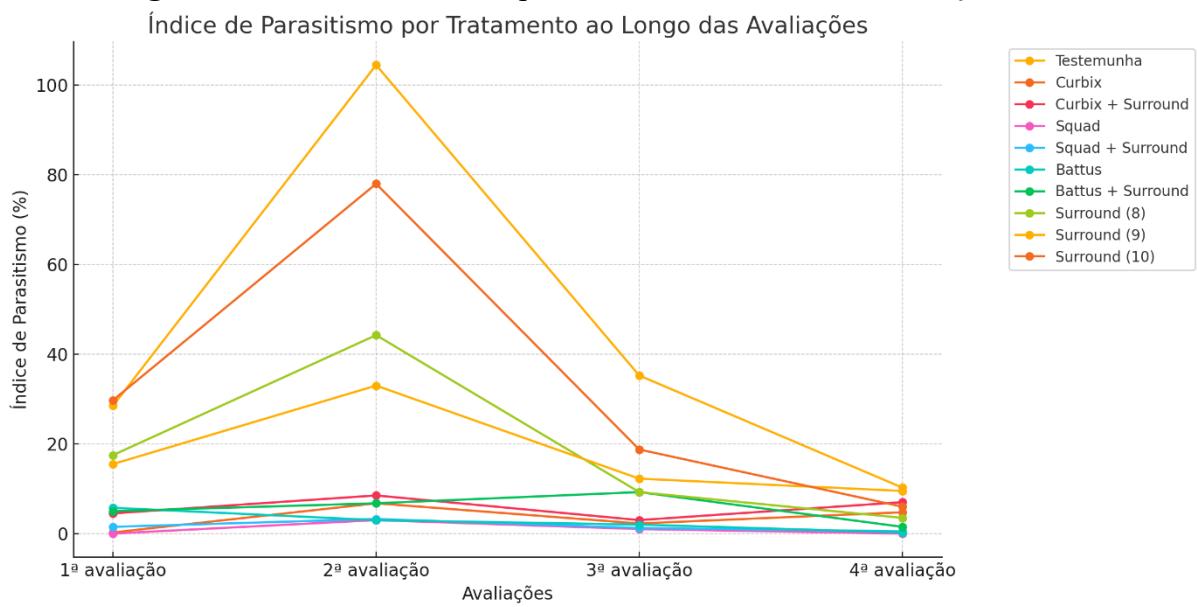
Após 10 dias da 6^a aplicação, não houve diferença estatística entre nenhum dos tratamentos, mesmo que quanto a eficiência, o tratamento 6 tenha tido 50% desta todos foram estatisticamente iguais, indicando similaridade no comportamento dos inseticidas no combate do pulgão na cultura do sorgo.

Quanto a porcentagem de parasitismo, avaliadas em 3 dias diferentes, (10 dias após a 4^a aplicação, 5^a e 6^a), podemos observar que o maior nível de parasitismo encontrado na primeira avaliação foi representado pelo tratamento 3, enquanto que na 5^a aplicação, com índices significativos de parasitismo, os maior índices foram encontrados nos tratamentos 8 e 9, de forma que na última avaliação, somente o tratamento 9 persistiu com o índice de parasitos (Tabela 5 e Figura 2).

Tabela 5. Índice de parasitismo durante as três avaliações, sendo elas: 1^a avaliação: após a 4^a aplicação, 2^a avaliação: após a 5^a aplicação, 3^a avaliação: após a 6^a aplicação e a 4^a avaliação: após a 7^a aplicação.

Tratamento	Indice de parasitismo (%)			
	1^a avaliação	2^a avaliação	3^a avaliação	4^a avaliação
1. Testemunha	28,50a	104,50a	35,25a	10,25a
2. Curbix	0,25c	6,75de	2,25de	4,75abcd
3. Curbix + Surround	4,50c	8,50cde	3,00cde	7,00abc
4. Squad	0,00c	3,00e	1,00e	0,00d
5. Squad + Surround	1,50c	3,25de	1,25de	0,50cd
6. Battus	5,75bc	3,00e	2,00de	0,25d
7. Battus + Surround	5,00bc	6,75cde	9,25bcd	1,50bcd
8. Surround	17,50a	44,25bc	9,25bcd	3,50abcd
9. Surround	15,50ab	33,00bcd	12,25bc	9,50ab
10. Surround	29,75a	78,00ab	18,75ab	6,00abcd

Figura 2. Gráfico de índice de parasitismo ao decorrer das avaliações.



Fonte: Dados da pesquisa.

A análise estatística do índice de parasitismo foi conduzida por meio do teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, e evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos ao longo das quatro avaliações realizadas após as aplicações dos produtos.

Na primeira avaliação, realizada após a quarta aplicação, os tratamentos que apresentaram os maiores índices de parasitismo foram a testemunha (28,5%) e o Surround (10) (29,75%), ambos classificados no grupo “a” do teste de médias. Esses tratamentos destacaram-se estatisticamente dos demais, indicando maior presença ou atividade de inimigos naturais. Por outro lado, os tratamentos Curbix (0,25%) e Squad (0%) apresentaram os menores valores, inserindo-se no grupo “c”, e, portanto, significativamente inferiores em relação aos demais.

Na segunda avaliação, realizada após a quinta aplicação, a testemunha novamente apresentou o maior índice de parasitismo (104,5%), permanecendo isolada no grupo “a”. Esse resultado sugere que a ausência de produtos químicos pode favorecer a atividade dos parasitoides. Os tratamentos com Surround, especialmente o Surround (10) (78%) e Surround (9) (33%), também apresentaram desempenho satisfatório, embora estatisticamente distintos da testemunha. Já os tratamentos Squad e Battus, ambos com 3%, foram classificados no grupo “e”, com os menores valores registrados nesta fase.

Na terceira avaliação, após a sexta aplicação, observou-se novamente um bom desempenho do Surround (10), com índice de 18,75%, seguido do Surround (9) com 12,25%, evidenciando a continuidade da eficácia desse produto. Em contraste, os

tratamentos Squad (1%) e Squad + Surround (1,25%) apresentaram baixo índice de parasitismo e foram agrupados nos níveis estatisticamente inferiores (“d” e “e”).

Na quarta e última avaliação, realizada após a sétima aplicação, o tratamento com Surround (9) (9,5%) destacou-se, seguido da testemunha (10,25%), ambos inseridos nos grupos superiores (“ab” e “a”, respectivamente). Notavelmente, os tratamentos Battus (0,25%) e Squad (0%) continuaram apresentando os menores índices, agrupando-se no grupo “d”, o que reforça sua baixa efetividade na manutenção ou estímulo do parasitismo.

De forma geral, os dados indicam que os tratamentos com Surround, especialmente quando aplicados isoladamente, proporcionaram os melhores resultados ao longo das avaliações, com desempenho estatístico significativamente superior na maioria dos momentos. Em contrapartida, os tratamentos com Squad, tanto de forma isolada quanto em combinação, mostraram baixo índice de parasitismo em todas as avaliações. A testemunha, curiosamente, destacou-se em diversas avaliações com altos índices, o que sugere que a ausência de intervenção química pode favorecer a atuação natural de parasitoides no ambiente.

Visando estimar a produtividade e sua relação com a aplicação dos produtos, foi conduzida a análise de PMS, obtendo os resultados demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Peso de mil sementes avaliado.

Tratamento	Peso (g)
Trat. 01	26,225d
Trat. 02	27,825bcd
Trat. 03	28,075abc
Trat. 04	29,725a
Trat. 05	27,700bcd
Trat. 06	27,725bcd
Trat. 07	29,200ab
Trat. 08	27,800bcd
Trat. 09	27,150cd
Trat. 10	28,350abc
CV (%)	1,92

Na Tabela 6 são apresentados os resultados do peso de mil sementes (PMS) dos diferentes tratamentos avaliados. A análise estatística realizada por meio do teste de Duncan a 5% de probabilidade evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos, com coeficiente de variação (CV) de 1,92%, indicando alta precisão experimental.

O Tratamento 04 apresentou o maior valor de PMS (29,725 g), sendo estatisticamente superior aos demais por ter sido classificado isoladamente no grupo “a”. Esse resultado sugere um maior acúmulo de matéria seca nas sementes, o que pode estar relacionado a melhores condições fisiológicas durante o enchimento dos grãos, refletindo em sementes potencialmente mais vigorosas.

O Tratamento 07 (29,2 g) foi classificado no grupo “ab”, também com desempenho satisfatório. Os tratamentos 10 (28,35 g) e 03 (28,075 g) situaram-se nos grupos “abc” e “abc”, respectivamente, com valores próximos ao do melhor tratamento, indicando comportamento semelhante em termos de massa de sementes.

Por outro lado, o menor valor de PMS foi observado no Tratamento 01 (26,225 g), classificado no grupo “d”, demonstrando desempenho significativamente inferior. O Tratamento 09 (27,15 g) também apresentou PMS reduzido, sendo incluído no grupo “cd”.

Esses resultados demonstram que os tratamentos influenciaram diretamente a massa das sementes. Valores mais elevados de PMS são desejáveis, pois podem indicar maior reserva de nutrientes, o que favorece o vigor e a emergência das plântulas, refletindo em um melhor desempenho agronômico das culturas. Portanto, os tratamentos 04 e 07 se destacam como alternativas promissoras para a obtenção de sementes com maior qualidade física.

A análise do peso de mil sementes (PMS) na Tabela 6 mostrou variações significativas entre os tratamentos. Os tratamentos 04 (Squad) e 07 (Battus + Surround) apresentaram os maiores valores de PMS (29,725 g e 29,2 g, respectivamente), enquanto o tratamento 01 (Testemunha) apresentou o menor valor (26,225 g). Essas diferenças podem estar associadas não apenas à eficácia dos inseticidas, mas também ao possível efeito físico do silício calcinado no tratamento das sementes e plantas.

Conforme relatado por Inácio (2019) e Vanessa Liberada (2021), o revestimento de sementes com materiais como silicato de cálcio e micronutrientes pode promover aumento no PMS, em razão da adição de massa à semente e da proteção fisiológica durante o enchimento dos grãos. Tais resultados corroboram com os dados observados nos tratamentos 07, 10 e 03, onde o silício foi aplicado junto aos inseticidas, resultando em PMS superiores aos da testemunha e da maioria dos tratamentos com inseticida isolado.

Além disso, estudos como o de Ribeiro et al. (2020) em milho superdoce, mostraram aumentos expressivos no PMS após revestimento com materiais específicos,

sugerindo que os componentes físicos do revestimento podem melhorar a qualidade e o desempenho físico das sementes. Isso reforça a hipótese de que o uso de silício calcinado, mesmo quando não impacta diretamente o controle do pulgão, pode contribuir positivamente para a formação de sementes mais pesadas e com maior valor agronômico.

Os resultados obtidos evidenciam uma resposta diferenciada dos tratamentos não apenas na eficiência do controle do pulgão, mas também na influência sobre o parasitismo natural e na produtividade estimada por meio do peso de mil sementes (PMS).

O Tratamento 4 (Squad – acetamiprido + bifentrina) demonstrou ser o mais eficiente ao longo das aplicações, promovendo significativa redução da população de pulgões desde as primeiras avaliações, com manutenção do efeito residual. Associado a isso, foi o tratamento que apresentou o maior valor de PMS (29,725 g), sugerindo que o controle eficaz da praga proporcionou melhores condições fisiológicas para o enchimento das sementes.

O Tratamento 7 (Battus + Surround), embora tenha apresentado eficácia moderada no controle do pulgão, destacou-se por proporcionar um PMS elevado (29,2 g), indicando que a combinação do piretroide com o silício pode ter favorecido o desenvolvimento das plantas. Contudo, esse tratamento não apresentou destaque no índice de parasitismo, sugerindo que sua ação pode ter interferido na atividade de inimigos naturais.

O Tratamento 10 (Surround 4 kg/ha), com foco no uso isolado de silício calcinado, mostrou bom desempenho em termos de parasitismo, especialmente nas últimas avaliações, reforçando a hipótese de que o produto é seletivo aos inimigos naturais. Apesar disso, o PMS não superou os tratamentos com inseticidas, ficando em 28,35 g, dentro do grupo estatístico intermediário.

Já o Tratamento 1 (Testemunha), que não recebeu nenhuma aplicação de produto, apresentou os maiores índices de parasitismo nas duas primeiras avaliações, evidenciando a atuação natural de parasitoides na ausência de intervenção química. Contudo, este tratamento teve o menor valor de PMS (26,225 g), evidenciando que o controle ineficiente da praga comprometeu a produtividade.

Os tratamentos com silício isolado (Tratamentos 8, 9 e 10) apresentaram comportamento variável. Embora tenham demonstrado potencial na manutenção de parasitoides, seus efeitos no controle direto dos pulgões foram limitados, refletindo em valores de PMS inferiores aos tratamentos com inseticidas convencionais.

Em síntese, os dados mostram que o uso de inseticidas como o Squad, especialmente de forma isolada, resultou na melhor combinação entre controle eficaz do

pulgão, manutenção da produtividade e impacto limitado sobre os inimigos naturais. O uso de silício calcinado mostrou-se promissor como alternativa seletiva, com efeitos positivos no parasitismo, mas com menor impacto na produtividade quando utilizado isoladamente.

Apesar dos benefícios observados em condições de stress térmico, hídrico e de radiação solar, o uso de caulim em ambientes sem stress pode apresentar resultados pouco expressivos, ou até mesmo negativos, especialmente quando há escassa irradiância solar, podendo reduzir a produtividade (Rosati, 2007).

Quanto à seletividade, os estudos demonstram que o caulim, em dosagens comerciais, não afeta negativamente inimigos naturais como joaninhas e crisopídeos, nem interfere na atividade de parasitoides do gênero *Anagrus*. Por outro lado, observou-se que reduz a alimentação de ninfas de cigarrinhas, diminuindo suas populações (Bestete et al., 2018; Tacoli et al., 2017).

O melhor tratamento foi o 4, representado pelo Acetamiprido + Bifentrina, pois mesmo com o decorrer do tempo e das aplicações, ele se mostrou com potencial redutor ao decorrer dos dias de avaliação, apresentando ainda similaridade com outros produtos em determinados dias do experimento, gerando melhor efeito residual. A 6^a aplicação se mostrou irrelevante, já que não proporcionou diferenças quanto ao número de insetos quando comparado a 5^a aplicação.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que a hipótese inicialmente proposta — de que o uso do silício calcinado, isoladamente ou em associação com inseticidas, contribuiria para o controle do pulgão (*Melanaphis sacchari*) na cultura do sorgo, promovendo ainda a preservação de inimigos naturais e impacto positivo na produtividade — foi parcialmente confirmada.

Embora o silício calcinado, quando aplicado isoladamente, tenha demonstrado eficácia limitada no controle direto da praga, ele se destacou pela seletividade, favorecendo a presença do parasitóide *Lysiphlebus testaceipes* em várias avaliações. Isso evidencia seu potencial como ferramenta complementar em programas de manejo integrado de pragas (MIP), especialmente na manutenção do equilíbrio biológico do agroecossistema.

Por outro lado, os tratamentos que combinaram o silício com inseticidas apresentaram maior eficiência no controle da praga e, em alguns casos, resultados positivos na produtividade, medida pelo peso de mil sementes. O tratamento com acetamiprido + bifentrina (Squad), inclusive, apresentou o melhor desempenho geral.

Dessa forma, recomenda-se a associação do silício calcinado com inseticidas seletivos como estratégia viável para o controle do pulgão no sorgo, especialmente quando se busca aliar eficácia no manejo da praga à conservação de inimigos naturais. Novos estudos são necessários para aprofundar a compreensão sobre as interações entre silício, inseticidas e entomofauna benéfica, visando o aprimoramento de estratégias sustentáveis na agricultura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. G. F. de. **Etanol de segunda geração utilizando sorgo biomassa de nervura marrom “brown midrib” BRM (*Sorghum bicolor*)**. Tese de Doutorado - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 115 f. 2019.
- BERNARDO, S. et al. A aplicação de filme de partículas de caulim reduz o dano oxidativo e a metilação do DNA na videira (*Vitis vinifera L.*), **Botânica Ambiental e Experimental**, [s.l.], v. 139, p. 39-47, 2017.
- BESTETE, L. R.; TORRES J. B.; PEREIRA F. F. Harmonious interaction of kaolin and two insect predator species in plant protection. **International Journal of Pest Management**, [s.l.], v. 2, p.166-172, 2018.
- CANTORE, V.; PAVE, B.; ALBRIZIO, R. Kaolin based particle film technology affects tomato physiology, yield and quality. **Environmental and Experimental Botany**, [s.l.], v. 66 n. 2, p. 279-288, 2008.
- CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.)(Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 505-510, 1999.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira grãos, v. 7 – safra 2019/20 – **Décimo primeiro levantamento**, Brasília, p. 1-62, agosto 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso: 10 out. 2023.
- CREAMER, R., S. et al. Kaolin-based foliar reflectant affects physiology and incidence of beet curly top virus but not yield of Chile pepper. **Horticultural Science**, v. 40, n. 3, p. 574– 576, 2005.
- DINIS, L. T. et al. A aplicação exógena de caulim aumenta a capacidade antioxidante e o conteúdo fenólico em frutos e folhas de videira sob estresse de verão, **Jornal de Fisiologia Vegetal**, [s.l.], v. 191, p. 45-53, 2016.
- FERNANDES, F. O., SOUZA, C. D. S. F., DE AVELLAR, G. S., NASCIMENTO, P. T., DAMASCENO, N. C. R., DOS SANTOS, N. M., ... & MENDES, S. M.. Manejo do pulgão da cana-de-açúcar (*Melanaphis sacchari/sorghii*) na cultura do sorgo. Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E). 2021.
- GARCIA, M. E.; BERKETT, L.P.; BRADSHA, W. T. **Does Surround® have non-target impacts on New England orchards?** p. 35-39. In: MASSACHUSETTS FRUIT GROWERS ASSOCIATION. New England Fruit Meetings 2002-2003. North Amherst: William J. Bramlage, v. 108-109. 2003.
- GONZÁLEZ-NÚÑEZ, M. et al. Copper and kaolin sprays as tools for controlling the olive fruit fly. **Entomologia Generalis**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 97–110, 2021.
- GUIMARÃES, M.J.M.; SIMÕES, W.L.; BARROS, J.R.A.; ALBERTO, K. DA C.;

WILLADINO, L.G. Parâmetros bioquímicos, fisiológicos e produtividade de sorgo granífero irrigado com água salina. **Journal of Environmental Analysis and Progress** V. 07, N. 03, 159-168, 2022.

INÁCIO, J. A. F. **Revestimento em sementes de sorgo granífero.** 2019. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível em: <<https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2020/01/Jos%C3%A9-in%C3%A1cio-17122019.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2025.

LIBERADA, V. A. **Revestimento de sementes de sorgo com micronutrientes.** 2021. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2021/12/VANESSA-APARECIDA-LIBERADA.pdf>. Acesso em: 13 maio 2025.

LIMA, D. T. Silício na produtividade e na indução de resistência direta e indireta do sorgo aos pulgões. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 75 f. 2018.

LINHARES, G. A. N. Fontes de silício em mamoeiro e maracujazeiro: crescimento, fisiologia e indução de resistência. 2019. 119 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2019.

LOUZADA, J. **Manejo do Pulgão-Amarelo (*Melanaphis sacchari*) e o Pulgão verde (*Schizaphis graminum*) na cultura do sorgo.** Informativo Agroservice KWS. Disponível em: <https://www.kws.com.br/media/download-informativo/kws_br_informativo-manejo-pulgao-sorgo.pdf> Acesso: 10 out. 2023.

LUZ, A. B.; DAMASCENO, E. C. **Caulim: um mineral industrial importante.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 1993. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/135>. Acesso em: 16 abr. 2025.

MCDONALD, M. B. Seed coating technologies: Techniques and challenges. **Agriculture**, v. 10, n. 11, 2020.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. Manejo de pragas. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 208 p. 2014.

MENEZES, C. B. **SORGO GRANÍFERO: E STENDA SUA SAFRINHA COM SEGURANÇA.** Documentos 176, **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas – MG, 2015.

MORAES, Bruna Silva. Pulgão *Melanaphis sacchari* na cultura do sorgo. 2022. 15p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

RIBAS, P.M. Origem e importância econômica. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A.C. (Eds.). **Sorgo**: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, p.09-36. 2014.

RIBEIRO, R. L. D. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce revestidas com diferentes materiais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 41, n. 3, p. 1-9, 2020.

ROSATI, A. Phisiological effects of kaolin particle film technology: a review. **Functional Plant Science and Biotechnology**, [s.l.], v. 1, n.1, p. 100-105, 2007.

SALERNO, G., REBORA, M., KOVALEV, A. et al. Efeito do nano pó de caulim na capacidade de fixação de insetos. **Journal of Pest Science**, [s.l.], v. 93, p. 315–327, 2020.

SANTOS, D. Resistência induzida de ácido silícico em genótipos de sorgo e na biologia do *Melanaphis sorghi*. Dissertação (mestrado), Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal de São João del-Rei, 2023.

TACOLI, F., et al. Eficácia e modo de ação do caulim no controle de *Empoasca vitis* e *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) em vinhedos, **Journal of Economic Entomology** [s.l.], v110, n. 3, p. 1164–1178, junho de 2017.

ULLMAN, J. L.; WINFREY, B. K.; WANG, J.; GONG, J. Treatment of rich ammonia nitrogen wastewater with polyvinyl alcohol immobilized nitrifier biofortified constructed wetlands. **Ecological Engineering**. v. 94. p.7-11. 2016.

VIANA, G. **Pesquisadores alertam sobre ataque de pulgão-da-cana-de-açúcar em lavouras de sorgo**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/59627005/pesquisadores-alertam-sobre-ataque-de-pulgao-da-cana-de-acucar-em-lavouras-de-sorgo>> Acesso: 10 out. 2023.

WARAICH. E. A., et al. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. **Acta Agricultura e Scandinavica, Section B. Plant and Soil Science**. [s.l.], v. 61, n. 4, p. 291-304, 2011.