

**Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a
biologia e o comportamento alimentar de *Glypheapomis spinosa*
(Hemiptera: Pentatomidae)**

Walter Baida Garcia Coutinho
Eng. Agrônomo

Walter Baida Garcia Coutinho

Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glypheidon spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae)

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

Urutaí – GO
2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

CC871p Coutinho, Walter Baida Garcia
Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae) / Walter Baida Garcia Coutinho; orientador Flávio Gonçalves de Jesus. -- Urutaí, 2022.
39 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.

1. *Oryza sativa*. 2. *Glypheapomis spinosa*. 3. Silício. 4. Indução de resistência em plantas. 5. EPG. I. Jesus, Flávio Gonçalves de , orient. II. Título.

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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Walter Balda Garcia Coutinho

Matrícula:

2020101330540229

Título do trabalho:

Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glyphepomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae)

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 19 /07 /2022

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:

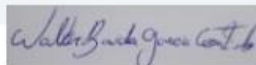
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto 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;
- Que 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 - Go

Local

19 /07 /2022

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



Ata nº 51/2022 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e dois, às 8 horas, reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de **Walter Baida Garcia Coutinho**, discente do **Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado "**Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de Glypheapomis spinosa (Hemiptera: Pentatomidae)**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da dissertação para, em 30 minutos, proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, a dissertação foi **APROVADA**, com correções obrigatórias, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, na área de concentração em **Fitossanidade**, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á quando do depósito versão definitiva da dissertação com as devidas correções no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF). Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição em até **60 (sessenta) dias** a contar da data da defesa. A banca examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas, bem como a publicação da biblioteca computacional desenvolvida. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da banca encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus	IF Goiano - Campus Urutaí	Presidente
Prof. Dr. André Cirilo de Sousa Almeida	IF Goiano - Campus Urutaí	Membro interno
Profa. Dra. Ana Paula Pelosi	IF Goiano - Campus Urutaí	Membra interna

Documento assinado eletronicamente por:

- Ana Paula Pelosi, ENGENHEIRO AGRONOMO, em 19/07/2022 10:43:54.
- Andre Cirilo de Sousa Almeida, COORDENADOR DE CURSO - FUC0001 - CCMPP-URT, em 19/07/2022 09:43:32.
- Flavio Goncalves de Jesus, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2022 09:25:16.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 29/06/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 403390
Código de Autenticação: 7da6c95189





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação: Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glyphepomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae)

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Autor: Walter Baida Garcia Coutinho

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em 30 de junho de 2022, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus	IF Goiano Campus Urutaí
Prof. Dr. André Cirilo de Sousa Almeida	IF Goiano Campus Urutaí
Profa. Dra. Ana Paula Pelosi	IF Goiano Campus Urutaí

Documento assinado eletronicamente por:

- Ana Paula Pelosi, ENGENHEIRO AGRONOMO, em 19/07/2022 10:44:38.
- Andre Cirilo de Sousa Almeida, COORDENADOR DE CURSO - FUC0001 - CCMPP-URT, em 19/07/2022 09:44:40.
- Flávio Gonçalves de Jesus, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/07/2022 09:25:47.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 18/07/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 408599
Código de Autenticação: 8fd63f2a10



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, None, URUTAI / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, força e sabedoria para buscar meus objetivos.

À minha família, em especial meu pai Sandro Garcia Coutinho e mãe Mariniz Baida Garcia Coutinho, por toda a ajuda, compreensão e incentivo durante toda minha vida, principalmente em momentos de incertezas e dúvidas.

Ao meu orientador Flávio Gonçalves de Jesus que me orientou sempre presente e dispostos a passar suas experiências e conhecimentos, me auxiliando durante a graduação e o mestrado se tornando imprescindível na minha formação acadêmica.

Ao Prof. André Cirilo de Sousa Almeida que auxiliou de forma ativa e essencial não apenas nas aulas, mas em diversas etapas de execução do projeto.

Aos meus amigos Wilhan Valasco e Franciele Cristina da Silva por me auxiliar em diversas partes do desenvolvimento do projeto se tornando peças chaves no meu processo de formação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas que se mostraram prestativos e dispostos a transmitir seus conhecimentos colaborando na formação de muitos profissionais.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí instituição está que fez parte de todo meu processo de formação, desde a graduação ao mestrado, onde fiz muitos amigos e conheci pessoas que com toda certeza me ensinaram muito e levarei para sempre seus ensinamentos.

E a todos aqueles que de forma direta e indireta colaboraram na minha formação, o meu muito obrigado e que Deus abençoe imensamente cada um de vocês.

SUMÁRIO

Resumo.....	9
Abstract	10
Introdução.....	11
Material e métodos	13
<i>Localização e delineamento experimental</i>	13
<i>Criação de percevejos</i>	14
<i>Semeadura das cultivares e infestação das plantas</i>	15
<i>Parâmetros biológicos de Glypheidon spinosa</i>	16
<i>Comportamento alimentar - EPG</i>	16
Resultados	19
Discussão.....	23
Referências bibliográficas	28
Tabelas.....	35

LISTAGEM DE TABELAS

Tabela 1. Formas de onda gravadas durante o comportamento alimentar de <i>Glypheapomis spinosa</i> em colmos de diferentes cultivares de arroz tratados com diferentes fontes de silício, e o seu significado biológico.....	35
Tabela 2: Porcentagem de colmo danificado, coração morto e teor de silício em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si após infestação de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae).....	36
Tabela 3: Índice relativo de clorofila aos 50 e 65 DAS em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si após infestação de de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae).....	36
Tabela 4: Mortalidade (%), peso de adultos (g), área superficial individual (mm ²) e RGR (mg/mg/dia) de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae) em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.....	37
Tabela 5: Tempo para primeira prova (TFP) em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si após infestação de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae).....	38
Tabela 6: Duração da forma de onda de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae) (WDI - min) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.....	38
Tabela 7: Número de eventos de onda da alimentação de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae) (NWEI - min) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.....	39
Tabela 8: Duração da forma de onda por evento da alimentação de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae) (WDEI - min) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.....	40
Tabela 9: Porcentagem de tempo de gravação da alimentação de <i>Glypheapomis spinosa</i> (Hemiptera: Pentatomidae) (PRT - %) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.....	41

Plantas de arroz fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae)

Resumo: Dentre os fatores que afetam a produtividade do arroz estão os danos causados por inseto-praga. Os Hemipteros são importantes pragas desta cultura no mundo. O percevejo *Glypheapomis spinosa* Campos & Grazia (Hemiptera: Pentatomidae) é praga potencial a cultura do arroz no Brasil. Neste estudo avaliamos a interação de fontes de silício com três cultivares de arroz (BRS Esmeralda, Canela de Ferro e IRGA 417) com diferentes níveis de resistência e o efeito no incremento do teor de silício nos danos as plantas, influência na biologia e no comportamento alimentar de *G. spinosa*. O objetivo deste trabalho foi estudar se plantas fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *G. spinosa*. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (fontes de silício: silicato de cálcio, silicato de potássio e controle *versus* cultivares de arroz). Os cultivares de arroz submetidos a adubação com silicato de potássio apresentaram menores sintomas de “coração morto”. O cultivar BRS Esmeralda respondeu melhor a adubação com Si. Os cultivares de arroz apresentaram maior incremento de Si com silicato de potássio. Silicato de potássio reduziu os danos causados por *G. spinosa* nos cultivares de arroz. Os maiores teores de clorofila foram em BRS Esmeralda com silicato de potássio. BRS Esmeralda e IRGA 417 demonstraram maior influência na biologia do inseto quando submetido a fertilização com Si. O Si influenciou o comportamento alimentar do *G. spinosa* afetando a duração e número de eventos de alimentação. Assim os resultados demonstram o potencial do uso de Si no manejo de pentatomídeos na cultura do arroz.

Palavras-chaves: *Oryza sativa*, *Glypheapomis spinosa*, silício, indução de resistência em plantas, EPG.

*Silicon applications in rice plants reduce damage from and alter the biology and feeding behavior of *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae)*

Abstract: Damage from insect pests is one of the factors that affects rice yields. Hemiptera are important crop pests throughout the world. The stink bug *Glypheapomis spinosa* Campos & Grazia (Hemiptera: Pentatomidae) is a potential rice pest in Brazil. This study evaluates the interaction between silicon sources and three rice cultivars (BRS Esmeralda, Canela de Ferro and IRGA 417) with different levels of resistance and examines how increasing silicon levels affect plant damage, and the biology and feeding behavior of *G. spinosa*. The objective of this work was to study whether plants fertilized with silicon reduce damage, alter the biology and feeding behavior of *G. spinosa*. The experiment was completely randomized and set up with a 3x3 factorial scheme (silicon sources: calcium silicate, potassium silicate, a control and three rice cultivars). The rice cultivars that received applications of potassium silicate showed the fewest symptoms of “dead heart”. The BRS Esmeralda cultivar had the best response to the Si applications while potassium silicate produced the greatest increase of Si in the rice cultivars. Potassium silicate reduced damage caused by *G. spinosa* in the rice cultivars. Chlorophyll levels were highest in BRS Esmeralda after application of potassium silicate. BRS Esmeralda and IRGA 417 showed greater influence on insect biology when fertilized with Si. Si influenced the feeding behavior of *G. spinosa* by affecting the duration and number of feeding events. These results demonstrate the potential of using Si amendments for pentatomid management in rice.

Keywords: *Oryza sativa*, *Glypheapomis spinosa*, silicon amendment, induced plant resistance, EPG.

Introdução

Percevejos pentatomídeos são pragas importantes na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.: Poaceae) no mundo (Panizzi & Grazia 2015; Bhavanam et al., 2021). Percevejos danificam as plantas de arroz desde "seedling", causando danos conhecidos como coração morto até a fase reprodutiva, com os danos de panícula branca e grãos (Krinski & Foerster 2017; Almeida et al., 2020a). A redução na produtividade pode chegar até 80%, dependendo da espécie e estão entre as principais pragas que causam a redução da produção mundial de arroz (Barrigossi & Martins 2015).

Várias espécies de percevejos pentatomídeos ocorrem na cultura do arroz no Brasil, seja em sistema de cultivo irrigado, por inundação ou de terras altas. As principais espécies de ocorrência são: percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* Stål 1860, percevejo-das-panículas, *Oebalus poecilus* (Dallas 1851) e *Oebalus ypsilongriseus* (De Geer, 1773) (Hemiptera: Pentatomidae) (Krinski & Foerster 2017; Almeida et al., 2020a).

Outra espécie de percevejo tem sido encontrada danificando planta de arroz no Brasil (Alves et al., 2012), populações de *Glypheapomis spinosa* Campos & Grazia (Hemiptera: Pentatomidae) foram encontradas nos estados de Goiás e Tocantins, causando danos nas plantas de arroz, com comportamento alimentar semelhante ao percevejo-do-colmo *T. limbativentris*, que se alimenta de estruturas vegetativas (colmos de arroz) (Alves et al., 2012; Alves et al., 2016; Almeida et al., 2020a). Os danos causados por *G. spinosa* podem ocorrer na fase vegetativa, com sintomas de "coração morto", devido a morte da porção central do colmo da planta e na fase reprodutiva, com a formação de panícula branca ou grãos vazios (dados não publicados – Silva, 2021).

O manejo dos pentatomídeos pragas na cultura do arroz envolve a aplicação de inseticidas químicos. Entretanto, devido a pouca disponibilidade de grupos químicos, os neonicotinoides, piretroides e acefato são os mais empregados, não havendo produtos

fitossanitários registrados para o *G. spinosa* (Agrofit 2021). Desta maneira, os riscos de contaminação ambiental, operacional, seleção de insetos resistentes, efeitos adversos na população de inimigos naturais e aumento do custo de produção devido às múltiplas aplicações, são potencializadas (Krinski & Foerster 2016; Guedes, 2017; Woodcock et al., 2017; Stehle et al., 2018).

Com a identificação de espécies que ameaçam a produção de arroz no Brasil e no mundo, práticas de manejo que incorporam diferentes táticas incluindo: maior período de proteção e facilidade de uso pelo produtor precisam ser desenvolvidas (Regan & Mulcahy 2019). Neste sentido, o emprego da resistência de planta a insetos e indução de resistência com o emprego de Silício - Si são promissores no manejo de percevejos na cultura do arroz (França et al., 2018).

A planta de arroz é típica acumuladora de Si dentro das espécies de gramíneas (Ma et al., 2006). Si confere resistência nas plantas, por sua deposição na parede celular, formando uma barreira física, dificultando a alimentação de insetos sugadores (Yang et al., 2018) ou reduzindo a eficiência da digestão de insetos herbívoros (Kvedaras et al., 2010). Além disso, atua como elicitador de processos de indução da resistência das plantas (Reynolds et al., 2016) ou pode influenciar na defesa indireta da planta por meio da liberação de compostos voláteis induzindo a atração de inimigos naturais (Kvedaras et al., 2010).

Vários trabalhos têm demonstrado o efeito benéfico de Si na indução da resistência em plantas de arroz. França et al. (2018) mostrou maior acúmulo de Si na cultivar de arroz BRS Esmeralda resultando em menores danos causados por *T. limbativentris*. Yang et al. (2017a) verificaram redução na alimentação de *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) em plantas de arroz fertilizadas com Si. Sidhu et al. (2013) mostraram que a correção do solo com Si contribuiu com o manejo de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) por meio da redução dos danos causados na alimentação do inseto.

Sabe-se dos efeitos benéficos da indução da resistência em plantas de arroz a insetos mediada por Si. Porém, é necessário entender o comportamento alimentar de insetos sugadores nestas plantas tratadas com silício. O entendimento do comportamento alimentar via penetração do estilete pode ajudar identificar fatores ou mecanismo de resistência nas plantas de arroz (Yang et al., 2017a).

O uso da técnica "Eletropenetragrafia" – EPG, tem mostrado ser promissor na compreensão do processo de alimentação de insetos sugadores e na seleção de plantas resistentes a insetos (Yang et al., 2017a; Almeida et al., 2020b; Lucini et al., 2021). *N. lugens* gastou mais tempo caminhando na superfície da planta de arroz resistente comparado com planta suscetível e prolongou a alimentação no floema nas plantas suscetíveis (Yang et al., 2017a). *N. lugens* teve o tempo da primeira picada de prova prolongado para alimentação no floema e o tempo de alimentação no floema foi reduzido em plantas de arroz fertilizadas com Si em comparação as plantas sem fertilização com Si (Yang et al., 2017a).

O objetivo deste trabalho foi estudar se plantas fertilizadas com silício reduz os danos, altera a biologia e o comportamento alimentar de *Glypheidon spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae). Estas informações fortalecem a evidência de Si como indutor de resistência em planta de arroz a percevejos e melhora o entendimento do comportamento alimentar de percevejos em plantas fertilizadas com Si.

Material e métodos

Localização e delineamento experimental

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Urutaí, Goiás, Brasil (latitude:17°29'18.1"S longitude:48°12'53.9"W). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (3×3), totalizando 9 tratamentos (2 fontes de silício + controle × 3 cultivares de arroz) e 4 repetições. Os cultivares de arroz BRS Esmeralda (bom desempenho ao

incremento de silício), Canela de Ferro (resistente a percevejos) e IRGA 417(suscetível a percevejos) foram selecionados por apresentarem diferentes níveis de resistência a *T. limbativentris*, apresentando comportamento alimentar semelhante ao *G. spinosa* e bom desempenho com o incremento do silício (Almeida et al., 2020a; Almeida et al., 2020b; Almeida et al., 2021).

As fontes de Si foram: 1 - silicato de potássio - K_2SiO_3 1% (12% SiO_2 e 12% K_2O) (pulverização das plantas até o escorrimento - 20 mL/planta) ao 15, 30 e 45 dias após o plantio (DAP). 2 - aplicação de silicato de Ca - wollastonita ($CaSiO_3$)(48,3% CaO e 51,7 % SiO_2) no solo (2,5 g por vaso ou $600\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e 3 - controle (sem aplicação de silício).

Criação de percevejos

Adultos de *G. spinosa* foram obtidos da Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil). Os insetos foram criados de acordo com a metodologia de Alves et al. (2012). Adultos foram mantidos na cultivar suscetível BR IRGA 409, cultivada em potes plásticos (8L), contendo substrato (3:1:1 – solo: Oxisolo distrofico vermelho, areia e compostos orgânicos – esterco bovino). A correção e adubação foi realizada de acordo com as recomendações para o cultivo de arroz no cerrado e prévia análise do solo (Sousa & Lobato, 2004). As plantas foram irrigadas periodicamente de acordo com as exigências hídricas da cultura. Plantas e insetos foram colocados em casa de vegetação (luminosidade e temperatura natural) para oviposição das fêmeas. Os ovos foram coletados e transferidos para embalagens plásticas (11×11×3,5 cm) forradas com papel toalha umedecido e mantidos em laboratório (T 25 ± 2 °C, RH $70 \pm 10\%$, fotoperíodo de 14 horas) até a eclosão das ninfas. As ninfas foram mantidas nas mesmas condições até o segundo ínstar, as quais foram transferidas para plantas de arroz (BR IRGA 409, coberto com tecido “voile”) e mantidas até a fase adulta.

Semeadura das cultivares e infestação das plantas

As sementes das cultivares foram semeadas em vasos de 5L (duas sementes por vaso), contendo o mesmo substrato e foram mantidas nas mesmas condições descritas anteriormente. As plantas de arroz aos 45 dias após a semeadura (DAS) foram infestadas com 10 ninfas de terceiro instar de *G. spinosa* que foram mantidas em jejum por 24 horas antes do início dos experimentos. As ninfas foram condicionadas no colmo da planta de arroz e protegidas com uma gaiola de tecido “voile” e permaneceram na planta até 80 DAS.

Após a retirada dos insetos das plantas foram avaliadas as variáveis: porcentagem de hastes danificadas, porcentagem de hastes com coração morto, índice relativo de clorofila aos 50 e 65 DAS e teor de silício na parte aérea da planta. As porcentagens de hastes danificadas e com sintoma de coração morto foram obtidas através das equações (França et al., 2018):

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de hastes} - \text{N}^\circ \text{ hastes não danificadas}}{\text{N}^\circ \text{ total de hastes}} \times 100$$

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de hastes} - \text{N}^\circ \text{ hastes sem coração morto}}{\text{N}^\circ \text{ total de hastes}} \times 100$$

O sintoma de coração morto foi avaliado realizando um corte transversal em todas as hastes da planta para verificar se a parte central do colmo apresentava sintomas. O número de hastes danificadas foi considerado a soma das hastes com corações mortos visíveis, não visíveis e hastes com sinais de alimentação.

Para determinar o teor de silício na parte aérea da planta, foram coletados folhas e colmos aleatoriamente em cada tratamento aos 65 DAS. O material coletado foi devidamente acondicionado em saco de papel e colocado em estufa de circulação de ar forçada (Ethik Technology, Vargem Grande Paulista, São Paulo, Brasil) por 48h a 65 °C. Após secagem, o

material foi moído em moinho tipo Wiley (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil). As amostras foram enviadas ao Laboratório de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, para análise do conteúdo de silício de acordo com metodologia proposta por Korndörfer (2004).

O índice de clorofila relativo de Falker foi obtido a partir da média em 3 folíolos da segunda folha do ápice, usando um ChlorofiLog (Modelo CFL 1030, Falker, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) (Barbieri Junior et al., 2012; França et al., 2018).

*Parâmetros biológicos de *Glypheapomis spinosa**

Plantas de arroz foram cultivadas e protegidas com gaiola de tecido “voile” nas mesmas condições do experimento anterior, e infestadas com 10 ninfas de terceiro ínstar de *G. spinosa* aos 45 dias após a semeadura (DAS).

As ninfas permaneceram nas plantas de arroz até a fase adulta e para determinar os parâmetros biológicos: porcentagem da mortalidade, peso de adultos com 24 horas de idade, área de superfície corporal individual e a taxa de crescimento relativo dos insetos. Para quantificar a massa corporal do inseto foi usado uma balança analítica (Mars Model AY220-CQA, Química Paulínia, São Paulo, Brasil) e para superfície corporal foi utilizado um paquímetro digital (Zaas Absolute Model 6, Mitutoyo, São Paulo, São Paulo, Brasil). A taxa de crescimento relativo (RGR) foi determinada pela fórmula proposta por Waldbauer, 1968.

$$\frac{\text{Peso Final} - \text{Peso inicial}}{\left\{ \frac{\text{Peso final} + \text{Peso inicial}}{2} \right\} \times \text{Número de dias alimentando}}$$

Comportamento alimentar - EPG

Para obtenção dos dados foi utilizado um EPG modelo EPG AC-DC de quatro canais (Backus & Bennett 2009) (EPG Technologies, Inc., Gainesville, FL), conectado a um computador para obtenção e armazenamento dos dados por meio do programa EPG System.

Mudanças na origem elétrica das ondas (resistência – R, força eletromotriz – emf Backus et al., 2019) durante as atividades dos estiletos dos percevejos foram amplificadas e capturadas a uma taxa de 100 Hz por canal, pelo equipamento WinDaq DI-710 (Dataq Instruments, Akron, OH) e gravados em computador com o software WinDaq Lite (Dataq Instruments, Akron, OH). As gravações foram feitas com os amplificadores, plantas e insetos dentro de uma gaiola de Faraday para reduzir os ruídos elétricos externos.

Para analisar o comportamento alimentar foram utilizadas fêmeas adultas de *G. spinosa* (12-15 dias de idade) que foram submetidas a jejum de 5 h antes do bioensaio (sem água), sem período de aclimação nas fontes de alimentos testadas. Após esse período os insetos foram imobilizados com uma fita adesiva em uma placa de Petri, e realizou-se a remoção da camada lipídica do pronoto de inseto com uma lixa odontológica. Para a aramização dos insetos foi utilizado fio de ouro (0.127 mm de diâmetro e 3.5 cm de comprimento) (Sigma Aldrich, Barueri, São Paulo, Brasil) onde em uma extremidade foi colado a um fio de cobre (3 cm de comprimento) previamente soldado a um prego de latão. Na outra extremidade do fio de ouro foi feito um pequeno laço “looping”, para aumentar a área de contato com o inseto e melhorar a condutividade elétrica. Com uma cola de prata 10 μ m (Sigma Aldrich, Barueri, São Paulo, Brasil) o fio de ouro foi fixado na superfície do inseto. Após, esperou secar por aproximadamente 40 minutos antes das gravações. O processo de aramização dos insetos seguiu a metodologia descrita por Lucini & Panizzi (2016). Cada percevejo foi analisado por 16 horas sobre condições de laboratório (25 \pm 2 °C) e luz constante. Um total de quinze indivíduos foram gravados (bem sucedidos) por tratamento em um delineamento inteiramente casualizado.

As gravações foram feitas aplicando uma impedância de entrada de 10⁷ Ohms em todos os quatro canais, e uma voltagem de 50 mV corrente alternada (AC) foi fornecida pelo eletrodo da planta. e configuração de amplificação (ganho) na caixa de controle de 400 \times (ganho real de 4000), seguindo as configurações adotadas por (Almeida et al., 2020b). Um controle de

deslocamento *Offset* foi utilizado para evitar distorções do retificador e reter a polaridade da forma de onda nativa após a retificação (Backus e Bennett 2009)

As formas de onda foram nomeadas conforme nomenclatura proposta por Almeida et al. (2020b). Breve descrição das ondas gravadas e os seus significados biológicos foram sumarizados na tabela 1. Foi avaliado cinco variáveis: TFP (Time of first probe) time spent on first probe, WDI (waveform duration per insect), NWEI (number of waveform events per insect), WDEI (waveform duration per event per insect) e PRT (percentage of recording time) (Backus et al., 2007).

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), sendo testados quanto as pressuposições de normalidade residual através do teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett.

As variáveis porcentagem de hastes danificadas (sinais de alimentação), porcentagem de hastes com coração morto, teor de silício na parte aérea da planta, porcentagem de mortalidade, índice relativo de clorofila, peso de adultos, área da superfície corporal do inseto e RGR atenderam as pressuposições da ANOVA, realizando então comparações múltiplas entre as médias através do teste HSD de Tukey e LSD de Fisher conforme o coeficiente de variância (Pacote ExpDes) (Ferreira et al., 2018).

Os dados do EPG foram inseridos no software INFEST (Insect Feeding Behavior Statistics) (<https://arsilva.shinyapps.io/infest/>) onde foram extraídas as planilhas com as cinco variáveis: TFP (Time of first probe), WDI (waveform duration per insect), NWEI (number of waveform events per insect), WDEI (waveform duration per event per insect) e PRT (percentage of recording time).

Em seguida os dados foram testados quanto sua adequação a diferentes modelos lineares generalizados (GLM) (Pacote Hnp) (Moral et al., 2017). A variável TFP adequou-se a um

modelo, sendo utilizado o modelo binomial negativo (Pacote Mass (Venables & Ripley, 2002) em seguida foi realizado a distinção dos níveis dos fatores (Pacote Sqldf) (Grothendieck, 2017), para a comparações múltiplas das medias (Pacote Multcomp) (Hothorn et al., 2008) e sumarização das medias (Pacote Rmisc) (Hope, 2013). Para as demais variáveis, foi adotado o método de análise semi-paramétrico, onde os dados foram submetidos ao teste LSD de Fisher para comparações múltiplas das medias (Pacote ExpDes) (Ferreira et al., 2018). Todas as análises foram realizadas no ambiente R de computação estatística versão 4.0.2 (R Core Team, 2020).

Resultados

O silicato de cálcio - CaSiO_3 – wollastonita (solo) foi absorvido em maior quantidade pelas plantas de arroz ($F_{2,18} = 1,09$, $P = 0,35$), o Irga 417 com silicato de potássio - K_2SiO_3 (foliar) demonstrou menor porcentagem de colmos danificados ($F_{2,27} = 0,50$, $P = 0,60$), o BRS Esmeralda com silicato de potássio apresentou menor porcentagem média de sintoma de coração morto ($F_{2,27} = 0,58$, $P = 0,56$), o BRS Esmeralda obteve maior índice de clorofila independente da adubação ($F_{2,99} = 1,73$, $P = 0,18$ / $F_{2,99} = 0,007$, $P = 0,99$) (Tabela 2 e 3).

O BRS Esmeralda com silicato de potássio obteve a maior mortalidade de *G. spinosa* ($F_{2,27} = 1,88$, $P = 0,17$), menor peso de adultos ($F_{2,351} = 1,39$, $P = 0,25$), menor área superficial corporal do inseto ($F_{2,351} = 1,98$, $P = 0,13$), menor taxa de crescimento relativo (RGR) ($F_{2,351} = 2,36$, $P = 0,09$), maior tempo para primeira prova (TFP) (Deviance Nula_{27,29} = 51,61, Deviance = 36,93) e maior tempo sem alimentação ($F_{2,81} = 5,02$, $P = 0,008$) (Tabela 4, 5 e 6). As plantas de arroz fertilizadas com silício apresentaram menor número de eventos de alimentação ($F_{2,81} = 7,25$, $P = <0,001$ / $F_{2,81} = 7,29$, $P = <0,001$), menor duração de evento de alimentação ($F_{2,81} = 4,07$, $P = 0,02$ / $F_{2,81} = 2,51$, $P = 0,08$ / $F_{2,81} = 20,86$, $P = <0,001$ / $F_{2,81} = 4,74$, $P = 0,01$) e maior tempo sem alimentação ($F_{2,81} = 5,25$, $P = 0,008$) (Tabela 7, 8 e 9).

Os cultivares de arroz diferiram estatisticamente ($F_{2,18} = 7,25, P = 0,003 / F_{2,18} = 4,14, P = 0,03$) e as fontes de Si influenciaram no acúmulo deste elemento ($F_{2,18} = 12,72, P = <0,001 / F_{2,18} = 12,65, P = <0,001$). Os cultivares IRGA 417 e Canela de Ferro mostraram incremento no teor de Si quando fertilizado com silicato de cálcio e Canela de Ferro com silicato de potássio ($F_{2,18} = 12,64, P = <0,001 / F_{2,18} = 2,54, P = 0,10$) (Tabela 2).

A quantidade de colmo danificado por *G. spinosa* foi influenciada pelos cultivares e fontes de Si ($F_{2,27} = 0,50, P = 0,60 / F_{2,27} = 0,33, P = 0,71$). O cultivar IRGA 417 fertilizado com silicato de potássio, proporcionou menor porcentagem de colmos danificados por *G. spinosa* comparado com os demais tratamentos ($F_{2,18} = 0,30, P = 0,73$). O cultivar BRS Esmeralda obteve menor porcentagem de colmos danificados, sem diferir estatisticamente de Canela de Ferro ($F_{2,27} = 0,33, P = 0,71$) (Tabela 2).

O cultivar BRS Esmeralda fertilizado com silicato de potássio, proporcionou menor porcentagem média de sintomas de coração morto nos colmos das plantas de arroz ($F_{2,27} = 1,75, P = 0,19$). Os cultivares BRS Esmeralda e Canela de Ferro diferiram significativamente do IRGA 417 com menores sintomas de coração morto nos tratamentos controle e silicato de cálcio ($F_{2,27} = 3,72, P = 0,03 / F_{2,27} = 1,48, P = 0,24$) (Tabela 2).

A interação entre cultivares de arroz e fontes de Si influenciaram no índice relativo de clorofila - IRC (Tabela 3). Aos 50 e 60 DAS, as plantas dos cultivares BRS Esmeralda fertilizadas com silicato de cálcio apresentaram maiores valores de IRC ($F_{2,99} = 1,73, P = 0,18 / F_{2,99} = 0,007, P = 0,99$).

Os cultivares de arroz e as fontes de Si influenciaram na mortalidade de *G. spinosa* ($F_{2,351} = 3,71, P = 0,005$) (Tabela 4). As maiores mortalidades de *G. spinosa* foram nos cultivares Canela de Ferro sem Si (controle) e nas plantas fertilizadas com silicato de cálcio - CaSiO_3 – wollastonita (solo) ($F_{2,27} = 0,27, P = 0,76 / F_{2,27} = 0,51, P = 0,60$). BRS Esmeralda e IRGA 417 proporcionaram maiores mortalidades nas plantas fertilizadas com silicato de

potássio - K_2SiO_3 (foliar) ($F_{2,27} = 4,24$, $P = 0,02$). Dentre os cultivares, BRS Esmeralda sem Si proporcionou a maior mortalidade de *G. spinosa* ($F_{2,27} = 1,88$, $P = 0,17$) (Tabela 4).

Os cultivares fertilizados com as fontes de Si influenciaram no peso de adultos de *G. spinosa*. Insetos provenientes de IRGA 417 fertilizada com silicato de potássio apresentaram o menor peso ($F_{2,351} = 2,30$, $P = 0,10$). Considerando os cultivares sem efeito de Si (controle), BRS Esmeralda proporcionou o menor peso de adultos de *G. spinosa* ($F_{2,351} = 3,44$, $P = 0,03$) (Tabela 4).

Para área da superfície corpórea de *G. spinosa* os cultivares de arroz e fontes de Si influenciaram neste parâmetro. Insetos provenientes de IRGA 417 fertilizada com silicato de potássio obtiveram a menor área da superfície corpórea ($F_{2,351} = 3,58$, $P = 0,02$). Considerando os cultivares sem efeito de Si (controle), BRS Esmeralda proporcionou a menor área da superfície corpórea de *G. spinosa* ($F_{2,351} = 3,01$, $P = 0,05$) (Tabela 4).

Para RGR observa-se efeito dos cultivares e fontes de Si. No cultivar BRS Esmeralda os menores índices foram observados nas plantas fertilizadas com silicato de potássio ($F_{2,351} = 5,11$, $P = 0,006$). BRS Esmeralda sem efeito de Si também proporcionou o menor valor de RGR para *G. spinosa* ($F_{2,351} = 3,02$, $P = 0,04$) (Tabela 4).

O início da alimentação do *G. spinosa* foi influenciada pela adubação com Si, onde as cultivares de arroz fertilizadas apresentaram maior tempo para primeira prova (TFP) (Tabela 5). O tempo para primeira prova foi significativamente maior nos cultivares BRS Esmeralda, IRGA 417 fertilizadas com silicato de potássio (Deviance Nula_{27,29} = 54,94, Deviance = 37,14) e Canela de Ferro e BRS Esmeralda fertilizadas com silicato de cálcio (Deviance Nula_{27,29} = 46,18, Deviance = 36,78).

Adultos de *G. spinosa* permaneceram mais tempo em atividades não alimentares (waveforms Z and Np) na superfície das plantas de arroz comparado com tempo de atividade alimentares (waveformas T11, T12, T13a e T13b). O tempo em atividades não alimentares foi

significativamente maior nos cultivares IRGA 417 e BRS Esmeralda fertilizados com silicato de cálcio ($F_{2,81} = 3,93$, $P = 0,02$) (Tabela 6). Considerando o período de caminhamento do estilete pathway (onda T11) de *G. spinosa*, o maior período foi no cultivar BRS Esmeralda, sem Si e fertilizado com silicato de cálcio, respectivamente ($F_{2,81} = 2,71$, $P = 0,07$). Para o período referente à ingestão no xilema (onda T12) as fontes de Si não influenciaram neste evento. Porém, adultos de *G. spinosa* alimentaram em menor tempo no xilema do cultivar BRS Esmeralda ($F_{2,81} = 2,66$, $P = 0,07$). Nos eventos referentes a laceração e maceração no tecido do colmo das plantas (onda T13a), os cultivares de arroz foram influenciados pelas fontes de Si. Adultos de *G. spinosa* permaneceram menor tempo nesta atividade nos cultivares BRS Esmeralda e IRGA 417 fertilizados com silicato de cálcio ($F_{2,81} = 2,51$, $P = 0,008$). Para o período curto de ingestão dos tecidos macerados (onda T13b), adultos de *G. spinosa* também permaneceu menos tempo em BRS Esmeralda e IRGA 417 fertilizado com silicato de cálcio ($F_{2,81} = 5,79$, $P = 0,004$).

Os cultivares de arroz e as fontes de Si influenciaram o número de eventos de onda por inseto (NWEI) de adultos de *G. spinosa* afetando significativamente ingestão no xilema (T12) ($F_{2,81} = 4,15$, $P = 0,01$), laceração e maceração no tecido do colmo da planta (T13a) ($F_{2,81} = 8,59$, $P = <0,001$) e curto período de ingestão dos tecidos macerados (onda T13b) ($F_{2,81} = 9,02$, $P = <0,001$) (Tabela 7). Considerando apenas os cultivares (controle), adultos de *G. spinosa* realizaram o menor número de T12 no cultivar BRS Esmeralda ($F_{2,81} = 2,32$, $P = 0,1$). Quando as plantas de arroz foram fertilizadas com Si, adultos de *G. spinosa* realizaram menor T12 ($F_{2,81} = 1,62$, $P = 0,2$) e maiores números de T13a ($F_{2,81} = 7,25$, $P = 0,001$) e maior número de T13b no cultivar Canela de Ferro com silicato de cálcio ($F_{2,81} = 7,29$, $P = 0,001$).

A duração dos eventos de onda por inseto (WDEI) foi influenciado pelas cultivares de arroz e fontes de Si (Tabela 8) e os eventos afetados foram: inserção do estilete e salivação (pathway phase) (T11) ($F_{2,81} = 4,07$, $P = 0,02$), laceração e maceração no tecido do colmo das

plantas (onda T13a) ($F_{2,81} = 20,86$, $P = <0,001$) e o curto período de ingestão de células maceradas (T13b) ($F_{2,81} = 4,74$, $P = 0,01$). Assim, adultos de *G. spinosa* realizaram maior número de T11 em plantas de BRS Esmeralda sem Si ($F_{2,81} = 4,07$, $P = 0,02$) e IRGA 417 fertilizadas com silicato de cálcio ($F_{2,81} = 2,21$, $P = 0,11$). Para T13a, *G. spinosa* realizaram maior número em Canela de Ferro e BRS Esmeralda sem Si ($F_{2,81} = 18,47$, $P = <0,001$). A T13b foi maior em Canela de Ferro sem Si ($F_{2,81} = 5,60$, $P = 0,005$).

A porcentagem de tempo de gravação (PRT) no comportamento alimentar de adultos de *G. spinosa* foi influenciada pelos cultivares de arroz e fontes de Si (Tabela 9). Adultos de *G. spinosa* permaneceram maior porcentagem de tempo non-probing (Z+Np) em Canela de Ferro fertilizada com silicato de potássio ($F_{2,81} = 3,46$, $P = 0,03$) e BRS Esmeralda fertilizada com silicato de cálcio e magnésio ($F_{2,81} = 5,02$, $P = 0,008$). Para a inserção do estilete e salivacão (T11) a PRT foi maior em plantas de BRS Esmeralda sem Si ($F_{2,81} = 2,71$, $P = 0,07$). Também, a porcentagem de laceração e maceração no tecido da planta (T13a) a PRT foi maior em Canela de Ferro e BRS Esmeralda sem Si ($F_{2,81} = 5,79$, $P = 0,004$).

Discussão

Os resultados demonstram que cultivares de arroz fertilizadas com Si influenciaram nos danos causados as plantas e nos parâmetros biológicos de *G. spinosa*. Então a indução da resistência em plantas de arroz mediada por Si mostra ser uma estratégia a ser adotada em MIP para insetos sugadores em arroz (Yang et al., 2017a; Yang et al., 2017b). O arroz é uma planta acumuladora de Si (Ma et al., 2006). Embora este elemento não seja considerado essencial para as plantas, os estudos já demonstraram a importância do Si na mediação da resistência a uma grande diversidade de pragas em arroz (Ma et al., 2004; Massey et al., 2006; França et al., 2018).

Nossos resultados evidenciam que o comportamento alimentar de *G. spinosa* foi influenciado nas plantas de arroz fertilizada com Si. Os adultos passaram maior período do

tempo sem alimentar nas plantas de arroz com Si, comparado com o período em que se alimentaram. Desta maneira, o estudo do comportamento alimentar via EPG é muito promissor nos estudos de resistência de planta e indução de resistência em plantas de arroz (Yang et al., 2017a; Almeida et al., 2020b; Lucini et al., 2021).

A fertilização das plantas de arroz via aplicação foliar (silicato de potássio) ou solo (silicato de cálcio) promoveram o incremento no teor de Si. Todos os cultivares apresentaram maior incremento de Si quando fertilizadas com silicato de cálcio, com ênfase no IRGA 417 que apresentou o maior incremento.

As plantas de arroz foram mais resistentes a *G. spinosa* quando fertilizadas com Si e a indução da resistência proporcionaram menores danos devido ao menor número de colmo danificados e sintomas de coração morto. Plantas de arroz dos cultivares IRGA 417 fertilizada com silicato de potássio, BRS Esmeralda e Canela de Ferro sem Si apresentaram a menor porcentagem de colmos danificados. Também, plantas dos cultivares BRS Esmeralda com silicato de potássio, IRGA 417 com silicato de potássio e cálcio, Canela de Ferro e BRS Esmeralda sem Si mostraram menores sintomas de coração morto.

O emprego de Si pode induzir resistência nas plantas de arroz de diferentes formas: Neste estudo mostramos o incremento de Si em BRS Esmeralda de 58,5%, IRGA 417 de 44,1% e Canela de Ferro em 17,8%, comparado com os respectivos controles sem Si. Nossos resultados mostraram que este incremento no teor de Si reduziram os danos causados por *G. spinosa* nos cultivares BRS Esmeralda e BRS IRGA 417 fertilizadas com Si. A redução nos danos nestas plantas pode ser devido ao acúmulo de Si nas plantas e a formação da barreira mecânica, dificultando a penetração do estilete no colmo das plantas de arroz (França et al., 2018). Plantas de arroz do cultivar BRS Esmeralda tratadas com silicato de potássio e silicato de cálcio e magnésio, apresentaram menores danos nos colmos causados por *T. limbativentris* (França et al., 2018).

Outro parâmetro que pode explicar a causa do índice de resistência em BRS Esmeralda, está associado ao maior índice de clorofila nas plantas fertilizadas com silicato de cálcio. O incremento no teor de clorofila em plantas está associado a tolerância a insetos, isso ocorre devido a relação proporcional entre teor de clorofila e taxa fotossintética que está intimamente relacionado com o desenvolvimento pleno, quando o inseto infesta a planta, tende a ocorrer uma redução na taxa fotossintética, isso é mais evidente em plantas com baixo teor de clorofila já que qualquer alteração afeta significativamente a conversão da luz em foto assimilados, sendo o efeito dessa alteração minimizada em plantas com maior teor de clorofila (Koch et al., 2016; Jesus et al., 2018; Almeida et al., 2021).

Em relação aos parâmetros biológicos de *G. spinosa*, nossos resultados mostram que as maiores mortalidades foram nos cultivares Canela de Ferro, BRS Esmeralda sem Si e BRS Esmeralda, IRGA 417 fertilizadas com silicato de potássio. O menor peso e área da superfície corpórea dos adultos foi no cultivar BRS Esmeralda sem Si e IRGA 417 fertilizadas com silicato de potássio. A menor RGR foi no BRS Esmeralda sem Si e BRS Esmeralda fertilizada com silicato de potássio. De maneira geral, observa-se efeito adverso na biologia de *G. spinosa* quando criado nas plantas de BRS Esmeralda sem Si e BRS Esmeralda e IRGA 417 fertilizadas com silicato de potássio.

Diversos trabalhos têm mostrado o efeito benéfico da indução da resistência em plantas de arroz mediada por Si e efeito negativo na biologia dos insetos (Han et al., 2016; Wu et al., 2017; Yang et al., 2017c). Adultos de *T. limbativentris* tiveram redução no número de sobreviventes, redução do peso e área corpórea dos insetos, quando alimentados em plantas de arroz fertilizadas com silicato de potássio (França et al., 2018). A mortalidade de *N. lugens* foi significativamente maior quando o inseto se alimentou de plantas de arroz corrigidas com Si em comparação com plantas sem Si (Wu et al., 2017).

Este efeito adverso na biologia dos insetos quando alimentados em plantas com Si, é devido a formação de uma barreira física na cutícula das folhas, dificultando a penetração do estilete dos insetos sugadores (Reynolds et al., 2009). A disposição de Si pode ainda formar uma barreira mecânica, aumentando a abrasividade e rigidez dos tecidos vegetais, reduzindo a digestibilidade do alimento (Massey & Hartley, 2009). Além disso, estudos têm demonstrado efeito da indução química mediada por Si na defesa das plantas contra insetos (Kvedaras et al., 2010; Ye et al., 2013), elevando os compostos de defesa como: compostos fenólicos, fitoalexinas e monilactonas (Fawe et al., 1998; Remus-Borel et al., 2005) e liberação de voláteis nas plantas que atraem inimigos naturais (Kvedaras et al., 2010).

Neste estudo mostramos também que plantas de arroz fertilizadas com Si, influenciaram no comportamento alimentar de *G. spinosa*. Os resultados mostraram que o início da alimentação foi prolongado nas cultivares BRS Esmeralda e IRGA 417 fertilizadas com silicato de potássio, Canela de Ferro e BRS Esmeralda fertilizadas com silicato de cálcio. Os adultos permaneceram maior período de tempo em atividades sem alimentação/ingestão e parados nas plantas (onda Z e Np) dos cultivares IRGA 417 e BRS Esmeralda fertilizadas com silicato de cálcio. Em se tratando do período em que os adultos atingiram a fase de ingestão, seja no xilema (onda T12) e após maceração dos tecidos vegetais (onda T13b), observamos o menor período de ingestão no xilema no cultivar BRS Esmeralda sem Si e menor ingestão após maceração nos cultivares BRS Esmeralda e IRGA 417 fertilizadas com silicato de cálcio. Também, adultos de *G. spinosa* permaneceram maior tempo em pathway phase (onda T11) nas plantas do cultivar BRS Esmeralda com silicato de cálcio e silicato de potássio, evidenciando deterrência nas plantas deste cultivar tratadas com Si.

O maior tempo em que adultos de *G. spinosa* permaneceram em non-probing phase (ondas Z e Np) no cultivar BRS Esmeralda e IRGA 417 com silicato de cálcio, pode ser resultado do aumento da dureza e tenacidade dos tecidos vegetais do colmo, devido ao acúmulo

de sílica (Reynolds et al., 2009). A dureza dos tecidos vegetais influencia diretamente na alimentação dos percevejos nas plantas. O cultivar de arroz BRS Primavera apresentou a maior dureza do colmo entre 22 genótipos estudados e foi demonstrado possuir antibiose/antixenose ao percevejo do colmo do arroz *T. limbativentris*, o bom desempenho mostrado pela cultivar BRS Esmeralda ao *G. spinosa* pode estar relacionado com características herdadas do cultivar BRS Primavera que é uma das linhagens genitoras e possui boa resposta a percevejos (Almeida et al., 2020a).

Em conclusão, este estudo mostra que a fertilização de plantas de arroz com Si, minimiza os danos causados pelo inseto nas plantas e induz a resistência ao percevejo *G. spinosa*, afetando negativamente a biologia. Também foi caracterizado deterrência nas plantas de arroz fertilizadas com Si, os adultos dedicaram maior período em atividade sem alimentação/ingestão, maiores períodos nas atividades de inserção do estilete, salivação, reduzido período de tempo em atividade de ingestão no xilema e ingestão após maceração dos tecidos vegetais.

Assim nossos resultados evidenciam o potencial do uso de Si como alternativa no manejo de percevejo pentatomídeos na cultura do arroz. Novos estudos serão conduzidos para elucidar o efeito de Si no processo de indução de resistência contra pragas que danificam outras partes da planta como a panícula.

Referências bibliográficas

- AGROFIT** (2021) Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Available at <http://agrofit.agricultura.gov.br/> (Accessed 10 August 2021).
- Almeida, ACS, Dierings, CA, Borella Junior, C, Jesus, FG & Barrigossi, JAF** (2020) Resistance of rice genotypes to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *J Econ Entomol.* 20:1-7. <https://doi.org/10.1093/jee/toz277>.
- Almeida, ACS, Jesus, FG & Barrigossi, JAF** (2020b) Unveiling the Feeding Behavior of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) on Rice Using an Electropenetrography Waveform Library. *Journal of Insect Science*, 20: 1-8.
- Almeida, ACS, Jesus, FG, Heng-Moss, TM, Lanna, AC & Barrigossi, JAF** (2021) Evidence for rice tolerance to *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Pest Manag Sci.*, 77(9):4181-4191. <https://doi.org/10.1002/ps.6455>.
- Alves TM, Barrigossi JAF & Quintela ED** (2012) Life cycle of *Glypophomis spinosa* Campos & Grazia (Hemiptera: Pentatomidae): a new pest of rice in Brazil. *Neotropical Entomology*, 41:437-441.
- Alves, TM, Maia, AHN & Barrigossi, JAF** (2016) Spatial distribution and coexisting patterns of adults and nymphs of *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) in paddy rice fields. *Environmental Entomology*, 45:1505-1514.
- Backus, EA & Bennett, WH** (2009) The AC–DC Correlation Monitor: New EPG design with flexible input resistors to detect both R and emf components for any piercing-sucking hemipteran. *Journal of Insect Physiology*, 55:869-884.
- Backus, EA, Cervantes, FA, Guedes, RNC, Ly, AY & Wayadande, AC** (2019) AC-DC electropenetrography for in-depth studies of feeding and oviposition behaviors. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 112: 236–248.

- Backus, EA, Cline, AR, Ellerseick, MR & Serrano, MS** (2007) Behaviour: *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) feeding on cotton: new methods and parameters for analysis of nonsequential electrical penetration graph data. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 100: 296–310.
- Barbieri Junior E, Rossiello ROP, Silva RVMM, Ribeiro RC & Morenz, MJF** (2012) Um novo medidor de clorofila para estimar os teores de clorofila em folhas de capim-bermuda Tifton. *Ciência Rural*, 42:2242–2245.
- Barrigossi, JAF & Martins, JF** (2015) Manejo de Pragas, in: Borém, A., Rangel, P.H.N (Eds.), *Arroz do plantio a colheita*. Editora UFV, Viçosa, 178-198.
- Bhavanam, S, Wilson, B, Blackman, B & Stout, M** (2021) Biology and management of the rice stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in rice, *Oryza sativa* (Poales: Poaceae). *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1):1-12.
- Fawe, A, Abou-Zaid, M, Menzies, JG & Bélanger, RR** (1998) Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology* 88(5):396–401.
- Ferreira, EB, Cavalcanti, PP & Nogueira, DA** (2018) ExpDes: Experimental Designs. R package version 1.2.0.
- França, LL, Dierings, CA, Almeida, ACS, Araújo, MS, Heinrichs, EA, Silva, AR, Barrigossi, JAF & Jesus, FG** (2018) Resistance in rice to *Tibraca limbiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) influenced by plant silicon content. *Fla. Entomol.* 101:587-591. <https://doi.org/10.1653/024.101.0419>.
- Grothendieck, G** (2017) “sqldf: Manipulate R Data Frames Using SQL,” R Package Version 0.4-11.

- Guedes, RN** (2017) Insecticide resistance, control failure likelihood and the first law of geography. *Pest Manag. Sci.* 73:479–484. <https://doi.org/10.1002/ps.4452>.
- Han, YQ, Li, P, Gong, S, Yang, L, Wen, L & Hou, M** (2016) Defense responses in rice induced by silicon amendment against infestation by the leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis*. *PlosOne* 11, e0153918, doi:10.1371/journal.pone.0153918.
- Hope, RM** (2013) Rmisc: Rmisc: Ryan Miscellaneous. R package version 1.5. <https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc>.
- Hothorn, T, Bretz, F & Westfall, P** (2008) Simultaneous inference in general parametric models. *Biom J.* 50(3):346-63. doi:10.1002/bimj.200810425.
- Jesus, FG, Marchi-Werli, L, Fischer, HD, Posadas, LG, Graef, GL & Heng-Moss, T** (2018) Documenting resistance and physiological changes in soy- bean challenged by *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphidi- dae). *Neotrop Entomol* 47:717–724.
- Koch, KG, Chapman, K, Louis, J, Heng-Moss, T & Sarath, G** (2016) Plant tolerance: a unique approach to control hemipteran pests. *Front Plant Sci* 7:1363. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01363>.
- Korndörfer, GH, Pereira, HS & Nolla, A** (2004) Análise de silício: solo, planta e fertilizante. Uberlândia, GPSi-ICIAG-UFU, ed. 2:34.
- Krinski, D & Foerster, LA** (2017) Quantitative and qualitative damage caused by *Oebalus poecilus* (Hemiptera, Pentatomidae) to upland rice cultivated in new agricultural frontier of the Amazon rainforest (Brazil). *Ciência e Agrotecnologia* 41(3):300-311.
- Krinski, D & Foerster, LA** (2016) Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Ciênc. agrotec.* 40:676–687. <https://doi.org/10.1590/1413-70542016406021616>.
- Kvedaras, OL, An, M, Choi, YS & Gurr, GM** (2010) Silicon enhances natural enemy

attraction and biological control through induced plant defenses. *Bull. Entomol. Res.* 100, 367–371, doi:10.1017/S0007485309990265.

Lucini, T & Panizzi, AR (2016) Waveform characterization of the soy- bean stem feeder *Edessa meditabunda* (F.) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): overcoming the challenge of wiring pentatomids for EPG. *Entomol. Exp. Appl.* 158: 118–132.

Lucini, T, Panizzi, AR & Bueno, AF (2021) Evaluating resistance of the soybean block technology cultivars to the neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.). *Journal Of Insect Physiology*,131:104228.

Ma, JF, Mitani, N, Nagao, S, Konishi, S, Tamai, K, Iwashita, T & Yano, M (2004) Characterization of Si uptake system and molecular mapping of Si transporter gene in rice. *Plant Physiol.* 136 (2): 3284–3289.

Ma, JF, Tamai, K, Yamaji, N, Mitani, N, Konishi, S, Katsuhara, M, Ishiguro, M, Murata, Y & Yano, M (2006) A silicon transporter in rice. *Nature.* 440:688-691.
Doi:10.1038/nature04590.

Massey, FP, Ennos, AR & Hartley, SE (2006) Silicon in grasses as a defence against insect herbivores: contrasting effects on folivores and a phloem feeder. *J. Anim. Ecol.* 75:595–603, doi:10.1111/jae.2006.75.issue-2.

Massey, FP & Hartley, SE (2009) Physical defenses wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores. *J. Anim. Ecol.* 78:281–291, doi:10.1111/jae.2009.78.issue-1.

Moral, RA, Hinde, J & Demétrio, CGB (2017) Half-Normal Plots and Overdispersed Models in R: The hnp Package. *Journal of Statistical Software*, 81(10): 1–23.
<https://doi.org/10.18637/jss.v081.i10>

- Panizzi, AR & Grazia, J** (2015) Introduction to True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics.
In: **Panizzi, AR & Grazia, J** (2015) (Org.). Entomology in Focus. 1aed.Dordrecht:
Springer Netherlands, part.1, cap.1, pg. 3-20.
- R Core Team** (2020) R: the R project for statistical computing. Version 4.0.2. R Foundation
for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rémus-Borel, W, Menzies, JG & Bélanger, RR** (2005) Silicon induces antifungal
compounds in powdery mildew-infected wheat. *Physiol Mol Plant Pathol* 66(3):108–115.
- Reynolds, OL, Keeping, MG & Meyer, JH** (2009) Silicon-augmented resistance of plants to
herbivorous insects: a review. *Annals of Applied biology*, 155:171-186.
- Reynolds, OL, Padula, MP, Zeng, R & Gurr, GM** (2016) Silicon: potential to promote direct
and indirect effects on plant defense against arthropod pests in agriculture. *front. Plant
Sci.* 7:744. doi: 10.3389/fpls.2016.00744.
- Sidhu, JK, Stout, MJ, Blouin, DC & Datnoff, LE** (2013) Effect of silicon soil amendment on
performance of sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera:Crambidae) on rice.
Bulletin of Entomological Research 103:656-664.
- Sousa, DMG & Lobato, E** (2004) Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Informação
Tecnológica. Ed. 2, p. 416. ISBN – 85-7383-230-4.
- Stehle, S, Bub, S & Schulz, R** (2018) Compilation and analysis of global surface water
concentrations for individual insecticide compounds. *Sci. Total Environ.* 639:516–525.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.158>.
- Reagan, TE & Megan, M** (2019) Mulcahy Interaction of Cultural, Biological, and Varietal
Controls for Management of Stalk Borers in Louisiana Sugarcane. *Insects*, 10, 305;
doi:10.3390/insects10090305.

- Venables, WN & Ripley, BD** (2002) *Modern Applied Statistics in S*. Springer, 4th edition.
- Waldbauer, GP** (1968) The consumption and utilization of food by insects. *Adv. Ins. Physiol.* 5:229-88.
- Woodcock, BA, Bullock, JM, Shore, RF, Heard, MS, Pereira, MG, Redhead, J, Ridding, L, Dean, H, Sleep, D, Henrys, P, Peyton, J, Hulmes, S, Hulmes, L, Sároszpataki, M, Saure, C, Edwards, M, Genersch, E, Knäbe S & Pywell, RF** (2017) Countryspecific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. *Science*, 356:1393–1395. <https://doi.org/10.1126/science.aaa1190>.
- Wu, X, Yu, Y, Baerson, SR, Song, Y, Liang, G, Ding, C, Niu, J, Pan, Z & Zeng, R** (2017) Interactions between Nitrogen and Silicon in Rice and Their Effects on Resistance toward the Brown Planthopper *Nilaparvata lugens*. *Front. Plant Sci.* 8:28. doi: 10.3389/fpls.2017.00028.
- Yang, L, Han, Y, Li, P, Li, F, Ali, S & Hou, M** (2017) Silicon amendment involved in the induction of plant defense responses to a phloem feeder. *Sci Rep* 7:4232. DOI:10.1038/s41598-017-04571-2.
- Yang, L, Han, Y, Li, P, Wen, L & Hou, M** (2017) Silicon amendment to rice plants impairs sucking behaviors and population growth in the phloem feeder *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae). *Sci Rep* 7:1101.
- Yang, L, Li, P, Li, F, Ali, S, Sun, X & Hou, M** (2017) Silicon amendment to rice plants contributes to reduced feeding in a phloem-sucking insect through modulation of callose deposition. *Ecol Evol.* 8(1):1–7. DOI: 10.1002/ece3.3653.
- Ye, M, Song, Y, Long, S, Wang, R, Baerson, SR, Pan, Z, Zhu-Salzman, K, Xie, J, Cai, K, Luo, S & Zeng, R** (2013) Priming of jasmonate-mediated antiherbivore defense

responses in rice by silicon. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110(38):E3631–E3639,
doi:10.1073/pnas.1305848110.

Tabelas

Tabela 1. Formas de onda gravadas durante o comportamento alimentar de *Glyphepomis spinosa* em colmos de diferentes cultivares de arroz tratados com diferentes fontes de silício, e o seu significado biológico.

Fase	Família	Tipo/subtipo	Comportamento de <i>G. spinosa</i>
Non-probing	-	Z	Inseto parado na superfície da planta
		Np	Caminhando na superfície da planta
Pathway	P	T11	Penetração dos estiletes e secreção da bainha salivar
Ingestion	I	T12	Ingestão no xilema
Salication/ingestion	I	T13a	Laceração celular e maceração enzimática dos tecidos do colmo
Ingestion	I	T13b	Curta ingestão dos tecidos macerados

Fonte: Almeida et al., 2020b

Tabela 2: Porcentagem de colmo danificado, coração morto e teor de silício em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si após infestação de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae).

Cultivar	Teor de Si (%)**			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	1,440±0,11 aB	1,546±0,08 aB	1,696±0,08 aA	0,1
BRS Esmeralda	0,986±0,08 cC	1,266±0,07 bB	1,563±0,04 bA	<0,001
IRGA 417	1,193±0,08 bB	1,256±0,05 bB	1,720±0,06 aA	<0,001
P valor	0,003	0,03	0,35	-

Cultivar	Colmo danificado (%)*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	75,33±8,89 abA	76,31±2,55 aA	72,80±5,60 aA	0,92
BRS Esmeralda	70,58±7,02 bB	76,01±4,06 abAB	77,69±5,78 aA	0,72
IRGA 417	78,00±6,26 aA	69,91±7,38 bB	77,91±8,49 aA	0,6
P valor	0,71	0,73	0,82	-

Cultivar	Coração morto (%)*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	30,74±1,67 bA	28,95±10,35 bA	30,31±4,84 bA	0,98
BRS Esmeralda	27,85±5,85 bA	21,18±7,17 cB	31,45±12,23 bA	0,56
IRGA 417	51,93±2,16 aA	39,15±6,02 aB	45,24±2,76 aB	0,42
P valor	0,03	0,19	0,24	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (mesma variável) e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste LSD à P~0,05.

**Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (mesma variável) e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste HSD à P~0,05.

Tabela 3: Índice relativo de clorofila aos 50 e 65 DAS em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si após infestação de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae).

Cultivar	Índice relativo de clorofila – 50 DAS*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	30,25±1,08 bA	32,34±2,18 aA	30,75±0,93 bA	0,68
BRS Esmeralda	38,39±1,15 aA	33,85±2,45 aA	37,13±1,22 aA	0,18
IRGA 417	31,41±2,14 bA	32,35±1,82 aA	31,88±2,19 abA	0,93
P valor	<0,001	0,78	0,02	-

Cultivar	Índice relativo de clorofila – 65 DAS*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	32,18±1,75 bA	35,04±1,32 aA	29,48±1,28 bA	0,08
BRS Esmeralda	38,33±2,15 aA	38,58±2,22 aA	38,59±1,38 aA	0,99
IRGA 417	34,19±2,00 abA	36,03±1,76 aA	35,44±1,30 aA	0,74
P valor	0,04	0,33	<0,001	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste HSD à P~0,05.

Tabela 4: Mortalidade (%), peso de adultos (g), área superficial individual (mm²) e RGR (mg/mg/dia) de *Glyphepomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae) em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.

Cultivar	Mortalidade (%)*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	17,50±10,30 bA	10,00±4,08 cB	12,50±7,5 bAB	0,76
BRS Esmeralda	30,00±8,16 aB	40,00±10,80 aA	20,00±5,77 aC	0,17
IRGA 417	12,50±2,50 bB	25,00±6,45 bA	10,00±5,75 bB	0,3
P valor	0,2	0,02	0,6	-

Cultivar	Peso de adultos (g)*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	0,026±0,002 abA	0,028±0,001 aA	0,027±0,001 aA	0,85
BRS Esmeralda	0,020±0,002 bA	0,023±0,003 aA	0,026±0,002 aA	0,25
IRGA 417	0,028±0,002 aAB	0,024±0,002 aB	0,031±0,002 aA	0,10
P valor	0,03	0,22	0,28	-

Cultivar	Área da superfície corporal do inseto (mm ²)*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	26,12±2,02 aA	27,97±1,64 aA	27,01±1,73 aA	0,81
BRS Esmeralda	20,91±2,62 bA	20,44±2,72 bA	25,66±2,17 aA	0,13
IRGA 417	27,72±1,77 aAB	22,58±2,15 abB	29,38±1,69 aA	0,05
P valor	0,05	0,02	0,43	-

Cultivar	RGR (mg/mg/dia)*			P valor
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	0,049±0,003 abA	0,053±0,002 aA	0,052±0,003 aA	0,71
BRS Esmeralda	0,039±0,005 bAB	0,036±0,004 bB	0,047±0,003 aA	0,09
IRGA 417	0,052±0,003 aA	0,044±0,004 abA	0,054±0,002 aA	0,19
P valor	0,04	0,04	0,5	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (mesma variável) e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste LSD à P~0,05.

Tabela 5: Tempo para primeira prova (TFP) em cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si após infestação de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae).

Cultivar	TFP - Tempo para primeira prova (min)			Deviance
	Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Canela de Ferro	5,05±1,18 bB	6,54±1,86 bB	22,63±6,48 aA	37,41
BRS Esmeralda	11,34±3,39 abB	23,56±7,82 aA	33,48±10,38 aA	36,93
IRGA 417	27,40±8,72 aA	36,28±13,93 aA	6,78±1,38 bB	38,31
Deviance	38,74	37,14	36,78	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste HSD à P~0,05.

Tabela 6: Duração da forma de onda de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae) (WDI - min) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.

Tipo de onda	Cultivar	WDI- Duração da forma de onda por inseto			P valor
		Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Z+Np	Canela de Ferro	534,3±88,39 bB	767,7±37,48 aA	622,5±85,87 bAB	0,03
	BRS Esmeralda	571,1±95,07 bB	863,8±66,29 aA	815,0±66,66 aA	<0,001
	IRGA 417	826,9±24,74 aA	819,1±18,89 aA	858,7±26,03 aA	0,90
P valor	-	<0,001	0,56	0,02	-
TL1	Canela de Ferro	5,66±1,54 aA	2,71±0,48 aA	9,58±4,78 aA	0,69
	BRS Esmeralda	19,86±11,60 aA	1,48±0,16 aB	7,59±4,49 aAB	0,07
	IRGA 417	5,36±1,35 aA	2,44±0,49 aA	14,58±10,47 aA	0,29
P valor	-	0,12	0,98	0,65	-
TL2	Canela de Ferro	12,61±7,07 abA	5,84±2,16 aA	1,09±0,79 aA	0,22
	BRS Esmeralda	7,36±2,98 bA	6,96±3,80 aA	6,16±3,05 aA	0,98
	IRGA 417	22,39±9,17 aA	10,3±3,46 aA	12,92±3,48 aA	0,16
P valor	-	0,07	0,78	0,20	-
TL3A	Canela de Ferro	308,76±82,40 aA	115,25±27,37 aB	221,56±70,63 aAB	0,04
	BRS Esmeralda	296,44±79,08 aA	76,32±46,59 aB	105,36±61,66 abB	<0,001
	IRGA 417	79,44±23,14 bA	56,37±15,82 aA	55,85±17,50 bA	0,93
P valor	-	<0,001	0,73	0,08	-
TL3B	Canela de Ferro	77,97±39,55 aA	68,39±14,21 aA	105,18±26,27 aA	0,40
	BRS Esmeralda	59,41±24,57 aA	56,11±21,17 aA	26,09±5,92 bA	0,43
	IRGA 417	25,81±4,05 aA	27,00±5,72 aA	17,91±3,84 bA	0,94
P valor	-	0,18	0,32	0,004	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna na mesma onda e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste LSD à P~0,05.

Tabela 7: Número de eventos de onda da alimentação de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae) (NWEI - min) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.

Tipo de onda	Cultivar	NWEI – Número de evento de onda por inseto			P valor
		Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Z+Np	Canela de Ferro	5,9±1,07 aA	9,2±1,52 aA	8,4±2,03 aA	0,38
	BRS Esmeralda	7,9±2,75 aA	5,6±0,52 aA	8,0±3,08 aA	0,54
	IRGA 417	7,4±0,88 aA	6,7±1,09 aA	6,2±0,57 aA	0,88
P valor	-	0,70	0,33	0,63	-
TL1	Canela de Ferro	5,3±1,11 aA	8,3±1,58 aA	6,8±1,69 aA	0,45
	BRS Esmeralda	7,2±2,83 aA	4,7±0,51 aA	6,8±2,88 aA	0,53
	IRGA 417	5,7±0,76 aA	5,8±1,06 aA	5,2±0,62 aA	0,96
P valor	-	0,70	0,30	0,73	-
TL2	Canela de Ferro	3,1±1,40 aA	2,0±0,63 aAB	0,4±0,26 aB	<0,001
	BRS Esmeralda	1,1±0,50 bA	1,3±0,61 aA	0,7±0,3 aA	0,81
	IRGA 417	1,8±0,41 abA	2,2±0,62 aA	2,0±0,49 aA	0,91
P valor	-	0,10	0,60	0,20	-
TL3A	Canela de Ferro	28,8±5,63 aB	70,2±15,27 aB	184,9±55,01 aA	<0,001
	BRS Esmeralda	29,6±8,68 aA	50,5±27,20 aA	66,6±38,58 bA	0,63
	IRGA 417	90,4±32,27 aA	27,6±6,17 aA	47,9±13,13 bA	0,26
P valor	-	0,20	0,55	<0,001	-
TL3B	Canela de Ferro	21,3±5,27 aB	62,5±14,57 aB	180,0±55,06 aA	<0,001
	BRS Esmeralda	21,9±8,41 aA	46,4±27,08 aA	63,0±38,41 bA	0,56
	IRGA 417	84,3±32,12 aA	22,1±5,44 aA	42,8±12,32 bA	0,26
P valor	-	0,18	0,57	<0,001	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna na mesma onda e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste LSD à P~0,05.

Tabela 8: Duração da forma de onda por evento da alimentação de *Glyphepomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae) (WDEI - min) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.

Tipo de onda	Cultivar	WDEI- Duração da forma de onda por evento			P valor
		Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Z+Np	Canela de Ferro	140,86±39,23 aA	110,28±21,16 aA	120,95±34,20 aA	0,85
	BRS Esmeralda	155,28±36,09 aA	170,44±36,50 aA	184,12±29,41 aA	0,87
	IRGA 417	127,34±16,04 aA	217,91±84,19 aA	150,32±14,97 aA	0,25
P valor	-	0,88	0,16	0,53	-
TL1	Canela de Ferro	0,97±0,14 aA	0,34±0,02 aA	1,25±0,34 aA	0,52
	BRS Esmeralda	2,56±1,07 aA	0,32±0,02 aB	0,84±0,14 aB	0,02
	IRGA 417	0,95±0,21 aAB	0,41±0,09 aB	2,10±1,28 aA	0,11
P valor	-	0,8	0,99	0,29	-
TL2	Canela de Ferro	2,47±1,06 bA	2,17±0,63 aA	0,54±0,39 bA	0,77
	BRS Esmeralda	4,01±1,62 bA	2,31±1,03 aA	5,79±3,08 abA	0,48
	IRGA 417	9,90±4,32 aA	3,41±0,71 aB	6,98±1,92 aAB	0,08
P valor	-	0,03	0,89	0,06	-
TL3A	Canela de Ferro	10,83±2,59 aA	1,68±0,27 aB	1,22±0,17 aB	<0,001
	BRS Esmeralda	13,31±3,66 aA	1,23±0,16 aB	1,42±0,21 aB	<0,001
	IRGA 417	1,00±0,10 bA	1,89±0,51 aA	1,10±0,18 aA	0,90
P valor	-	<0,001	0,95	0,98	-
TL3B	Canela de Ferro	3,61±1,15 aA	1,38±0,21 aB	1,05±0,23 aB	0,01
	BRS Esmeralda	2,31±0,66 abA	1,56±0,32 aA	2,13±1,22 aA	0,68
	IRGA 417	0,60±0,13 bA	1,25±0,29 aA	0,82±0,27 aA	0,75
P valor	-	0,005	0,94	0,30	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna na mesma onda e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste LSD à P~0,05.

Tabela 9: Porcentagem de tempo de gravação da alimentação de *Glypheapomis spinosa* (Hemiptera: Pentatomidae) (PRT - %) em diferentes cultivares de arroz fertilizadas com diferentes fontes de Si.

Tipo de onda	Cultivar	PRT – Porcentagem de tempo de gravação			P valor
		Controle	K ₂ SiO ₃	CaSiO ₃	
Z+Np	Canela de Ferro	55,60±9,20 bB	79,90±3,90 aA	64,80±8,94 bAB	0,03
	BRS Esmeralda	59,49±9,90 bB	85,30±6,90 aA	84,90±6,94 aA	0,008
	IRGA 417	86,13±2,57 aA	89,90±1,96 aA	89,40±2,71 aA	0,90
P valor	-	0,002	0,56	0,02	-
TL1	Canela de Ferro	0,59±0,16 aA	0,28±0,05 aA	0,99±0,49 aA	0,69
	BRS Esmeralda	2,06±1,20 aA	0,15±0,01 aB	0,75±0,46 aAB	0,07
	IRGA 417	0,55±0,14 aA	0,25±0,05 aA	1,51±1,09 aA	0,29
P valor	-	0,12	0,98	0,65	-
TL2	Canela de Ferro	1,33±0,73 abA	0,60±0,22 aA	0,11±0,08 aA	0,20
	BRS Esmeralda	0,76±0,31 bA	0,72±0,39 aA	0,64±0,31 aA	0,98
	IRGA 417	2,33±0,95 aA	1,07±0,36 aA	1,34±0,36 aA	0,16
P valor	-	0,07	0,78	0,20	-
TL3A	Canela de Ferro	32,16±8,58 aA	12,00±2,85 aB	23,08±7,35 aAB	0,04
	BRS Esmeralda	30,87±8,23 aA	7,95±4,85 aB	10,97±6,42 abB	<0,001
	IRGA 417	8,27±2,41 bA	5,87±1,64 aA	5,81±1,82 bA	0,93
P valor	-	<0,001	0,73	0,08	-
TL3B	Canela de Ferro	8,12±4,12 aA	7,12±1,48 aA	10,95±2,73 aA	0,40
	BRS Esmeralda	6,18±2,56 aA	5,84±2,20 aA	2,71±0,61 bA	0,43
	IRGA 417	2,68±0,42 aA	2,81±0,59 aA	1,86±0,40 bA	0,94
P valor	-	0,18	0,32	<0,01	-

*Medias seguidas de mesma letra minúscula na coluna na mesma onda e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste LSD à P~0,05.