

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CARACTERIZAÇÃO DE
POSTURAS DE *Spodoptera eridania*, EM PLANTAS DE
BATATA, MEDIADAS PELO CLORFENAPIR**

Jhon Noel Gonzales Linares
Eng. Agrícola

JHON NOEL GONZALES LINARES

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CARACTERIZAÇÃO DE
POSTURAS DE *Spodoptera eridania*, EM PLANTAS DE
BATATA, MEDIADAS PELO CLORFENAPIR**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira

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 - GOIÁS
2022

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

LJ59d Linares, Jhon Noel Gonzales
Distribuição espacial e caracterização de posturas de Spodoptera eridania, em plantas de batata, mediadas pelo clorfenapir / Jhon Noel Gonzales Linares; orientador Alexandre Igor Azevedo Pereira. -- Urutai, 2022.
35 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Proteção de Plantas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutai, 2022.

1. Adaptabilidade. 2. inseticidas. 3. mariposa. 4. Noctuidae. 5. pontes verdes. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo , 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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <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 |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Jhon Noel Gonzales Linares

Matrícula: 2020101330540091

Título do Trabalho: Distribuição espacial e caracterização de posturas de *Spodoptera eridania*, em plantas de batata, mediadas pelo clorfenapir

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim. Dados oriundos de apoio com instituição privada.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10/12/2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Urutaí, estado de Goiás, 15/03/2022

Ciente e de acordo:



Assinatura do Autor e/ou Detentor
dos Direitos Autorais



Assinatura do(a) orientador(a)



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

Ata nº 19/2022 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº82/2022
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos dez dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e dois, às 07:00h, 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 **Jhon Noel Gonzales Linares**, discente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, com trabalho intitulado "**Distribuição espacial e caracterização de posturas de *Spodoptera eridania*, em plantas de batata, mediadas pelo clorfenapir**". A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, **Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira**, 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** 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 da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A banca examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa dissertação em periódicos após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa 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. Alexandre Igor Azevedo Pereira	IF Goiano - Campus Urutaí	Presidente
Prof. Dr José Bruno Malaquias	The University of Arizona (USA)	Membro externo
Prof. Dr. Miguel Michereff Filho	Embrapa Hortaliças	Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Miguel Michereff Filho, Miguel Michereff Filho - 203405 - Pesquisador das ciências agrárias - Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte - Embrapa (0034000004612), em 11/04/2022 10:16:13.
- José Bruno Malaquias, José Bruno Malaquias - 222110 - Agrônomo - Instituto Federal Goiano (1), em 09/04/2022 16:09:51.
- Alexandre Igor de Azevedo Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 09/04/2022 15:38:53.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/02/2022. 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: 355888
Código de Autenticação: 9617a2434f



DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, minha família, meu orientador Alexandre Igor e meus grandes amigos que fiz aqui no Brasil, que estiveram sempre ao meu lado, sendo compreensíveis e dando todo apoio necessário. Me incentivando a persistir e a ter confiança nos momentos de dificuldade. Dedico ainda aos meus pais, Matilde Linares Arias e Eudal Gonzales Daza, meus irmãos, Leydi Adela Gonzales Linares e Luis Eudal Gonzales Linares e aos meus excelentes professores que humildemente compartilharam o conhecimento e sabedoria comigo, contribuindo para ser o profissional que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos de coração são primeiramente a Deus, pelo dom da vida e pela persistência de seguir em frente.

Agradeço a minha família, pelo apoio nessa caminhada, se fazendo presente quando precisei, em especial a minha mãe e minha irmã que me deram apoio incondicional em todo momento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira, por acreditar em mim e em meu trabalho, pelos inúmeros ensinamentos e esforços dedicados para que este trabalho se tornasse possível.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas pelos ensinamentos que muito contribuirão para minha vida profissional.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, em especial ao Diretor Geral, Paulo César Ribeiro da Cunha e ao Diretor de Administração, pela compreensão, confiança e parceria a mim dedicados.

Ao Sr. João Romeiro e Bruno Romeiro, Fazenda Grupo Paineiras, em Campo Alegre de Goiás, que abriram as portas da propriedade, dando liberdade e sedendo toda estrutura necessária, possibilitando a realização desse trabalho.

Agradeço a todos os parceiros e colaboradores que de forma direta ou indireta contribuíram para a execução desse estudo.

A todos meus colegas de classe, os quais pude conviver durante o período de curso, que tornaram esta etapa mais fácil de ser vivida e aproveitada.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVOS.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	17
DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÕES.....	29
AGRADECIMENTOS.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

RESUMO

Spodoptera eridania (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) faz parte das espécies de lagartas ocorrentes em soja, *Glycine max* (L.) (Fabaceae). Com prejuízos como desfolhador em plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae), cultivadas no bioma Cerrado brasileiro. Inseticidas podem forçar mudanças comportamentais em pragas agrícolas. Todavia, a adaptabilidade de *S. eridania*, mediada por inseticidas, com foco na oviposição de fêmeas adultas, em plantas de batata, ainda é pouco explorada. Essa informação poderá auxiliar na compreensão de como esses insetos polípagos têm se adaptado em cultivos compreendidos por pontes verdes, como soja-batata. O objetivo foi avaliar a distribuição espacial e caracterização de posturas de *S. eridania* em plantas de batata, com e sem pulverização com o inseticida clorfenapir. A busca por posturas ocorreu do 7º ao 91º dia após o plantio (DAP) da batata, permitindo inferir sobre sua distribuição ao longo do ciclo vegetal. A distribuição espacial das posturas, na planta, foi quantificada na cultivar cv. Ágata, em áreas tratadas ou não com o inseticida em função dos terços inferior, mediano ou superior. As posturas também foram registradas quanto a qual face da folha foram coletadas (adaxial ou abaxial). E, por fim, a presença de escamas, recobrimo os ovos nas posturas, foi registrada em uma escala compreendendo alta densidade, baixa ou nenhuma escama. A partir do 28º DAP as primeiras posturas de *S. eridania* foram coletadas, até o 63º DAP, totalizando 322 coletas, independente dos tratamentos. 90% das posturas foram coletadas nos terços superior e mediano, com minoria no inferior (10%). Fêmeas de *S. eridania* preferiram ovipositar no terço médio das plantas pulverizadas. Enquanto que, sem pulverização, a preferência ocorreu no terço superior das plantas de batata. $93,00 \pm 1,20\%$ das posturas foram depositadas na face abaxial com clorfenapir, mas sem sem diferença significativa nas parcelas sem inseticida. O percentual de posturas com alta densidade de escamas, baixa ou sem escamas não variou entre tratamentos. Todavia, a maioria das posturas coletadas, independente dos tratamentos, continham alta densidade de escamas cobrindo os ovos. Esses resultados são discutidos em termos de melhor entendimento da relação entre *Spodoptera eridania* como praga emergente em plantas de batata e como essa adaptação tem sido mediada pelo uso de inseticidas.

Palavras-chave: Adaptabilidade, inseticidas, mariposa, Noctuidae, pontes verdes, *Solanum tuberosum* e Solanaceae.

ABSTRACT

Spodoptera eridania (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) is part of the caterpillar species occurring in soybean, *Glycine max* (L.) (Fabaceae). With losses as a defoliator in potato plants, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae), cultivated in the Brazilian Cerrado biome. Insecticides can force behavioral changes in agricultural pests. However, *S. eridania* adaptability mediated by insecticides, focusing on the oviposition of adult females, in potato plants, is still little explored. This information may help to understand how these polyphagous insects have adapted to crops comprised of green bridges, such as soybean-potato. The objective was to evaluate *S. eridania* spatial distribution and clutch characterization, in potato plants, with and without spraying with the insecticide chlorfenapyr. Clutch collection occurred from the 7th to 91st day after planting (DAP) of potato, allowing inferences about its distribution throughout the plant cycle. Clutch spatial distribution, within the plant, was quantified in Ágata cultivar, in areas treated or not with the insecticide. And depending on the lower, middle, or upper thirds. Clutches were also recorded as to which leaf face were collected (adaxial or abaxial). And, finally, the presence of scales, covering the eggs in the clutches, was recorded on a grade comprising high density, low or no scales. From the 28th DAP, the first *S. eridania* clutches were collected, until the 63rd DAP, totaling 322 collections, regardless of the treatments. 90% of clutches were collected in the upper and middle thirds, with a minority in the lower (10%). *Spodoptera eridania* females preferred to lay eggs in the middle third of the sprayed plants. While, without spraying, the preference occurred in the upper third of potato plants. $93.00 \pm 1.20\%$ of the eggs were deposited on the abaxial surface with chlorfenapyr, but with no significant difference in the plots without insecticide. The percentage of *S. eridania* eggs with high density of scales, low or without scales did not vary significantly between treatments. However, most clutches collected, regardless of treatments, contained a high density of scales covering the eggs. These results are discussed in terms of better understanding the relationship between *S. eridania* as an emerging pest in potato plants and how this adaptation has been favored using insecticides.

Keywords: Adaptability, insecticides, moth, Noctuidae, green bridges, *Solanum tuberosum* and Solanaceae.

INTRODUÇÃO

A modernização e expansão da agricultura brasileira, nas últimas décadas, principalmente no bioma Cerrado, impulsionou práticas para utilização de solo e água cada vez mais intensivas (Brumatti et al. 2020). Essas práticas, como o plantio direto, safrinhas e irrigação em estações de inverno seco interferem na paisagem agrícola em vários aspectos, incluindo no estabelecimento de pontes verdes. Um fato que tem gerado grandes problemas em termos de manejo de pragas (Spetch et al. 2013). Na teoria, os períodos sem plantio na entressafra são abreviados (ou abolidos), para a produção de grãos devido à prática agrícola da safrinha, no verão (Donagemma et al. 2016). Ou então, em respeito às normas fiscalizatórias do vazio sanitário praticadas em alguns estados brasileiros (Brumatti et al. 2020), o cultivo de grãos é substituído (no inverno), por vegetais com valor agregado, alta demanda comercial e ciclo curto (como batata, tomate, alho, cebola ou cenoura), sob áreas irrigadas (Latrubesse et al. 2019). Municípios com forte vocação agrícola das regiões sudeste do estado de Goiás, contidos no bioma Cerrado brasileiro, praticam essa estratégia de cultivo, tendo o sistema anual de cultivo soja (Fabaceae) e batata (Solanaceae) como base econômica.

A ponte verde põe em descrédito o conceito de rotação de culturas onde se recomenda o plantio de espécies vegetais botanicamente diferentes, na mesma área, com a finalidade de interromper o ciclo biológico de uma dada praga agrícola. Nesse tipo de controle cultural, herbívoros com hábito alimentar especialista apresentam dificuldades em se manter em campo (Santos Neves 2018). Todavia, isso não é válido para insetos polípagos, como lagartas do gênero *Spodoptera* spp., que se alimentam de centenas de plantas de importância econômica (Pogue 2002), bem como daquelas espontâneas.

Plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae), possuem ampla hospedabilidade para insetos herbívoros, seja em regiões tropicais, subtropicais ou temperadas (Kroschel et al. 2020). Insetos-praga provocam danos diretos e indiretos aos tubérculos e parte aérea, respectivamente, em campo, bem como no armazenamento dos tubérculos-semente. Devido, provavelmente, ao seu amplo cultivo em escala mundial, onde 50% das necessidades mundiais de energia são supridas pela batata, além do arroz, trigo e milho (Wijesinha-Bettoni & Mouillé 2019). E pelo fato da sua domesticação ter sido iniciada há mais de 6000 anos, resultando em considerável perda em diversidade genética (Brush et al. 1995), com desequilíbrio coevolutivo ao sistema inseto-planta (Bruce 2015). A incidência de pragas ocorre sem distinção aos dois principais tipos

comerciais cultivados atualmente no Brasil (de mesa ou para industrialização). Devido aos fatores acima listados, especula-se que plantas de batata, inseridas em sistemas agrícolas caracterizados por pontes verdes, sirvam como escada para a adaptação de insetos generalistas, principalmente, em regiões tropicais. Como ocorreu, há pouco mais de uma década, com *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras sucessivas de milho e algodão (Barros et al. 2010). Atualmente, *S. frugiperda* é praga-chave, em todo o território brasileiro, em ambas as plantas. Mais recentemente, *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) tem sido favorecidas por plantios seguidos de soja-batata, com ocorrência significativa nessa Solanaceae (Montezano et al. 2014, Salas et al. 2017).

Spodoptera eridania (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) tem sido associada como praga na soja Bt, ou não-tratada, inclusive nos estágios reprodutivos dessa planta (Horikoshi et al. 2021). Essa espécie faz parte do complexo de lagartas amostradas em lavouras de soja no Brasil, incluindo *S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *Chloridea virescens*, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens* e *Helicoverpa* spp. (Bortolotto et al. 2015). Nos Estados Unidos, as três últimas são pragas de importância primária para soja (Hodgson et al. 2021). O aumento na ocorrência e danos provocados por *S. eridania* tem gerado prejuízos nos estados de Goiás e Minas Gerais, os líderes de produção de batata no Brasil (Camargo Filho & Camargo 2017).

Poucas informações sobre o comportamento e métodos de controle para *Spodoptera eridania* são disponíveis considerando a batata como planta hospedeira. Por isso, a predominância dos inseticidas químicos sintéticos, a partir das recomendações para o ataque de lagartas em soja, tem ocorrido. Um exemplo é o uso do inseticida clorfenapir, do grupo químico análogo ao pirazol, que possui recomendação de uso para lagartas na soja (AGROFIT 2022). Esse inseticida tem sido utilizado em cultivos de batata pelo seu prático operacional de aplicação, ação de contato e ingestão e eficiência no controle. Contudo, avaliações sobre a adaptabilidade de *S. eridania* em plantios de batata, mediada por inseticidas, com foco na sua seletividade comportamental, em termos de oviposição das mariposas fêmeas, ainda são escassos. Estudos dessa natureza buscam avançar no conhecimento sobre a adaptabilidade desse inseto, incorporando o fator inseticida como mediador, ou não, do seu comportamento frente ao seu hospedeiro mais recente, a batata. Pragas emergentes em batata, como *S. eridania*, em regiões onde pontes verdes são comuns, certamente possuem rastros comportamentais que ainda não foram convenientemente explorados. E que podem, inclusive, estar sendo modelados pelo uso

de inseticidas em termos de seleção de populações resistentes, com posterior dominância competitiva (Malaquias et al. 2021), redução de inimigos naturais (Bortolotto et al. 2015), ajustes na expressão gênica para adaptação a novas plantas hospedeiras (Pym et al. 2019) ou, de forma mais elementar, através de mudanças comportamentais em termos de evitar riscos de exposição (Zalucki & Furlong 2017). Essa última hipótese, relacionada ao presente estudo.

OBJETIVOS

Avaliar a distribuição espacial e caracterização de posturas de *Spodoptera eridania* em plantas de batata, com e sem pulverização com o inseticida clorfenapir. Tendo em vista seus ataques cada vez mais frequentes e abundantes em plantios de batata na região Centro-Oeste do Brasil, buscamos preencher lacunas no conhecimento sobre aspectos comportamentais na escolha para oviposição de posturas dessa praga, mediadas, ou não, pela exposição por inseticidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental e cultivar da batata

O estudo foi conduzido em uma área de produção comercial de batatas pertencente ao Grupo Paineiras, em Campo Alegre de Goiás, sudeste do estado de Goiás, Brasil. As coordenadas geográficas do local experimental são: 17°17'18" S e 47°48'10" O e 937 m de altitude. As batata-sementes (cv. Ágata), com duração média do ciclo entre 100 e 110 dias, foram classificadas como tipo I (entre 51 e 60 mm) e G2 (segundo ano de obtenção) sendo oriundas de viveiros certificados do município de Sacramento, MG, Brasil. O plantio foi realizado no mês de abril de 2020.

Procedimentos pré-plantio e plantio da batata

A área experimental havia sido cultivada com soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), e antes do plantio havia restos de colheita dessa planta, além de infestação com plantas daninhas de folha larga e estreita. Dessa forma, a dessecação química da área no pré-plantio foi realizada com glifosato (registro MAPA nº 8912) (Sumitomo Chemical Brasil

Indústria Química S.A., Maracanaú, CE, Brasil) na dose de 3 L ha⁻¹ e volume de calda de 200 L ha⁻¹. Logo após, utilizou-se uma roçadeira mecanizada do tipo Tritton 2.300 (Implementos Agrícolas Jan s/a, Não-Me-Toque, RS, Brasil), além de gradagem e subsolagem com arado subsolador modelo ASDA Multi, com 9 discos (Baldan Implementos Agrícolas S/A, Matão, SP, Brasil). Em seguida, ocorreu um nivelamento e destorroamento com enxada rotativa, modelo 115-200 BTV (Rugeri Mec-Rul SA, Caxias do Sul, RS, Brasil). Os procedimentos de sulcamento (com distância média de 80 cm entre sulcos), adubação de fundação (com deposição de adubo entre 3 a 5 cm abaixo da batata-semente) e plantio (com profundidade variando entre 10 a 15 cm) foram realizados em seguida. Uma plantadeira de batata modelo PAI-480 AR (Watanabe Indústria e Comércio de Máquinas LTDA, Castro, PR, Brasil) com capacidade para 4 linhas e 4000 kg de batata-sementes, bem como rendimento médio de 12 ha dia⁻¹, foi utilizada. A adubação seguiu recomendações técnicas para a região, com 1800-2000 kg ha⁻¹ do formulado N-P-K (4-30-10), respectivamente, no sulco de plantio. O espaçamento adotado entre plantas na linha de plantio foi de 30 cm.

A amontoa mecânica foi realizada, com o implemento anteriormente citado, aos 30 dias após o plantio, com finalidade de manter as leiras entre 20 a 25 cm de altura, o que estimula o desenvolvimento dos estolões vegetais, protege os tubérculos do sol e exerce um certo controle contra ervas daninhas (Jadoski et al. 2014). A irrigação por pivô central foi realizada periodicamente a partir do plantio com deposição total, por ciclo, de cerca de 500 a 600 mm de água e turno de rega de, aproximadamente, 4 dias.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições e cada parcela experimental com área útil de 300 m² (30 m comprimento x 10 m largura), compreendendo aproximadamente 60 linhas de batatas plantadas e 200 plantas por linha. A população total de plantas na parcela foi de 12000. Foi utilizada uma bordadura de 20 m de comprimento entre as parcelas experimentais adjacentes.

Os tratamentos corresponderam a áreas sem (controle absoluto) ou com aplicação do inseticida clorfenapir, em suspensão concentrada, na dose de 1,2 L p.c. ha⁻¹. As aplicações foram realizadas no início da infestação da *Spodoptera eridania* em campo (a partir de uma lagarta por planta). Com nova aplicação cada sete dias, sem ultrapassar ao limite de três aplicações durante o ciclo da cultura, segundo recomendação do fabricante

(BASF S.A., São Paulo, SP, Brasil). O clorfenapir foi aplicado, via foliar, com pulverizador de CO₂ pressurizado (2 L), com barra lateral de 5 m com seis pontas de pulverização cônicas (M 054), pressão de trabalho de pulverização de 30 lb pol⁻² e volume de calda de 200 L ha⁻¹, conforme recomendações técnicas. As pulverizações por sobre, apenas, o terço superior das plantas de batata - que é a forma mais convencional em termos de tecnologia de aplicação (Paredes-Sánchez et al. 2021) - ocorreram no final do dia, por volta das 17:00 horas. Os aplicadores utilizaram equipamentos de proteção individual, conforme legislação brasileira vigente. O tratamento controle absoluto (apenas água) foi executado através da própria irrigação por pivô central.

Parâmetros quantificados

As avaliações consistiram em coletar, manualmente, posturas de *Spodoptera eridania* em plantas de batata em função dos terços superior, mediano e inferior, sendo cada um representando por 1/3 da haste principal (Fleisher et al. 2006), mas sem adição da haste apical mais longa, o que não ocorre na cv. Ágata. A coleta das amostras foram interrompidas, para cada parcela experimental, após 30 minutos de amostragem e seguiram um intervalo semanal, do 7º dia após o plantio (DAP) até o 91º DAP. Após esse intervalo, as coletas foram interrompidas definitivamente devido a dessecação da área, com o herbicida concentrado solúvel paraquate (grupo químico bupiridílio), na dose de 2 L ha⁻¹ e registro no MAPA nº 014507 (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, Paulínia, SP, Brasil). O dessecante químico foi utilizado para facilitar a posterior colheita mecanizada dos tubérculos.

Adicionalmente foi registrada qual face da folha essas posturas foram encontradas, se adaxial ou abaxial, devido a hipótese de proteção contra a exposição do inseticida aplicado, principalmente, na face adaxial das folhas de batata. As posturas também foram identificadas em função da presença ou ausência de escamas sobre os ovos, categorizando-as como de alta densidade de escamas, baixa ou sem escamas (Beserra & Parra 2003). A caracterização de diferentes camadas de ovos, sobrepostas umas às outras incluindo escamas entres as camadas e por sobre a massa superior, na mesma postura, é comum em *Spodoptera* spp. (Liao et al. 2019). Todavia, consideramos a densidade das escamas, apenas, daquelas aderidas na camada superior das posturas. As escamas oriundas do abdômen das mariposas fêmeas são utilizadas para cobrir os ovos nas posturas depositadas em Noctuidae e que possui relevância ecológica como barreira

física (Laminou et al. 2020). Com isso, buscamos avaliar se havia alguma relação das escamas nas posturas com a presença, ou não, do inseticida no ambiente. Todas as posturas coletadas em campo foram acondicionadas, individualmente, em placas de Petri com algodão umedecido em seu interior para diagnose precisa se uma dada postura pertencia, ou não, a espécie *Spodoptera eridania*. As posturas foram, imediatamente, enviadas para laboratório e mantidas sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60 \pm 10\%$ com auxílio de um climatizador e umidificador elétrico (Polimport - Comércio e Exportação Ltda, São Paulo, SP, Brasil). Após a eclosão dos ovos, as lagartas neonatas foram mantidas com folhas frescas de batata, trocadas diariamente, até a fase de confirmação da identificação dos imaturos. A identificação foi realizada através de chaves taxonômicas para imaturos. Aproximadamente 10% de todas as posturas coletadas manualmente em campo pertenciam à espécie *Chrysodeixis includens* sendo descartadas das análises apresentadas. Como *Spodoptera eridania* esteve presente na grande maioria das coletas, descartamos a possibilidade das escolhas para oviposição de suas fêmeas terem sido mediadas pela competição interespecífica, como sugerido por Nascimento et al. (2020).

Análise estatística

A proporção de posturas ao longo do tempo foi comparada entre os terços inferior, mediano e superior pela sobreposição de intervalos de confiança gerados por um modelo com distribuição multinomial, empregando-se o método Sisonglaz, função MultinomCI do pacote DescTools (Signorell et al. 2019). A proporção de posturas nas regiões da planta e dentro de cada condição de controle (área tratada ou testemunha) foi contrastada pelo teste multinomial de Monte Carlo com auxílio da função multinomial.test, argumento MonteCarlo = TRUE do pacote EMT (Menzel 2013). Os dados de proporção de posturas na face abaxial da folha e de proporção de posturas com ausência de escamas foram analisados por meio de uma análise de *deviance*. Para ambos os casos mencionados os dados foram analisados com um modelo linear generalizado com distribuição binomial. A qualidade do ajuste do modelo com distribuição binomial foi averiguada com um gráfico meio normal (Moral et al. 2017). Os contrastes entre os tratamentos foram conduzidos por meio da função glht do pacote multcomp (Hothorn et al. 2008). Todas as análises foram realizadas no software R (R Core Team 2021) e as figuras no software SigmaPlot[®] versão 11 (Systat Software Inc., San Jose, CA, EUA).

RESULTADOS

Um total de 322 posturas de *Spodoptera eridania* foram manualmente coletadas, em todas as parcelas experimentais, independentemente dos tratamentos aplicados. Até o 21º DAP, nenhuma postura havia sido encontrada após o plantio das batatas. A partir do 28º DAP as primeiras posturas de *S. eridania* foram coletadas, até o 63º DAP (Figura 1). O pico na quantidade de posturas ocorreu entre o 35º e o 56º DAP. Após esse intervalo, nenhuma postura a mais foi coletada até o 91º DAP, onde a dessecação das plantas de batata foi realizada.

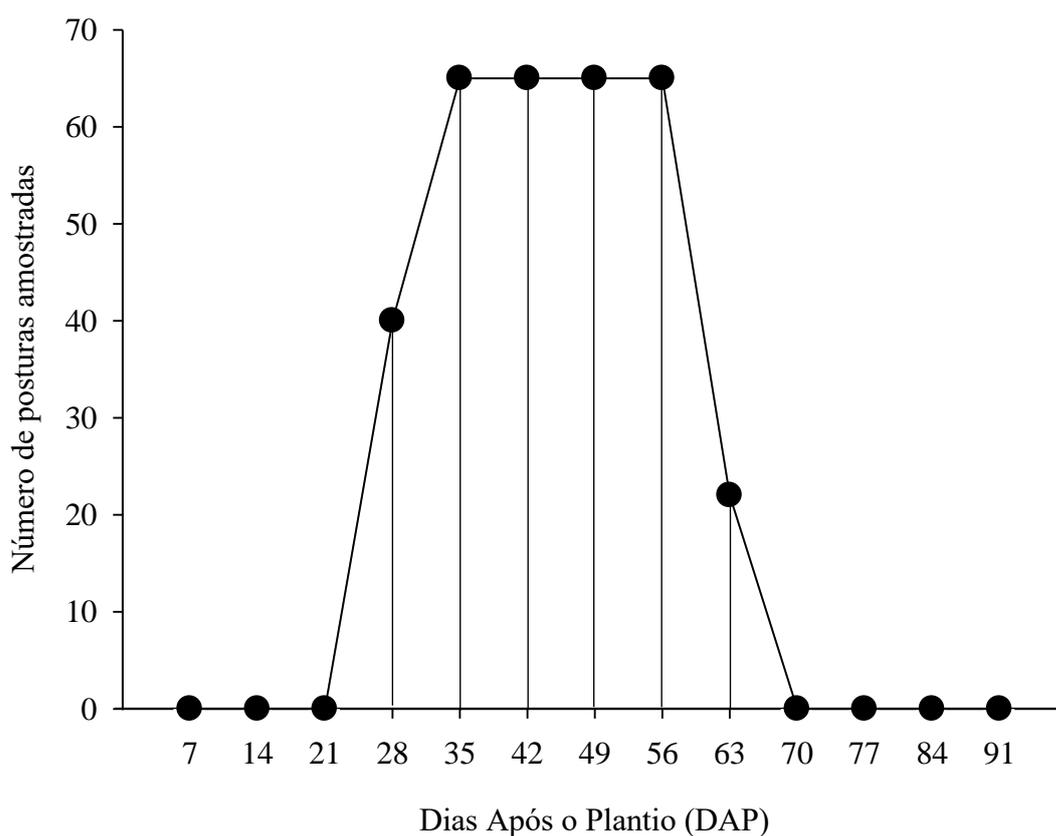


Figura 1. Distribuição do número absoluto de posturas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae), manualmente amostradas, do 7º ao 91º dia após o plantio em plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) (cv. Ágata). Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil.

Considerando o total de posturas coletadas durante todo o período experimental, 43% e 47% delas encontraram-se nos terços superior e mediano, respectivamente, representando a maioria das posturas coletadas (90%). Apenas 10% foram encontradas no terço inferior das plantas de batata (Figura 2A). Todavia, a distribuição das posturas

nas plantas de batata foi alterada quando consideramos os tratamentos pulverizados com clorfenapir (Figura 2B) ou não (Figura 2C). No primeiro caso, 25%, 63% e 12% das posturas de *S. eridania* foram coletadas nos terços superior, mediano e inferior, respectivamente. E no segundo caso, 61% das posturas foram coletadas no terço superior, 31% no mediano e, apenas, 8% no inferior (Figura 2C).

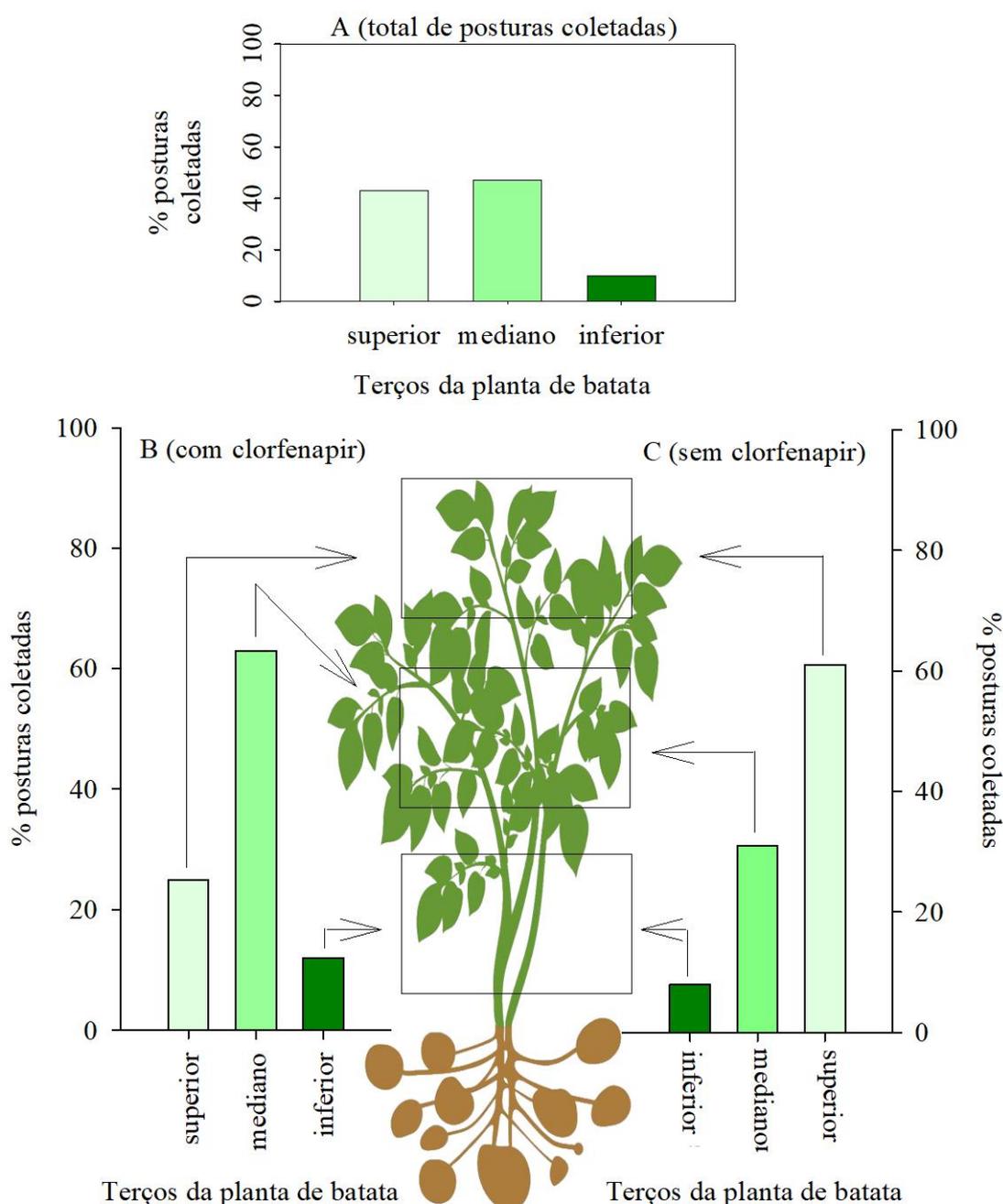


Figura 2. Distribuição percentual do número de posturas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae), manualmente coletadas, em função dos terços superior, mediano e inferior em plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) (cv. Ágata), independente do tratamento (Fig. 2A), pulverizadas (Fig. 2B) ou não (Fig. 2C) com o inseticida clorfenapir. Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil. Desenho central da planta de

batata meramente ilustrativo. Fonte: www.dreamstime.com.

Diferenças significativas foram observadas na proporção de posturas de *S. eridania* coletadas em função dos intervalos semanais de amostragem, nos terços superior e mediano, e em função da condição de pulverização com clorfenapir ou não (Tabela 1). Todavia, não houve diferença na proporção de posturas coletadas para o terço inferior das plantas de batata, e em função dos tratamentos, para nenhum intervalo de tempo (Tabela 1). A maior quantidade proporcional de posturas, no terço superior das plantas de batata, foi coletada nas parcelas sem pulverizações com o inseticida clorfenapir (Tabela 1), para todos os intervalos de avaliação. Todavia, no terço mediano, a quantidade proporcional de posturas de *S. eridania* não foi unicamente coletada nas parcelas sem o inseticida clorfenapir. Nesse caso, nos intervalos 35 DAP e 49 DAP, a proporção de posturas coletadas foi a mesma entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção de posturas (média¹ ± IC²) de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae), manualmente coletadas, nos terços superior, mediano e inferior em plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) (cv. Ágata), pulverizadas com o inseticida clorfenapir, ou não, e em função dos seis intervalos de amostragem semanais (dias após o plantio, DAP). Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil

Região da planta de batata	DAP	Sem clorfenapir	Com clorfenapir
Terço Superior	28	0,6333±0,16 a	0,2667±0,16 b
	35	0,6333±0,16 a	0,3000±0,15 b
	42	0,5667±0,17 a	0,1667±0,16 b
	49	0,6000±0,16 a	0,3000±0,16 b
	56	0,6000±0,16 a	0,2333±0,15 b
	63	0,6667±0,23 a	0,1000±0,13 b
Terço Médio	28	0,3000±0,16 b	0,6333±0,16 a
	35	0,3000±0,16 a	0,5333±0,17 a
	42	0,3000±0,17 b	0,6333±0,16 a
	49	0,3333±0,17 a	0,6000±0,17 a
	56	0,3000±0,17 b	0,6667±0,16 a
	63	0,3333±0,24 b	0,9000±0,10 a
Terço Inferior	28	0,0667±0,13 a	0,1000±0,15 a
	35	0,0667±0,13 a	0,1333±0,16 a
	42	0,1333±0,15 a	0,2000±0,16 a
	49	0,0667±0,13 a	0,1000±0,15 a
	56	0,1000±0,15 a	0,1000±0,14 a
	63	0,0000±0,00 a	0,0000±0,00 a

¹Médias seguidas pela mesma letra (dentro da linha) não diferem significativamente pela sobreposição dos intervalos de confiança gerados pelo método sisonglaz para proporções multinomiais. ²IC = intervalo de confiança de 95%.

A Figura 3 representa a probabilidade de oviposição para mariposas de *Spodoptera eridania* em função dos três terços avaliados da planta de batata para cada um dos tratamentos dentro de cada intervalo de coleta. E confirma que apenas no terço inferior das plantas de batata não houve diferença na probabilidade de oviposição da praga. Aos 65 DAP a probabilidade de oviposição foi nula no terço inferior, independente dos tratamentos. Mariposas fêmeas de *Spodoptera eridania* preferiram ovipositar no terço médio das plantas de batata quando essas foram expostas ao inseticida clorfenapir (Figura 4). Enquanto, sem exposição ao inseticida (tratamento controle), a preferência para oviposição ocorreu no terço superior das plantas de batata (Figura 4).

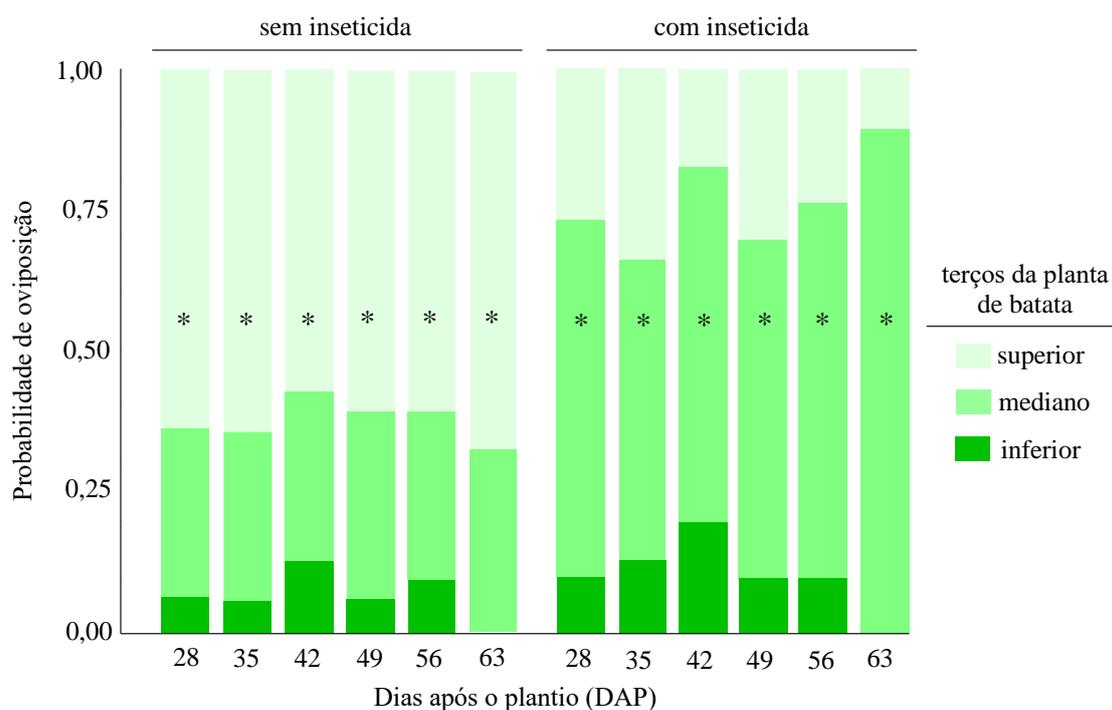


Figura 3. Probabilidade de oviposição¹ de mariposas fêmeas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em função dos terços superior, mediano e inferior em plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) (cv. Ágata), pulverizadas com o inseticida clorfenapir, ou não, para seis intervalos de amostragem semanais (dias após o plantio, DAP). Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil. ¹Asterisco apresenta superior probabilidade de oviposição pelo teste multinomial de Monte Carlo.

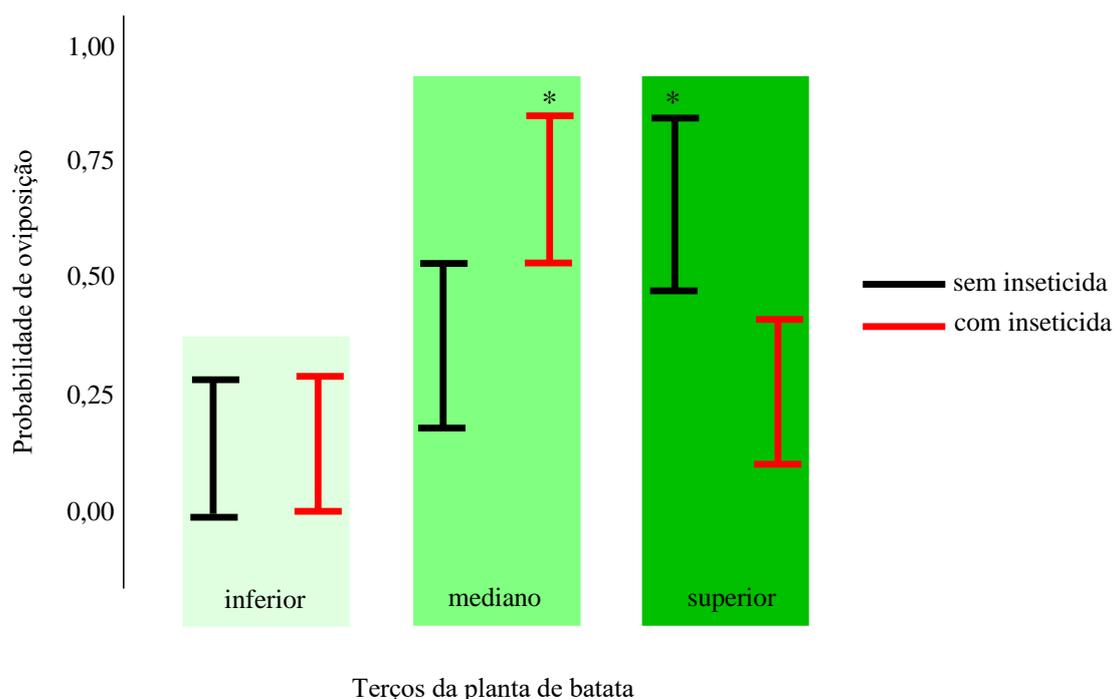


Figura 4. Probabilidade de oviposição¹ de mariposas fêmeas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em função dos terços superior, mediano e inferior em plantas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) (cv. Ágata), pulverizadas com o inseticida clorfenapir, ou não. Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil. ¹Área com asterisco (ou não) (dentro da mesma região da planta) apresenta superior probabilidade de oviposição ou semelhante, respectivamente, pelo teste multinomial de Monte Carlo.

Mariposas de *Spodoptera eridania* modificaram sua preferência para oviposição nas faces adaxial ou abaxial das folhas de batata em função dos tratamentos avaliados (Figura 5). Uma maior proporção de posturas ($93,00 \pm 1,20\%$) foi depositada na face abaxial nos tratamentos com aplicação do clorfenapir do que na face adaxial ($7,00 \pm 0,90\%$) (Figura 5A). Para as parcelas sem aplicação do inseticida, não houve diferença significativa entre a preferência pelas faces adaxial ($43,20 \pm 0,80\%$) ou abaxial ($56,80 \pm 0,75\%$) das folhas de batata (Figura 5A). Adicionamos o fator tempo para observação do comportamento de preferência para oviposição das mariposas de *S. eridania* com resultados presentes na Figura 5B e C. O modelo de melhor ajuste, para todas as combinações avaliadas, foi o polinomial cúbico, apresentando uma tendência de queda na quantidade de posturas depositadas nas folhas de batata com o tempo. Nas parcelas sem exposição ao inseticida, ocorreu inicialmente (dos 28 aos 35 DAP) preferência para oviposição na face adaxial das folhas, mas com o passar do tempo (a partir dos 49 DAP até os 63 DAP) tal preferência deixou de ser marcante (Figura 5B). Todavia, para as

parcelas com inseticidas, observou-se nítida diferença na oviposição na face abaxial das folhas de batata pelas mariposas de *S. eridania* com essa escolha se repetindo ao longo dos intervalos de avaliação (Figura 5C).

As equações de regressão, valores de R^2 (ajustado), P e F , em função de cada combinação avaliada, foram $y = 132,4524 - 9,3226x + 0,2286x^2 - 0,0018x^3$, R^2 (ajustado) = 0,8588, $P = 0,03$ e $F = 15,22$ (sem inseticida e oviposição na face abaxial das folhas de batata); $y = 49,5476 - 2,5482x + 0,0702x^2 - 0,0006x^3$, R^2 (ajustado) = 0,8291, $P = 0,02$ e $F = 13,32$ (sem inseticida e oviposição na face adaxial das folhas de batata); $y = 67,8889 - 4,6523x + 0,1046x^2 - 0,0008x^3$, R^2 (ajustado) = 0,9179, $P = 0,04$ e $F = 19,63$ (com inseticida e oviposição na face abaxial das folhas de batata) e, por fim, $y = 131,0000 - 8,5374x + 0,2274x^2 - 0,0019x^3$, R^2 (ajustado) = 0,9846, $P = 0,03$ e $F = 15,13$ (com inseticida e oviposição na face adaxial das folhas de batata).

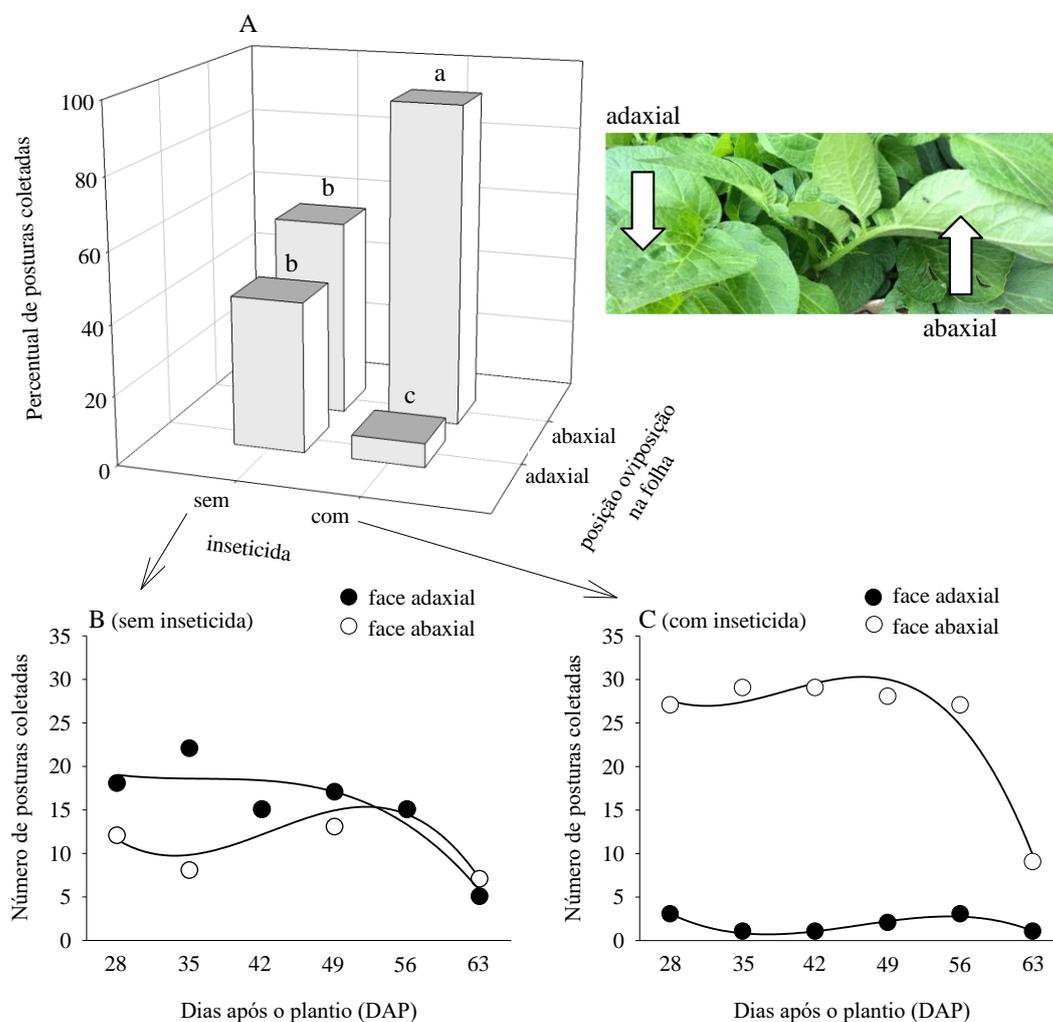


Figura 5. Percentual (%)¹ de posturas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) coletadas nas faces adaxial ou abaxial das folhas de batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) (cv. Ágata), e em função da pulverização, ou não, com o inseticida

clorfenapir (Figura 5A) e análise de regressão para o número de posturas (médias) coletadas nas faces adaxial (●) ou abaxial (○) das folhas em função da pulverização, ou não, para cada intervalo de tempo (DAP). Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil. ¹Letras minúsculas semelhantes (na Figura 5A) representam percentuais que não diferem entre si ($P > 0,05$), em função das combinações existentes, pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

A quantidade percentual de posturas de *Spodoptera eridania* com alta densidade de escamas, baixa ou sem escamas não variou entre tratamentos (Figura 6A). Todavia, a grande maioria das posturas coletadas, independente dos tratamentos, continham alta densidade de escamas cobrindo os ovos, seguida por baixa densidade e, na sua minoria, posturas sem escamas (Figura 6A). Após análises por diversos modelos de regressão, adicionando o fator tempo (DAP), verificou-se melhor ajuste dos dados em função de modelos polinomiais de regressão do tipo cúbico (Figuras 6B e C). A deposição das posturas com escamas (alta densidade), pelas mariposas de *Spodoptera eridania*, apresentou um pico entre o 42º e 56º DAP com posterior declínio, independente da aplicação ou não do clorfenapir. Por outro lado, a maior quantidade de ovos com baixa densidade de escamas foi depositada nos primeiros dias de coleta, com posterior declínio ao longo do tempo. E, por fim, o número de ovos sem escamas apresentou tendência de queda ao longo do intervalo de tempo de coletas, com leve tendência de aumento na quantidade nos últimos dias de avaliação.

As equações de regressão, valores de R^2 (ajustado), P e F , em função de cada combinação avaliada, para a alta ou baixa densidade de escamas ou sua ausência nas posturas foram $y = 143,5397 - 10,5144x + 0,2839x^2 - 0,0024x^3$, R^2 (ajustado) = 0,9054, $P = 0,03$ e $F = 16,42$ (sem inseticida e alta densidade de escamas); $y = -17,8175 + 2,3275x - 0,0638x^2 - 0,0005x^3$, R^2 (ajustado) = 0,8458, $P = 0,02$ e $F = 13,65$ (sem inseticida e baixa densidade); $y = 52,2778 - 3,6839x + 0,0788x^2 - 0,0005x^3$, R^2 (ajustado) = 0,8542, $P = 0,02$ e $F = 13,90$ (sem inseticida e sem escamas); $y = 236,5159 - 17,9299x + 0,4641x^2 - 0,0038x^3$, R^2 (ajustado) = 0,8796, $P = 0,03$ e $F = 14,87$ (com inseticida e alta densidade de escamas); $y = -84,0952 + 7,2290x - 0,1740x^2 + 0,0013x^3$, R^2 (ajustado) = 0,8614, $P = 0,03$ e $F = 19,17$ (com inseticida e baixa densidade) e, por fim, $y = 46,4683 - 2,4889x + 0,0419x^2 - 0,0002x^3$, R^2 (ajustado) = 0,9241, $P = 0,04$ e $F = 21,27$ (com inseticida e sem escamas).

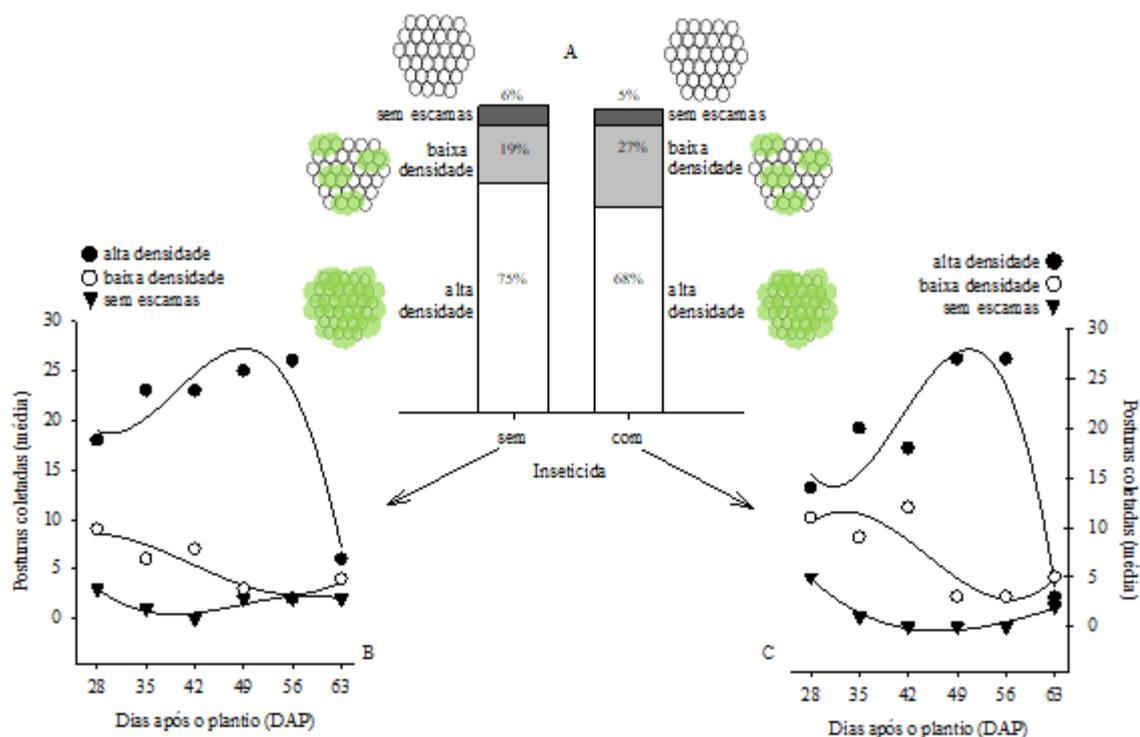


Figura 6. Percentual (%) para o quantitativo absoluto de posturas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) coletadas com alta densidade de escamas, baixa ou sem escamas, sobre os ovos, em função da pulverização, ou não, com o inseticida clorfenapir (Figura 6A) e análise de regressão para o número médio de posturas, em função das três ensidades de escamas nas posturas, em função da ausência (Figura 6B) ou presença (Figura 6C) de pulverizações com clorfenapir para cada intervalo de tempo (DAP). Campo Alegre de Goiás, GO, Brasil.

DISCUSSÃO

A presença do inseticida clorfenapir, sob plantas de batata (cv. Ágata), induziu mudanças na oviposição em *Spodoptera eridania* com distribuição dos seus ovos para o terço mediano, em detrimento do superior. A mudança na escolha exercida pelas mariposas quanto à qual face da superfície foliar (adaxial ou abaxial) depositar seus ovos revela sua importância no comportamento de oviposição para *S. eridania*. E aparenta estar relacionado com a manutenção da sobrevivência na fase de ovo, em ambientes com risco de exposição a inseticidas. As posturas coletadas em campo com alta densidade de escamas não apresentaram relação dependente da presença do inseticida, o que pode envolver fatores ligados, exclusivamente, à defesa contra o parasitismo, por exemplo. Aplicações de inseticidas com pulverizações dirigidas ao terço superior das plantas, com tamanho de gotas variando entre (150 a 250 $\mu\text{L cm}^{-2}$), é um procedimento convencional

no Brasil, independente do que é cultivado e se as pulverizações são terrestres ou aéreas (Paredes-Sánchez et al. 2021). O que sugere maior pressão nessa região da planta, onde há maior probabilidade de exposição a inseticidas. Empresas que desenvolvem PD&I em tecnologia de aplicação de inseticidas devem suplantam o efeito guarda-chuva (Ali et al. 2011), que possui relevância no sistema inseto-planta aqui estudado. Nossos resultados também apontam a necessidade de aprimoramentos nos procedimentos de amostragem, para programas de Manejo Integrado de Pragas em batata, envolvendo populações de Noctuidae em áreas tratadas com inseticidas.

O número de posturas de *Spodoptera eridania*, coletadas ao longo do tempo em plantas de batata, apresentou um pico dos 35 aos 56 DAP. O que é comum em insetos polívoros com alta abundância de alimento (estação da safra) e posterior escassez (entressafra) (Santos et al. 2017). A maior ocorrência das posturas de *S. eridania* coincidiu com estádios fenológicos específicos da planta de batata e que, de certa forma, são tendenciosos em favorecer o desenvolvimento das suas lagartas. Tais como o estágio II (21 a 35 DAP) com abundante desenvolvimento de hastes e folhas na planta (Gayler et al. 2002) e o estágio III (35 a 49 DAP) onde ocorre o início da tuberização e alta capacidade fotossintética das folhas (Timlin et al. 2006). E no intervalo entre 56 a 77 DAP (estádio IV) onde a folhagem atinge seu pleno desenvolvimento (Bautista et al. 2012), com máxima produção de carboidratos, bem como pico na concentração de nitrogênio, como demonstrado por Schittenhelm et al. (2004) em genótipos silvestres e transgênicos de batatas. Essa sincronia comprova a alta adaptabilidade de *S. eridania* em plantas de batata no Cerrado goiano, sendo mais uma praga oriunda da soja com adaptabilidade àquela Solanaceae. Pragas-chave em batata, em outras regiões do mundo, como *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) (Kroschel et al. 2013) e *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) (Tryjanowski et al. 2017) também apresentam sincronia com alta densidade de folhas, aumento de fotossíntese e teor de nitrogênio na parte aérea.

A grande maioria das posturas foram coletadas nos terços superior e médio totalizando 90% das coletas, enquanto no terço inferior apenas 10%, independente dos tratamentos. *Chrysodeixis includens* (que também se alimenta de batata e que, inclusive, pode estar migrando pelas pontes verdes oriundas dos cultivos anteriores de soja) apresenta maior população de ovos e lagartas distribuídos no terço inferior das plantas de batata, segundo Salas et al. (2017). O que pode ser devido a busca por abrigo. Pois como é a espécie mais abundante em áreas de soja no Brasil (Horikoshi et al. 2021), especula-

se maior pressão oriunda por inimigos naturais. Exigências peculiares por fatores abióticos, como menor temperatura e maior umidade, também podem direcionar a distribuição de *C. includens* para os terços inferiores em batata. *Spodoptera eridania* apresentou exigências térmicas inferiores ($Tt=11,90^{\circ}\text{C}$) em comparação a *S. albula* ($Tt=13,19^{\circ}\text{C}$), *S. cosmioides* ($Tt=13,23^{\circ}\text{C}$) e *S. frugiperda* ($Tt=13,04^{\circ}\text{C}$) em condições laboratoriais (Parra et al. 2021). Por ter exigências térmicas menores, *S. eridania* poderia ser aquela espécie mais comum nos terços inferiores das plantas de batata. Mas demonstramos o contrário. O terço inferior, em plantas de batata, apresentou menor eficiência no uso da luz ($0,09 \pm 0,01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ J}^{-1}$) em comparação ao terço superior ($0,19 \pm 0,01 \mu\text{mol CO}_2 \text{ J}^{-1}$) sob oscilação térmica de $23/18^{\circ}\text{C}$ (dia/noite) (Fleisher et al. 2006). O que comprova, naturalmente, menor penetração dos raios solares e, possivelmente, temperaturas menores em comparação aos terços superiores e mediano. Todavia, nosso estudo foi conduzido na estação oficial de plantio de batata no Cerrado goiano, ou seja, no inverno, com médias mensais de 19°C e oscilação de mínimas e máximas entre 12°C a 24°C , respectivamente (dados oriundos da estação meteorológica da fazenda). O que pode não ter exercido gradientes térmicos discrepantes em função dos terços das plantas de batata. Adicionalmente, o fato de *S. eridania* ter ovipositado nos terços superiores pode lhe conferir vantagens ecológicas, como maior agilidade na oviposição e locomoção. Além de menor risco ao ataque por predadores com estratégia de emboscada, incluindo insetos e/ou aranhas. Contudo, essas premissas precisam ser convenientemente avaliadas em futuros trabalhos.

Adicionalmente, as folhas do terço inferior em plantas de batata possuem menor qualidade nutricional, em termos de conteúdo de nitrogênio, por exemplo, e síntese de fotoassimilados (Oliveira 2000). Na cv. Ágata, que pertence ao grupo *tuberosum*, as folhas são mais largas (Oliveira et al. 2021) do que no grupo *andigena* (cujas folhas são mais eretas) (Córdoba-Figueroa et al. 2021). E isso implica em diferenças na interceptação luminosa. O que gera gradientes nutricionais para cada estrato da planta de batata refletindo nas preferências pelos insetos generalistas graças a ação de proteases digestivas com diferentes funções e estruturas adaptativas (Hafeez et al. 2021). Além disso, a maior incidência de partículas de solo presentes na superfície foliar (pelas gotas de irrigação que caem no solo e respingam nas folhas) e a grande quantidade de fotoassimilados que são drenados das folhas até os tubérculos na senescência e maturação (o que implica em amarelecimento das folhas, inicialmente pelo terço inferior) são outros fatores que contribuem para a menor qualidade das folhas em batata no sentido

ascendente.

A mudança na distribuição espacial dos ovos de *S. eridania*, dependente do inseticida clorfenapir, aparenta ser uma consequência da sua seletividade comportamental e definida como uma forma de defesa elementar: a fuga (Zalucki & Furlong 2017). Antes disso, a percepção dos terços da planta de batata com presença do inseticida pode ter sido exercida pela ação de famílias de genes envolvendo receptores gustatórios e olfativos, esses últimos associados com neurônios olfativos presentes nas antenas com detecção ativa de odores (Hafeez et al. 2021). O critério de escolha por locais para oviposição em insetos altamente generalistas, como *Spodoptera* spp., é controverso. Alguns estudos apontam a qualidade nutricional do hospedeiro resultando em um menor tempo de desenvolvimento dos imaturos e maior potencial reprodutivo aos adultos, ou seja, maior performance biológica aos descendentes (Refsnider & Janzen 2010). Todavia, há exceções onde pistas táteis, como tricomas, e voláteis, como exsudatos, aparentam ter maior importância (Sotelo-Cardona et al. 2021). Fêmeas de *S. frugiperda* preferiram ovipositar em híbridos de milho Bt, pois aqueles não Bt continham maiores níveis de injúria, revelando a importância da competição em alguns casos (Nascimento et al. 2020). O menor risco de mortalidade dos ovos (seja por predação, parasitismo ou exposição à inseticidas) é uma quarta via para justificar as escolhas das fêmeas por locais específicos para oviposição em vegetais e que parece estar mais conectada aos nossos resultados. A fase de ovo para a grande maioria das espécies do gênero *Spodoptera* é tida como aquela mais suscetível à inseticidas (Soares et al. 2021). Pois são sésseis e não possuem aparato enzimático para detoxificação, incluindo citocromo monooxigenases P450s (Demkovich et al. 2021), que são encontradas majoritariamente no intestino médio, túbulos de Malpighi e tecido gorduroso das lagartas (Giraud et al. 2014). O terço mediano em batata, principalmente naquelas provenientes do grupo *tuberosum*, como as cultivares Ágata e Granola, possui maior massa de hastes e folhas, em comparação com o superior e inferior (Villa et al. 2017). E isso pode estar servindo como abrigo do tipo físico contra exposição das moléculas inseticidas.

As faces adaxial e abaxial das folhas de batata também apresentaram importância quanto à seletividade, induzida pelo inseticida, das mariposas de *Spodoptera eridania* para depositar seus ovos. Mais de 90% das posturas foram depositadas na face abaxial, nas parcelas com aplicação do inseticida clorfenapir. Enquanto que, sem inseticida, a deposição das posturas entre as duas faces da folha foi semelhante. As faces das folhas possuem importância ecológica, para insetos mastigadores ou sugadores, envolvendo

termorregulação, abrigo, melhor locomoção e qualidade nutricional (como teor de clorofila) (Abarca et al. 2014, Lu et al. 2015, Fauset et al. 2018, Salerno et al. 2018, Gomes et al. 2023). Todavia, sugerimos que o abrigo contra a exposição ao inseticida seja o principal mecanismo envolvido na escolha das mariposas. A hipótese de termorregulação (Fauset et al. 2018), aparentemente, pode não justificar as escolhas das mariposas depositarem seus ovos, pois sem a presença de inseticidas não houve diferença significativa entre as escolhas.

A densidade de escamas nas posturas coletadas de *Spodoptera eridania* não foi influenciada pelos tratamentos avaliados. A maioria das posturas coletadas apresentaram alta densidade de escamas o que pode, apenas, indicar proteção física contra o comportamento de oviposição e predação por inimigos naturais (Beserra & Parra 2003, Dong et al. 2021). *Trichogrammatoidea* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitou apenas 25% dos ovos de *S. frugiperda* cobertos por escamas, preferindo, inclusive, aqueles sem escamas em testes laboratoriais (Laminou et al. 2020). Todavia, a eficiência desse tipo de proteção aos ovos pode ser suplantada, pois *Telenomus remus* (Hymenoptera: Platygastridae) apresentou mais de 70% de parasitismo, em comparação com menos de 20% para *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma dendrolimi* em ovos de *S. frugiperda* com escamas (Dong et al. 2021). Supomos que posturas sem escamas ou com baixa densidade delas possuem maior risco de exposição a inseticidas, pela falta de anteparo físico. Aproximadamente $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{3}$ das posturas em áreas sem ou com inseticidas, respectivamente, foram coletadas com baixa densidade e sem escamas. Além disso, após os 53 DAP, o número de posturas com escamas reduziu drasticamente em comparação aos demais intervalos de tempo. O que pode estar relacionado com a falta de reposição das escamas abdominais das mariposas fêmeas, após a cobertura de várias posturas ao longo do seu período reprodutivo, como também observado em *S. frugiperda* (Peñaflor et al. 2012).

Por fim, acreditamos que nossas observações preliminares de campo possam ser úteis para aprofundar o conhecimento sobre respostas envolvidas com a adaptabilidade de herbívoros generalistas, como *Spodoptera eridania*, em plantas de batata. Tanto para adaptar mudanças envolvidas com procedimentos de amostragem em programas de Manejo Integrado de Pragas em cultivos contidos em sistemas com presença de pontes verdes. Como no caso da soja-batata, quanto à seletividade comportamental demonstrada por insetos-praga, com respostas claramente dependentes do uso de inseticidas.

CONCLUSÕES

Independente dos tratamentos avaliados (com ou sem aplicação do inseticida clorfenapir), 90% das posturas de *Spodoptera eridania* foram coletadas nos terços superior e mediano das plantas de batata, com minoria no inferior.

Fêmeas de *Spodoptera eridania* preferiram ovipositar no terço médio das plantas pulverizadas. Enquanto que, sem pulverização, a preferência ocorreu no terço superior.

Aproximadamente 93% das posturas foram depositadas na face abaxial com clorfenapir, mas sem diferença significativa nas parcelas sem inseticida.

O percentual de posturas de *Spodoptera eridania* com alta densidade de escamas, baixa ou sem escamas não variou entre tratamentos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao IF Goiano, Campus Urutaí, pela concessão de apoio financeiro em forma de bolsas de estudo. Aos alunos do curso Bacharelado em Agronomia do Campus Urutaí, Ângelo Bastos Pereira, Henrique Queiroz Santos, Mychelle Pires Barbosa e Elias Correa de Freitas Neto pelo auxílio na execução das atividades de campo. Ao Grupo Paineiras, lote 5, em nome dos senhores João Romeiro, Yukio Ishi e Bruno Romeiro pelo suporte durante o período experimental. Ao grupo Irmãos Martins Empreendimentos Agrícolas pelo acesso nas suas áreas de produção de batata, em nome do Sr. Emerson de Oliveira Martins. Ao gerente de campo desse grupo, Sr. Ricardo Pereira de Lima, pelas sugestões e aprendizado proporcionados, bem como relacionamento. Ao Renato Garcia, Desenvolvimento Técnico de Mercado da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, pelo incentivo ao desenvolvimento de ensaios na cultura da batata. E, por fim, ao Programa Profissional de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, pela oportunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca M, K Boege, A Zaldívar-Riverón. 2014. Shelter-building behavior and natural history of two pyralid caterpillars feeding on *Piper stipulaceum*. **Journal of Insect Science**. 14: 39.

AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 02.02.2022.

Ali MA, A Nasir, FH Khan, MA Khan. 2011. Fabrication of ultra low volume (ULV) pesticide sprayer test bench. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. 48: 135-140.

Barros EM, JB Torres, JR Ruberson, MD Oliveira. 2010. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. 137: 237-245.

Bautista J, F Herbert, M Ramírez, L William, JB Torres. 2012. Nutrient uptake of the diploid potato (*Solanum phureja*) variety Criolla Colombia, as a reference point to determine critical nutritional levels. **Agronomía Colombiana**. 30: 436-447.

Beserra EB, JRP Parra. 2003. Comportamento de parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em posturas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. 47: 205-209.

Bortolotto OC, A Pomari-Fernandes, RCOF Bueno, AF Bueno, YKS da Kruz, AP Queiroz, A Sanzovo, RB Ferreira. 2015. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**. 1: 25-32.

Bruce TJA. 2015. Interplay between insects and plants: dynamic and complex interactions that have coevolved over millions of years but act in milliseconds. **Journal of Experimental Botany**. 66: 455-465.

Brumatti LM, GF Pires, AB Santos. 2020. Challenges to the adaptation of double cropping agricultural systems in Brazil under changes in climate and land cover. **Atmosphere**. 11: 1310.

Brush S, R Kesseli, R Ortega, P Cisneros, K Zimmerer, C Quiros. 1995. Potato diversity in the Andean center of crop domestication. **Conservation Biology**. 9: 1189-1198.

Camargo Filho WP, FP Camargo. 2017. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. **Horticultura Brasileira** 35: 160-166.

Córdoba-Figueroa ME, H Criollo-Escobar, S Insuasty-Córdoba, JF Mateus-Rodríguez. 2021. Differential growth and yield responses of local potato cultivars from basic seed tubers. **Horticultura Brasileira** 39: 272-278.

Demkovich MR, B Calla, E Ngumbi, BS Higbee, JP Siegel, MR Berenbaum. 2021. Differential regulation of cytochrome P450 genes associated with biosynthesis and detoxification in bifenthrin-resistant populations of navel orangeworm (*Amyelois transitella*). **PLoS ONE**. 16: e0245803.

Donagemma GK, PL Freitas, FC Balieiro, A Fontana, ST Spera, JF Lumberras, JHM Viana, JCA Filho, FC Santos, MR Albuquerque, MCM Macedo, PC Teixeira, AJ Amaral, E Bortolon, L Bortolon. 2016. Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 51: 1003-1020.

Dong H, KH Zhu, Q Zhao, XP Bai, JC Zhou, L Zhang. 2021. Morphological defense of the egg mass of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) affects parasitic capacity and alters behaviors of egg parasitoid wasps. **Journal of Asia-Pacific Entomology**. 24: 671-678.

Fauset S, HC Freitas, DR Galbraith, MJP Sullivan, MPM Aidar, CA Joly, OL Phillips, SA Vieira, MU Gloor. 2018. Differences in leaf thermoregulation and water use strategies between three co-occurring Atlantic forest tree species. **Plant, Cell & Environment**. 41: 1618-1631.

Fleisher DH, DJ Timlin, VR Reddy. 2006. Temperature influence on potato leaf and branch distribution and on canopy photosynthetic rate. **Agronomy Journal**. 98: 1442-1452.

Gayler S, E Wang, E Priesack, T Schaaf, FX Maidl. 2002. Modeling biomass growth, N-uptake and phenological development of potato crop. **Geoderma**. 105: 367-383.

Giraud M, F Hilliou, T Fricaux, P Audant, R Feyereisen, G Le Goff. 2014. Cytochrome P450s from the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): responses to plant allelochemicals and pesticides. **Insect Molecular Biology**. 24: 115-128.

Gomes GN, GLD Leite, MA Soares, REM Guanãbens, PG Lemes, JC Zanuncio. 2023. Arthropod fauna on the abaxial and adaxial surfaces of *Acacia mangium* (Fabaceae) leaves. **Brazilian Journal of Biology**. 83: e245536.

Hafeez M, X Li, F Ullah, Z Zhang, J Zhang, J Huang, MM Khan, L Chen, X Ren, S Zhou, GM Fernández-Grandon, MP Zalucki, Y Lu. 2021. Behavioral and physiological plasticity provides insights into molecular based adaptation mechanism to strain shift in *Spodoptera frugiperda*. **International Journal of Molecular Sciences**. 22: 10284.

Hodgson EW, RL Koch, JA Davis, D Reising, SV Paula-Moraes. 2021. Identification and biology of common caterpillars in U.S. soybean. **Journal of Integrated Pest Management**. 12/13:1-8.

Horikoshi RJ, PM Dourado, GU Berger, DS Fernandes, C Omoto, A Willse, S Martinelli, GP Head, AS Corrêa. 2021. Large-scale assessment of lepidopteran soybean pests and efficacy of Cry1Ac soybean in Brazil. **Scientific Reports**. 11:15956.

Hothorn T, F Bretz, P Westfall. 2008. Simultaneous inference in general parametric

models. **Biometrical Journal**. 50: 346-363.

Jadoski SO, LLSR Sales, LR Saito, MS Ramos, CA Pott. 2014. Desenvolvimento vegetativo da cultura da batata em função da amontoa e espaçamento de plantas. **Revista Caatinga**. 27: 83-92.

Kriticos DJ, N Ota, WD Hutchison, J Beddow, T Walsh, WT Tay, MP Zalucki. 2015. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time? **PLoS ONE**. 10: e0119618.

Kroschel J, M Sporleder, HEZ Tonnang, H Juarez, P Carhuapoma, JC Gonzales, R Simon. 2013. Predicting climate change caused changes in global temperature on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) distribution and abundance using phenology modeling and GIS mapping. **Agricultural and Forest Meteorology**. 170: 228-241.

Kroschel J, N Mujica, J Okonya, A Alyokhin. 2020. Insect pests affecting potatoes in tropical, subtropical, and temperate regions. *In*: Campos H, O Ortiz (eds). *The Potato Crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind*. Cham (Switzerland). Springer, Cham. pp. 251-306.

Laminou SA, MN BA, L Karimoune, A Doumma, R Muniappan. 2020. Parasitism of locally recruited egg parasitoids of the fall armyworm in Africa. **Insects**. 11: 430.

Latrubesse EM, E Arima, ME Ferreira, SH Nogueira, F Wittmann, MS Dias, FCP Dagosta, M Bayer. 2019. Fostering water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. **Conservation Science and Practice**. 1: e77.

Liao YL, B Yang, MF Xu, W Lin, DS Wang, KW Chen, HY Chen. 2019. First report of *Telenomus remus* parasitizing *Spodoptera frugiperda* and its field parasitism in southern China. **Journal of Hymenoptera Research**. 73: 95-102.

Lu S, X Lu, W Zhao, Y Liu, Z Wang, K Omasa. 2015. Comparing vegetation indices for remote chlorophyll measurement of white poplar and Chinese elm leaves with different adaxial and abaxial surfaces. **Journal of Experimental Botany**. 66: 5625-5637.

Malaquias JB, DRS Santana, PE Degrande, CP Ferreira, EP Melo, WAC Godoy, JKS Pachú, FS Ramalho, C Omoto, AIA Pereira, RA Guazina. 2021. Shifts in ecological dominance between two lepidopteran species in refuge areas of Bt Cotton. **Insects**. 12:157.

Menzel U. 2013. EMT: Exact Multinomial Test: goodness-of-fit test for discrete multivariate data. R package version. 1: 1-8.

Montezano DG, A Specht, DR Sosa-Gómez, VF Roque-Specht, NM Barros. 2014. Immature stages of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Journal of Insect Science**. 14: 238.

Moral RA, J Hinde, CGB Demétrio. 2017. Half-Normal plots and overdispersed models in R: The hnp package. **Journal of Statistical Software**. 81: 1-23.

Nascimento PT, RG Von Pinho, MAM Fadini, CSF Souza, FH Valicente. 2020. Does singular and stacked corn affect choice behavior for oviposition and feed in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)? **Neotropical Entomology**. 49: 302-310.

Oliveira LS, AM Fernandes, RP Soratto, D Han, RM Silva. 2021. Shoot growth, tuber yield and quality of two potato cultivars as affected by prohexadione-calcium application. **Revista Ceres**. 68: 411-419.

Oliveira SAS. 2000. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 35: 939-950.

Paredes-Sánchez FA, G Rivera, V Bocanegra-García, HY Martínez-Padrón, M Berrones-Morales, N Niño-García, V Herrera-Mayorga. 2021. Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*. A review. **Molecules**. 26: 5587.

Parra JRP, A Coelho Jr, JB Cuervo-Rugno, AG Garcia, RA Moral, A Specht, D Dourado Neto. 2021. Important pest species of the *Spodoptera* complex: Biology, thermal requirements and ecological zoning. **Journal of Pest Science**. 95: 10.

Peñaflor MFGV, MMM Sarmiento, CSB Silva, AG Werneburg, JMS Bento. 2012. Effect of host egg age on preference, development and arrestment of *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae). **European Journal of Entomology**. 109: 15-20.

Pogue GMA. 2002. World revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**. 43: 1-202.

Pym A, KS Singh, A Nordgren, TGE Davies, CT Zimmer, J Elias, R Slater, C Bass. 2019. Host plant adaptation in the polyphagous whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, is associated with transcriptional plasticity and altered sensitivity to insecticides. **BMC Genomics**. 20: 996.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Refsnider JM, FJ Janzen. 2010 Putting eggs in one basket: ecological and evolutionary hypotheses for variation in oviposition-site choice. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**. 41: 39-57.

Salas FJS, C Müller, T Jocys. 2017. Pragas da cultura de batata. 1-43. *In*: Salas FJS, JG Töfoli (Eds.). 2017. Cultura da batata: pragas e doenças. São Paulo: Instituto Biológico. 241p.

Salerno G, M Reborá, E Gorb, S Gorb. 2018. Attachment ability of the polyphagous bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) to different host plant surfaces. **Scientific Reports**. 8: 10975.

Santos Neves RC, JB Torres, EM Barros, LM Vivan. 2018. Boll weevil within season and off-season activity monitored using a pheromone-and-glue reusable tube trap. **Scientia Agricola**. 75: 313-320.

- Santos SR, A Specht, E Carneiroa, SV Paula-Moraes, MM Casagrande. 2017. Interseasonal variation of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in the Brazilian Savanna. **Revista Brasileira de Entomologia**. 61: 294-299.
- Schittenhelm S, U Menge-Hartmann, E Oldenburg. 2004. Photosynthesis, carbohydrate metabolism, and yield of phytochrome-B-overexpressing potatoes under different light regimes. **Crop Science**. 44: 131-143.
- Signorell A et al. 2019. DescTools: Tools for Descriptive Statistics. R package version 0.99.30. Dezembro, 2021. <https://cran.r-project.org/package=DescTools>
- Soares WS, SM Davi Junior, MES Fernandes, EA Souza, JE Serrão, A Plata-Rueda, LC Martínez, FL Fernandes. 2021. Toxicity and histological changes caused by insecticides in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Florida Entomologist**. 104: 77-83.
- Sotelo-Cardona P, WP Chuang, MY Lin, MY Chiang, S Ramasamy. 2021. Oviposition preference not necessarily predicts offspring performance in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetable crops. **Scientific Reports**. 11:15885.
- Specht A, DR Sosa-Gómez, SV Paula-Moraes, SAC Yano. 2013. Morphological and molecular identification of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and expansion of its occurrence record in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48: 689-692.
- Timlin D, SML Rahman, J Baker, VR Reddy, D Fleisher, B Quebedeaux. 2006. Whole plant photosynthesis, development, and carbon partitioning in potato as a function of temperature. **Agronomy Journal**. 98: 1195-1203.
- Tryjanowski P, TH Sparks, A Blecharczyk, I Małecka-Jankowiak, S Switek, Z Sawinska. 2017. Changing phenology of potato and of the treatment for its major pest (Colorado Potato Beetle). A long-term analysis. **American Journal of Potato Research**. 95: 26-32.
- Villa PM, L Sarmiento, FJ Rada, D Machado, AC Rodrigues. 2017. Leaf area index of potato (*Solanum tuberosum* L.) crop under three nitrogen fertilization treatments. **Agronomía Colombiana**. 35: 171-175.
- Wijesinha-Bettoni R, B Mouillé. 2019. The Contribution of potatoes to global food security, nutrition and healthy diets. **American Journal of Potato Research**. 96: 139-149.
- Zalucki MP, MJ Furlong. 2017. Behavior as a mechanism of insecticide resistance: evaluation of the evidence. **Current Opinion in Insect Science**. 21:1-7.