

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE *Spodoptera
frugiperda* EM MILHO DOCE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL ATRAVÉS DA CAPTURA DE ADULTOS**

Wanderlan Gonçalves Praxedes Junior
Eng. Agrônomo

WANDERLAN GONÇALVES PRAXEDES JUNIOR

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE *Spodoptera frugiperda* EM MILHO DOCE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL ATRAVÉS DA CAPTURA DE ADULTOS

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
2024

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

PW245d Praxedes Junior , Wanderlan Gonçalves
DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE Spodoptera
frugiperda EM MILHO DOCE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL ATRAVÉS DA CAPTURA DE ADULTOS / Wanderlan
Gonçalves Praxedes Junior ; orientador Alexandre
Igor Azevedo Pereira. -- Urutaí, 2024.
29 p.

Dissertação (Mestrado em mestrado profissional em
proteção de plantas) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Urutaí, 2024.

1. armadilha. 2. atrativo alimentar. 3.
mariposas. 4. Noctuidae. 5. Zea mays var.
saccharatum. I. Azevedo Pereira, Alexandre Igor,
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 (RIF 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:

Wanderlan Gonçalves Praxedes Junior

Matrícula:

2022101330540011

Título do trabalho:

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE Spodoptera frugiperda EM MILHO DOCE PARA PROCESSAMENTO INDUSTRIAL ATRAVÉS DA CAPTEIRA DE ATUIN TUC 

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- 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.

Urutá, Goiás

/ /

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

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 47/2024 - CREPG-UR/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

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

Aos vinte e nove dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte e quatro, às oito horas, reuniram-se por videoconferência os componentes da banca examinadora, para procederem à avaliação da defesa de dissertação em nível de mestrado, de autoria de *Wanderlan Gonçalves Praxedes Junior*, discente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, com trabalho intitulado "Distribuição espaço-temporal de *Spodoptera frugiperda* em milho-doce para processamento industrial através da captura de adultos". 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 ao 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 3 Campus Urutaí. A conclusão do curso dar-se-á mediante ao depósito da dissertação definitiva no Repositório Institucional do IF Goiano, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. 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		Presidente
Profª. Drª. Carmen Rosa da Silva Curvêlo	IF Goiano	Membra interna
Profª. Drª. Roberta Camargos de Oliveira	IF Goiano Campus Cristalina	Membra externa

Documento assinado eletronicamente por:

- Roberta Camargos de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 25/07/2024 10:40:28.
- Carmen Rosa da Silva Curvêlo, PROFESSOR ENS BASICO TECNOLOGICO, em 19/07/2022 17:36:45.
- Alexandre Igor de Azevedo Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECNOLÓGICO, em 19/07/2024 15:30:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/07/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar_documento/ com os dados abaixo:

Código Verificador: 614833
Código de Autenticação: 11a4midaz



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

“Não há nobreza em ser superior ao seu
próximo. A verdadeira nobreza é ser
superior ao seu
antigo eu”

Ernest Hemingway

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me proporcionar saúde, força e perseverança para concluir esta etapa significativa da minha vida acadêmica.

Gostaria de manifestar minha profunda gratidão ao meu orientador, Professor Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira, por sua orientação incansável, apoio e paciência ao longo deste percurso. Sua expertise e dedicação foram essenciais para a concretização deste trabalho.

Agradeço imensamente à empresa AgBitech Brasil pelo apoio, suporte e colaboração indispensáveis para a realização desta pesquisa. Em especial, agradeço aos meus gestores, Dr. Daniel F. Caixeta e Dra. Janayne M. Rezende, pela confiança depositada em mim e pelo suporte contínuo.

À minha querida esposa, Marianna, meu amor e companhia de todas as horas, agradeço o incentivo constante, compreensão e carinho. Sua presença ao meu lado foi fundamental para que eu pudesse superar os desafios deste percurso.

Agradeço, ainda, à minha família, pelo amor incondicional, apoio e encorajamento ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Sem vocês, este sonho não teria se tornado realidade.

Por fim, agradeço a todos os alunos, colegas e professores do IF Goiano, Campus Urutaí-GO, que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
RESULTADOS.....	17
DISCUSSÃO.....	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
AGRADECIMENTOS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RESUMO

Spodoptera frugiperda é uma das principais pragas na cultura do milho, com o método de controle químico ainda predominante no Brasil. Compostos químicos naturais modificadores do comportamento de insetos são uma alternativa viável para programas de manejo integrado de pragas (MIP) daquele noctuídeo. Todavia, o uso de semioquímicos requer conhecimento técnico para manter a eficiência desse tipo de controle. Diante desses possíveis empecilhos técnicos envolvidos com o uso de armadilhas para captura massal de mariposas de *Spodoptera frugiperda*, em plantas de milho doce, contendo o atrativo alimentar chamariz[®] (AgBitech Brasil) esse estudo teve como objetivos: (1) avaliar a influência do vento na captura de mariposas de *S. frugiperda* através daquele atrativo alimentar por meio de uma análise espacial e (2) comparar a eficiência na captura de mariposas de *S. frugiperda* em diferentes estádios fenológicos (V e R) do milho doce envolvendo uma análise temporal. Um delineamento inteiramente casualizado com três repetições e seis tratamentos representando diferentes posições espaciais das quais armadilhas do tipo bola funil associadas com o atrativo alimentar foram instaladas. Essas posições (tratamentos) foram denominadas norte, sul, leste, oeste, centro superior e centro inferior. Para cada armadilha 20 ml do atrativo alimentar foi utilizado e substituído a cada sete dias. As coletas de mariposas para cada tratamento ocorreram, semanalmente, aos 13, 20, 27, 34, 41, 48, 55, 62, 69 e 76 DAP do milho doce. E isso equivaleu à nossa análise de distribuição temporal. 84,88% das mariposas capturadas foram de armadilhas instaladas nas posições norte, leste, oeste e centro-superior. Nessas posições, a velocidade média do vento equivaleu a 2,31 vezes daquela nas posições sul e centro inferior. Uma relação fenologia-dependente para a quantidade de mariposas capturadas, pelas armadilhas com atrativo alimentar, em milho doce foi demonstrada. Em média, 1402 mariposas (76,02%) foram coletadas no período vegetativo, enquanto 442 (23,98%) no período reprodutivo. O percentual de plantas de milho doce desfolhadas apresentou médias sem diferenças significativas, quando as posições de instalação das armadilhas foram comparadas. O percentual médio de desfolha, entre todos os tratamentos avaliados, foi de 52,17%. Representando um nível de desfolha 2,60 vezes superior ao preconizado como o de controle. Sugerimos, dessa forma, que as armadilhas do tipo bola funil associadas com atrativo do tipo alimentar possuem potencial para auxiliar, sobretudo, no monitoramento de populações de mariposas de *Spodoptera frugiperda* em milho doce.

Palavras-chave: Armadilha, atrativo alimentar, mariposas, Noctuidae, *Zea mays* var. *saccharatum*.

ABSTRACT

Spodoptera frugiperda is one of the main pests in corn crops, with the chemical control method still predominant in Brazil. Natural chemical compounds that modify insect behavior are a viable alternative for integrated pest management (IPM) programs for that noctuid. However, the use of semiochemicals requires technical knowledge to maintain the efficiency of this type of control. Given these possible technical obstacles involved with the use of traps for mass capture of *Spodoptera frugiperda* moths, on sweet corn plants, containing the food attractant chamariz[®] (AgBitech Brasil), this study aimed to: (1) evaluate the influence of wind in capturing *S. frugiperda* moths through that food attractant through a spatial analysis and (2) comparing the efficiency in capturing *S. frugiperda* moths in different phenological stages (V and R) of sweet corn involving a temporal analysis. A completely randomized design with three replications and six treatments representing different spatial positions from which funnel ball traps associated with the food attractant were installed. These positions (treatments) were called north, south, east, west, upper center and lower center. For each trap, 20 ml of food attractant was used and replaced every seven days. Moth collections for each treatment occurred weekly at 13, 20, 27, 34, 41, 48, 55, 62, 69 and 76 DAP of sweet corn. And this was equivalent to our temporal distribution analysis. 84.88% of the moths captured were from traps installed in the north, east, west and upper center positions. In these positions, the average wind speed was equivalent to 2.31 times that in the south and lower center positions. A phenology-dependent relationship for the quantity of moths captured by food attractant traps in sweet corn was demonstrated. On average, 1402 moths (76.02%) were collected in the vegetative period, while 442 (23.98%) in the reproductive period. The percentage of defoliated sweet corn plants presented means without significant differences when the trap installation positions were compared. The average percentage of defoliation, among all treatments evaluated, was 52.17%. Representing a level of defoliation 2.60 times higher than that recommended as the control level. We therefore suggest that funnel ball traps associated with food-type attractants have the potential to help, above all, in monitoring populations of *Spodoptera frugiperda* moths in sweet corn.

Key-words: Trap, food attractant, moths, Noctuidae, *Zea mays* var. *saccharatum*.

INTRODUÇÃO

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas na cultura do milho (incluindo suas variedades, cultivares, linhagens e diversas finalidades) no mundo, alimentando-se em todas as fases de desenvolvimento da cultura. A raspagem e demais danos pela mastigação nas folhas ocorre preferencialmente durante a noite e sob temperaturas amenas. O dano provocado pela lagarta também reduz a capacidade fotossintética dessa Poaceae (Rosa et al. 2012). Essa praga é de extrema importância no Brasil, visto que sua severidade tem aumentado expressivamente nos últimos anos.

A sua migração e adaptabilidade para outros cultivos de importância econômica, como o algodão e a soja já é realidade. Essa amplitude em cultivos oriundos de diferentes famílias botânicas deve-se à diversos fatores, dentre eles o desequilíbrio biológico causado pela eliminação dos inimigos naturais pelos xenobióticos, a grande oferta de cultivos potencialmente hospedeiros dessa praga em diversas janelas temporais, bem como à falta de conhecimento técnico sobre o uso adequado de materiais geneticamente modificados com negligência às áreas de refúgio. E, além disso, no caso do milho doce, ao escalonamento de plantio durante todo o ano, sem legislação relativa ao vazio sanitário, como ocorre para a soja, tomate industrial, e mais recentemente feijão, no estado de Goiás, por exemplo (Agrodefesa 2024).

O método de controle mais utilizado contra *Spodoptera frugiperda*, independentemente do tipo de milho considerado, ainda é o químico (Ahmad et al. 2023). Todavia, esse método promove aumento nos custos de produção (Akeme et al. 2021), degrada a biologia do solo através da redução de micro e macrorganismos (Badji et al. 2007), reduz a entomofauna benéfica capazes de suprimir a população em diversas fases da *S. frugiperda* (Bueno et al. 2017) e pode deixar resíduos nos grãos de milho (Yusuf & Bolaji 2017) que possuem importância direta na alimentação ou indireta (seus derivados) para a população humana e, bem como, animal. Além disso, o uso abusivo dos produtos químicos tem causado problemas relacionados ao aumento dos casos de resistência aos inseticidas (Bird et al. 2022). Com isso, a necessidade de métodos de controle alternativos ao controle químico para a *S. frugiperda* são requeridos.

Os compostos químicos modificadores do comportamento de insetos, também denominados de semioquímicos, são uma alternativa viável dentro de programas de manejo integrado de pragas daquele noctuídeo (Gregg et al. 2018). Compostos naturais

oriundos de plantas que interferem no comportamento de insetos adultos foram descritos, inicialmente, por Rhoades & Cates (1976). E têm sido utilizados no controle de pragas pelo potencial que possuem em atrair mariposas para armadilhas, evitando sua presença em cultivos de importância agrícola. Na verdade, o uso dos semioquímicos é bem mais diverso com capacidade de atrair, estimular, repelir ou impedir a oviposição e/ou alimentação de pragas (Mensah et al. 2013).

Todavia, o uso de semioquímicos no manejo integrado de pragas requer conhecimento técnico sobre os fatores que podem reduzir a eficiência desse tipo de controle, sob condições de campo, e dessa forma dirimi-los. Dentre eles, a velocidade e direção do vento. O vento é um importante evento meteorológico relacionado com colonizações em áreas agrícolas para adultos de *S. frugiperda* como observado por Qiu-lin et al. (2021) na China continental. O estágio fenológico dos cultivos, como no milho, também pode ter interferência na eficiência desse tipo de controle. A emissão de pólen pelas plantas de milho, por exemplo, geralmente ocorre no início da noite (Magalhães & Durães 2006). Horário que coincide com a maior atividade das mariposas, reconhecidas por terem o hábito noturno. Portanto, o aumento na quantidade de voláteis na área pode gerar uma maior confusão e competição reduzindo a eficiência dos voláteis presentes nas armadilhas para captura das pragas.

Diante desses possíveis empecilhos técnicos envolvidos com o uso de armadilhas do tipo bola funil para captura massal de mariposas de *Spodoptera frugiperda*, em plantas de milho doce, contendo o atrativo alimentar chamariz[®] (AgBitech Brasil) esse estudo teve como objetivos: (1) avaliar a influência do vento na captura de mariposas de *S. frugiperda* através daquele atrativo alimentar por meio de uma análise espacial em uma área de cultivo com pivô central e (2) comparar a eficiência na captura de mariposas de *S. frugiperda* em diferentes estádios fenológicos (V e R) do milho doce envolvendo uma análise temporal.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área de produção agrícola disposta com um pivô central (área total cultivada de 60 hectares, Figura 1A) na Fazenda Morro do Peão (17° 22' 45" S latitude, 48° 12' 41" W longitude e 758 m de altitude) em Pires do Rio, sudeste do estado de Goiás, Brasil. A temperatura média durante o período experimental foi de $32 \pm 4^\circ\text{C}$, com umidade relativa do ar de $60 \pm 10\%$ e execução experimental ocorrida na safra de verão (janeiro até março) de 2023. O milho doce utilizado foi o híbrido convencional Gss2577 (Syngenta Seeds Ltda, Uberlândia, MG, Brasil) de frutos com coloração amarelo-dourado brilhante, espigas e sabugo cilíndrico, do tipo super doce, ciclo de 90 a 125 dias e foi cultivado com espaçamento variando entre 0,7 a 0,5 entre fileiras e densidade populacional de 60 a 65 mil plantas por hectare.

Um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições e seis tratamentos representando diferentes posições espaciais no pivô das quais armadilhas do tipo bola funil associadas com o atrativo alimentar chamariz[®] (AgBitech Brasil) (Figura 1B) foram instaladas. Essas posições (tratamentos) foram denominadas norte, sul, leste, oeste, centro superior e centro inferior, sendo que as quatro primeiras representaram veridicamente as referidas coordenadas geográficas do local experimental. Em cada uma dessas coordenadas geográficas (incluindo as do centro superior e inferior do pivô) a velocidade do vento foi quantificada com auxílio de um anemômetro digital com tela LCD modelo Holdpeak 866B-WM (fabricante Zhuhai Jida Huapu Instrument Co., Ltd., Zhuhai, Província de Guangdong, China) aos 13, 27, 41, 55 e 69 dias após o plantio (DAP) do milho doce. Os ventos mais predominantes, durante o período experimental, foram no sentido Norte-Sul com médias (\pm erro padrão) de $16,0 \pm 3,1 \text{ m s}^{-1}$ (norte), $10,0 \pm 1,8 \text{ m s}^{-1}$ (leste), $12,0 \pm 2,2 \text{ m s}^{-1}$ (oeste), $5,0 \pm 1,6 \text{ m s}^{-1}$ (sul), $13,0 \pm 1,5 \text{ m s}^{-1}$ (centro superior) e $6,0 \pm 2,2 \text{ m s}^{-1}$ (centro inferior).

As armadilhas tipo bola funil foram instaladas com altura útil de 1,70 m, segundo recomendação do fabricante, com suporte através de vergalhões de ferro (Figura 1B) e enterrados com profundidade de 20 cm. Três armadilhas (repetições) foram instaladas com distância entre cada uma de 50 metros para todos os tratamentos. Tais armadilhas foram instaladas nas bordas do pivô com distância de 200 metros para permitir o trânsito de máquinas agrícolas durante o cultivo do milho doce. A exceção ocorreu para as armadilhas instaladas nas posições do centro superior e centro inferior que equivaleram à exatamente metade do comprimento linear do raio do pivô central tomando como base do

centro do pivô ao norte e do centro do pivô ao sul, respectivamente. Nesses dois casos foi sugerido que o colaborador responsável pelas pulverizações desligasse a barra, suspendesse e passasse por cima das armadilhas para não as danificarem dos 13 aos 76 DAP.

Para cada armadilha 20 ml do atrativo alimentar foi utilizado e substituído (independente se o recipiente de preenchimento se encontrou vazio ou não) a cada sete dias. Um galão de 20 litros, volume comercializado pela empresa, desse atrativo foi previamente adquirido. Todavia, menos de 10 litros do produto foi utilizado no experimento. As coletas de armadilhas para cada tratamento ocorreram, semanalmente, aos 13, 20, 27, 34, 41, 48, 55, 62, 69 e 76 DAP do milho doce.

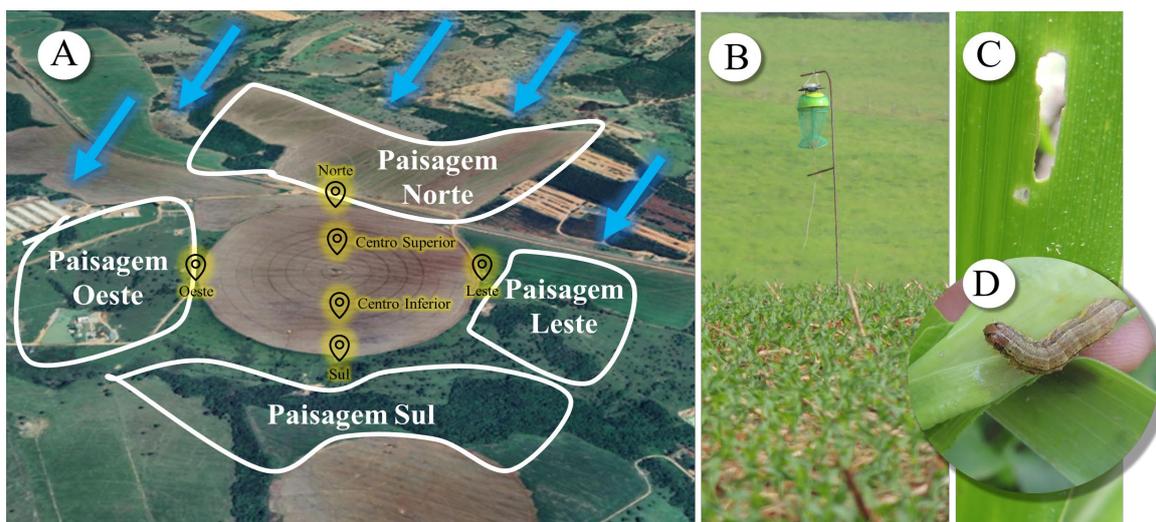


Figura 1. Características da paisagem agrícola onde o estudo foi realizado através de imagem oriunda do google earth. Fazenda Morro do Peão, Pires do Rio, Goiás, Brasil (Figura 1A). Detalhe da armadilha tipo bola funil associada com atrativo alimentar montada na posição centro inferior do pivô central com área total de 60 hectares (Figura 1B). Dano de desfolha em plantas de milho doce, variedade GssS2577 (Figura 1C) causada por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (Figura 1D). Setas azuis na Figura 1A indicam a direção predominante dos ventos (sentido Norte-Sul) durante o presente estudo.

As mariposas capturadas nas armadilhas foram, semanalmente, coletadas e acondicionadas, se vivas ou mortas, em sacos plásticos transparentes de 5 litros, com etiquetagem em função dos tratamentos, repetições e dia de coleta. Essas amostras foram transferidas para o laboratório Prosperarie Group no IF Goiano (Campus Urutaí) onde foram mantidas em geladeira do tipo frost free (capacidade de 554 litros) à 5°C, por 24 horas, para hipotermia das mariposas. Posteriormente foram triadas as espécies de mariposas coletadas e identificadas através de chave de identificação morfológica para adultos de Lepidoptera (Noctuidae) com foco naqueles incidentes em milho (Silva et al.

2015). Apesar da coleta de indivíduos das subfamílias Heliiothinae e Plusiinae representarem cerca de 12% de abundância, no presente estudo consideramos apenas àquelas da espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) com abundância de 87%. O restante das espécimens coletadas (2%) representaram espécies sem nítida relação com a cultura do milho e, portanto, também não foram consideradas.

A distribuição espacial das mariposas de *Spodoptera frugiperda*, independente do sexo, foi quantificada através das coletas e quantificação dos adultos em função dos seis tratamentos previamente relatados, por meio de uma análise de variância unidirecional. E posterior teste de Tukey para comparação das possíveis diferenças entre suas médias (Figura 2). Enquanto que a distribuição temporal das mariposas ao longo do ensaio foi explorada de duas formas: (1) segregando os estádios fenológicos da planta de milho em dois (vegetativo e reprodutivo). Para tanto, consideramos que as coletas de mariposas compreendidas pelos estádios V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10 e V11 foram aquelas que representaram o estágio vegetativo que durou do 13° DAP até o 48° DAP do milho doce finalizando com os primeiros pendoamentos visíveis por planta, mas sem unanimidade. A partir do 55° DAP a planta de milho doce iniciou sua fase reprodutiva (com a unanimidade de plantas com pendoamento) que perdurou até o 76° DAP onde os grãos já se encontraram em fase de formação. Após o 76° DAP até o 90° DAP as plantas de milho doce apresentaram-se no ponto de maturidade fisiológica dos grãos, porém nossas leituras prolongaram-se, apenas, até o 76° DAP devido ao total recobrimento das armadilhas pelas plantas de milho no pivô. Dessa forma, comparamos a quantidade de mariposas coletadas pelas armadilhas entre os dois primeiros estádios acima relatados através do teste F (Figura 3). E (2) apresentando, de forma descritiva, a flutuação populacional das mariposas ao longo do tempo de amostragem (dias após o plantio do milho doce) com individualização do efeito dos tratamentos e, bem como, estádios fenológicos da planta de milho doce (se vegetativo ou reprodutivo) (Figura 4).

Adicionalmente para associarmos a coleta de mariposas pelas armadilhas com a quantidade de danos causados pelas lagartas em campo, quantificamos o percentual de plantas desfolhadas para cada 1 metro linear através de trena com escala graduada por fita metálica e retrátil. Os sintomas de danos característicos de desfolha por *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho doce foram visualmente quantificados (em termos de presença ou ausência) e, adicionalmente, buscou-se confirmar que para aquele sintoma de dano realmente o agente causal foi associado com a *Spodoptera frugiperda* (Figura 1C). Em 90% dos casos onde houve sintoma de danos nas folhas do milho doce se

conseguiu associar com a lagarta-do-cartucho do milho pela visualização da larva, independente do seu tamanho (Figura 1D). Além disso, como complemento, mapas com as escalas de dano foram confeccionados com o software QGIS (Open Source Geospatial Foundation, Chicago, Illinois, EUA) versão tislter QGIS 3.24.1 integrado ao sistema de informações geográficas (SIG) (Figura 5). Todas as análises estatísticas, além das figuras, foram executadas no software SigmaPlot[®], versão 12.0 (Systat Software Inc., San Jose, California, EUA).

RESULTADOS

O número de mariposas de *Spodoptera frugiperda* capturadas através das armadilhas do tipo bola funil com atrativo alimentar variou em função dos diferentes tratamentos correspondendo a diferentes locais de instalação no pivô ($F= 89,23$, $P= 0,03$) (Figura 2). Nas posições norte, leste, oeste e centro-superior a quantidade de mariposas capturadas foi de $406 (\pm 81,20)$, $386 (\pm 74,53)$, $376 (\pm 62,46)$ e $397 (\pm 79,33)$, respectivamente (Figura 2). Entretanto, nas posições sul ($133 \pm 39,33$) e centro-inferior ($146 \pm 41,26$) a quantidade média de mariposas capturadas foi significativamente inferior (Figura 2). 84,88% das mariposas capturadas no presente estudo foram aquelas de armadilhas instaladas nas posições norte, leste, oeste e centro-superior. Enquanto que no sul e centro-inferior, apenas, 15,12% do total de mariposas foram capturadas.

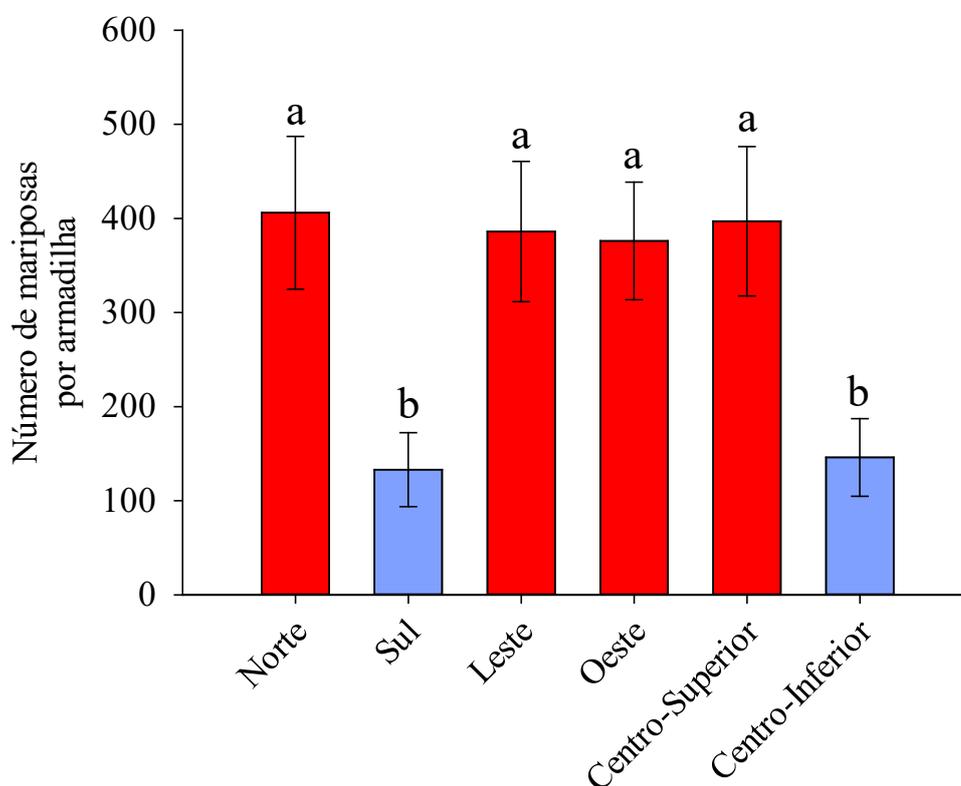


Figura 2. Número (Média \pm EP¹) de mariposas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) capturadas com armadilhas tipo bola funil associadas com atrativo alimentar situadas em diferentes posições ao longo de uma área de produção de milho doce (variedade Gss2577) de 60 hectares por pivô central. Pires do Rio, Goiás, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Uma relação fenologia-dependente para a quantidade de mariposas capturadas, pelas armadilhas com atrativo alimentar, em milho doce para processamento industrial também foi observada (Figura 3).

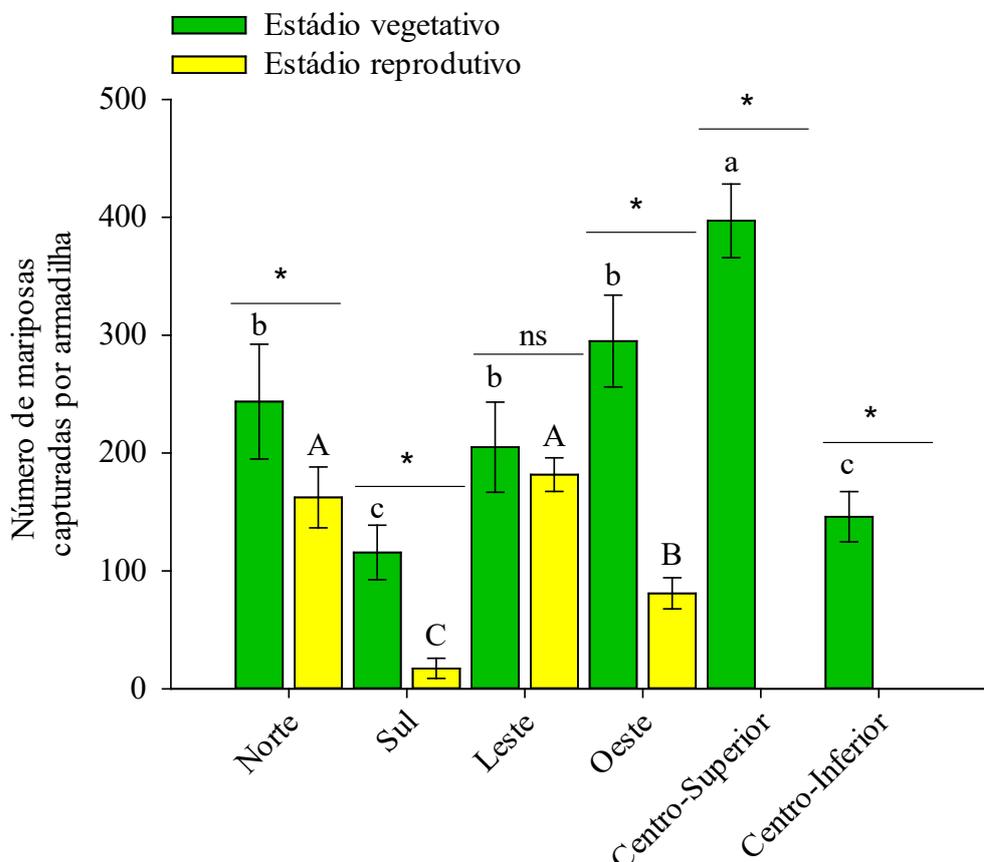


Figura 3. Número (Média \pm EP^{1,2,*}) de mariposas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) capturadas com armadilhas tipo bola funil associadas com atrativo alimentar situadas em diferentes posições ao longo de uma área de produção de milho doce (variedade Gss2577) de 60 hectares. Pires do Rio, Goiás, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si, entre barras verdes, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ²Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si, entre barras amarelas, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. *Diferença significativa observada, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade dentro de cada posição no pivô central.

Em média, 1402 mariposas foram coletadas no período vegetativo, enquanto 442 foram coletadas no período reprodutivo das plantas de milho doce, com 76,02% e 23,98% das abundâncias de coleta, respectivamente (Figura 3). E a quantidade de mariposas capturadas nas armadilhas tipo bola funil sempre foi superior no estágio fenológico vegetativo do que no reprodutivo, independentemente da posição de instalação das armadilhas consideradas (Figura 3). Na posição norte 243 mariposas (60,02%) foram

coletadas no estágio vegetativo em comparação ao reprodutivo com 163 mariposas capturadas (39,98%) ($F= 65,78, P= 0,04$). Na posição sul 1165 mariposas (86,97%) foram coletadas no vegetativo em comparação ao reprodutivo com 17 mariposas capturadas (13,03%) ($F= 52,26, P= 0,04$). Na posição leste 205 mariposas (53,02%) foram coletadas no vegetativo em comparação ao reprodutivo com 181 mariposas capturadas (46,98%) sendo a única variação numérica e em percentual sem diferença significativa ($F= 8,92, P> 0,05$) em comparação a todas as outras demais posições de instalação no presente estudo. Na posição oeste 295 mariposas (78,46%) foram coletadas no vegetativo em comparação ao reprodutivo com 81 mariposas capturadas (21,54%) ($F= 82,33, P= 0,03$). Nas posições centro-superior e centro inferior, 397 (100%) e 146 (100%) das mariposas foram capturadas, apenas, no estágio fenológico vegetativo e nenhuma no reprodutivo (Figura 3).

Na Figura 4 a flutuação populacional das mariposas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) foi explorada de forma descritiva em termos de distribuição temporal (em função dos dias após o transplante). A média de capturas por dia de avaliação em função das diferentes posições de instalação das armadilhas foi de 31 mariposas. Dessa forma, observou-se que apenas na posição sul, a quantidade de mariposas capturadas por dia, no estágio vegetativo, não ultrapassou os valores da média geral (Figura 4). Por outro lado, no estágio reprodutivo das plantas de milho doce apenas nas posições centro superior e centro inferior a quantidade de mariposas capturadas não ultrapassou a média geral, em detrimento dos demais tratamentos (norte, sul, leste e oeste) (Figura 4).

O percentual total (considerando as médias de todos os intervalos de avaliação, DAP) de plantas de milho doce desfolhadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* apresentou médias sem diferenças significativas quando as posições de instalação das armadilhas foram comparadas ($F= 10,55, P>0,05$) (Figura 5A). Esses percentuais de desfolha variaram entre 43% a 57% (Figura 5A). Na Figura 5B a distribuição espaço-temporal do percentual de desfolha foi explorado. Dos 13 DAP até os 55 DAP toda a área do pivô encontrou-se em nível de prejuízo quanto à desfolha. Aos 62 DAP, 69 DAP e 76 DAP o percentual de desfolha apresentou-se sob níveis de controle (manchas amarelas) em uma minoria da área total, com valores de 21% (aos 62 DAP), 6% (69 DAP) e 19% (76 DAP), respectivamente (Figura 5B).

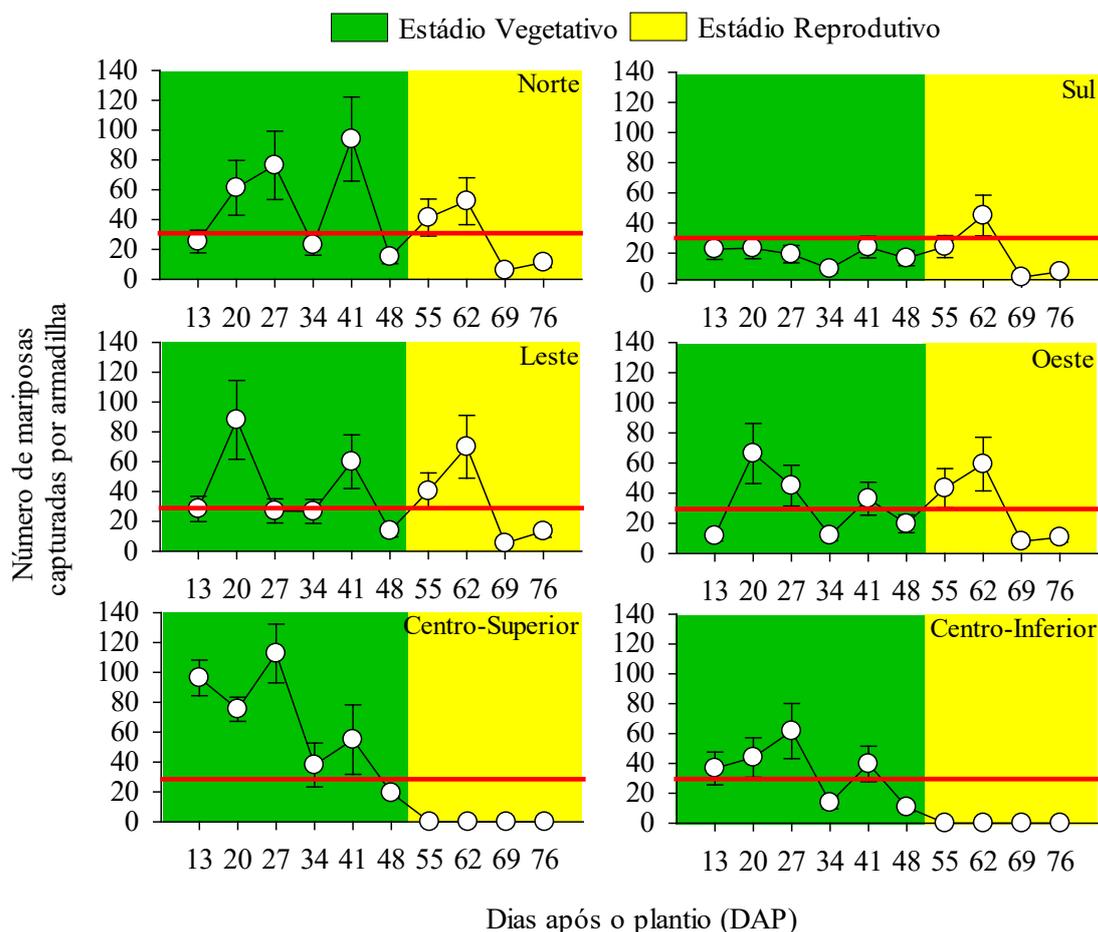


Figura 4. Número (Média \pm EP) de mariposas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) capturadas com armadilhas tipo bola funil associadas com atrativo alimentar situadas em diferentes posições ao longo de uma área de produção de milho doce (variedade Gss2577) de 60 hectares por pivô central. Pires do Rio, Goiás, Brasil. Linha vermelha horizontal: média de 31 mariposas capturadas por armadilha em toda a área durante todo o experimento.

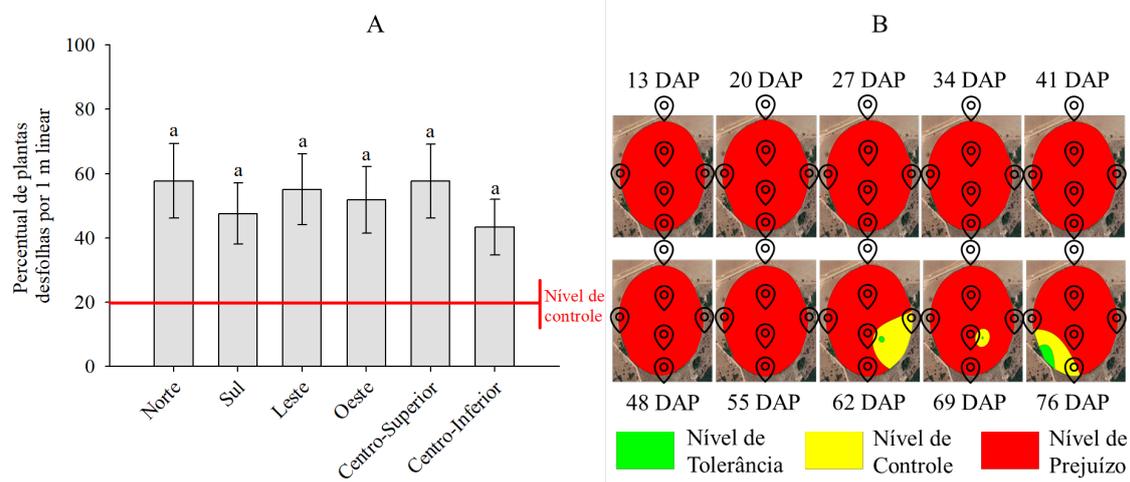


Figura 5. Percentual (Média ± EP¹) de plantas de milho doce (variedade Gss2577) com sintomas de desfolha (por 1 m linear) causado por lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes posições ao longo de 60 hectares de pivô central. Pires do Rio, Goiás, Brasil. ¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey (Figura 5A). Gráfico para distribuição temporal da desfolha causada por lagartas de *S. frugiperda* em 60 hectares de pivô central para cada dia após o plantio avaliado (Figura 5B).

DISCUSSÃO

As diferenças observadas para a quantidade de mariposas da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, capturadas em detrimento das posições de instalação das armadilhas com atrativo alimentar, sugerem que os fatores velocidade e direção do vento podem ter tido relevância. O vento é um importante evento meteorológico relacionado com colonizações em áreas agrícolas para adultos de *S. frugiperda* como observado por Qiu-lin et al. (2021) na China continental. Nas posições norte, leste, oeste e centro superior a velocidade média do vento equivaleu a 2,31 vezes daquela nas posições sul e centro inferior. E o gradiente existente de altitude do pivô central onde nosso estudo foi conduzido justifica as diferenças na velocidade do vento mensuradas. Ou seja, a diferença de altitude da posição norte (com maior velocidade média do vento registrada e altitude de 758 m) para o sul (menor velocidade média do vento registrada) foi de 40 metros e de 28 metros para a posição centro inferior. Quanto a direção dos ventos no sentido norte-sul durante o período experimental acreditamos que se refere à época em que o estudo foi conduzido. A direção média horária do vento em Goiás durante o mês de janeiro é predominantemente do norte ao sul (Barros & Balero 2012). Somado à importância da velocidade e direção dos ventos devemos salientar um terceiro fator que também pode ter contribuído para as diferenças observadas na captura das mariposas: os obstáculos físicos apresentados, em escala local. Nas posições com maior captura de mariposas observadas, como a norte, leste e oeste, por exemplo, os obstáculos impeditivos para a revoada das mariposas até a área de estudo podem ter sido menos relevantes do que aqueles da posição sul com uma área de mata ciliar de cerrado há cerca de 70 m (ver Figura 1A). Ao contrário disso, na posição norte a área adjacente foi uma rodovia (GO-020), enquanto que na leste e oeste há época foi cultivado o capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu nas adjacências com altura máxima de manejo recomendada entre 30 a 40 cm (Santos et al. 2010).

Essas justificativas acima apresentadas podem servir como valiosa informação e, inclusive, critério para a escolha das posições de instalação das armadilhas do tipo bola funil em uma dada área agrícola, com irrigação via pivô central ou até mesmo em regime de sequeiro. Caso o foco seja o monitoramento de populações infestantes iniciais de mariposas adultas de *S. frugiperda*. Não apenas em milho doce, como aqui apresentado, mas bem como em outros tipos de cultivos agrícolas. Seguindo a recomendação de instalação de armadilhas para coleta de mariposas com o atrativo alimentar em posições

(ou coordenadas geográficas) com maiores velocidades do vento e em favor da direção predominante, o agricultor poderá ter maior capacidade da coleta de mariposas migrantes de *S. frugiperda*. O que aumentará a sua assertividade para tomada de decisões com finalidade de controle e/ou previsibilidade de picos populacionais daquela praga.

Avaliamos as posições centrais (superior e inferior) do pivô através da instalação de armadilhas com atrativo alimentar como forma de aumentar a base de dados coletados e, além disso, hipotetizar a possibilidade das infestações de adultos de *S. frugiperda* ocorrerem de dentro para fora da área agrícola avaliada. Esse foi um apelo que se aproximou das práticas de manejo adotadas por muitos agricultores das regiões leste, sudeste e sul do estado de Goiás. Ou seja, o cultivo intensivo de milho doce precedido de soja. Em ambos os cultivos, lagartas de *S. frugiperda* provocam prejuízos e, apesar de não ser um inseto que apresenta diapausa (Sparks 1979), as suas pupas podem ser mantidas no solo entre os cultivos sucessivos com duração sob condições laboratoriais ($5 \pm 1^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas) variando entre 8,50 a 10,86 dias nesse estágio de desenvolvimento (Santos et al. 2003). Armadilhas do tipo bola funil com atrativo alimentar instaladas no interior das áreas agrícolas representam uma estratégia com possibilidade de garantir uma maior quantidade de adultos de *S. frugiperda* capturados. No nosso estudo, a quantidade de mariposas instaladas na posição centro superior foi, inclusive, 2,98 vezes superior do que na posição sul. Porém, o operacional para a instalação desse tipo de armadilha em posições contidas dentro do ambiente de cultivo e não nas bordas é um impedimento real. Primeiro devido à altura da armadilha em relação ao solo, gerando manobras adicionais das máquinas de pulverização e que, em alguns casos, se tornam até inviáveis. E, segundo, devido ao caso específico do milho doce Gss2577 que avaliamos com altura estimada de até 2,4 m que ao longo do seu desenvolvimento supera a altura de instalação da armadilha (1,70 m). O que pode comprometer a eficiência da armadilha com as próprias plantas constituindo um obstáculo físico para a difusão dos voláteis contidos no atrativo alimentar.

Ainda sobre os dois impedimentos técnicos acima relatados para instalação das armadilhas do tipo bola funil em posições situadas no interior dos cultivos, e não nas bordaduras como geralmente são recomendadas, é importante relatar o posicionamento da empresa AgBitech quanto ao uso do chamariz[®]. Que vai além do uso de armadilhas do tipo bola funil. Na realidade, a recomendação desse atrativo e estimulante alimentar de origem vegetal é a aplicação em linhas direcionadas ao topo do dossel da cultura, com distanciamento entre faixas de 100 m e dose de 300 a 500 ml por faixa. Junto ao atrativo

recomenda-se, na mesma calda, adicionar um inseticida de choque, e que seja registrado pelo MAPA para proteção de plantas de milho contra *S. frugiperda*. Esse manejo com o chamariz[®], através de aplicações foliares, não foi avaliado no presente estudo. Porém, pesquisas futuras devem elucidar com maiores detalhes experimentais a quantidade de mariposas potencialmente atraídas e mortas com esse posicionamento sugerido pela empresa, em cultivo de milho doce, em comparação ao uso das armadilhas do tipo bola funil com atrativo instaladas nas adjacências das áreas de cultivo. Essa última tem sido recomendada para monitoramento, apenas. Enquanto que a aplicação foliar do atrativo em faixas se configura como potencial forma de controle. Como utilizado na Austrália para controle da *Helicoverpa armigera*, em algodão, através do mesmo atrativo alimentar que aqui avaliamos, mas com diferente nome comercial denominado Magnet[®] (Mensah et al. 2013).

O percentual de plantas desfolhadas por 1 m linear, em todos os tratamentos, superou o nível de controle de 20% (Figura 5) (Afonso-Rosa et al. 2011). Na verdade, a média do percentual de desfolha (considerando todos os tratamentos avaliados) foi de 52,17% representando um nível de desfolha 2,60 vezes superior ao preconizado como o de controle. Portanto, sugerimos que as armadilhas do tipo bola funil foram úteis para monitoramento das populações infestantes de mariposas de *S. frugiperda* em milho doce (no nosso caso, por exemplo) mas não necessariamente como forma de controle.

Considerando uma média de 4,5 plantas de milho doce quantificadas por 1 m linear, tivemos uma média de 0,27 lagartas por planta. Esse valor condiz com o comportamento canibal de *S. frugiperda*, em milho, com médias de lagartas por planta iguais ou menores que 1,0 (Machado et al. 2021). A densidade populacional do milho doce Gss 2577 utilizado foi estimada em 60 mil plantas ha⁻¹ representando, então, 16.200 lagartas hipoteticamente presentes por hectare. Esse valor multiplicado por 60 hectares do pivô representa uma quantidade de 972.000 lagartas na área total de estudo. A sobrevivência da fase larval, sob condições laboratoriais, para *S. frugiperda* alimentadas isoladamente com milho foi de 85% (Sá et al. 2009). Porém, consideramos que sob condições de campo os agentes bióticos e abióticos, além da competição intra-específica atuam de forma determinante em sua mortalidade (Figueiredo et al. 2006). E que a fase larval é aquela de maior longevidade para *S. frugiperda*, elevando seus riscos de sobrevivência. Desse modo, consideraremos uma sobrevivência em campo de, apenas, 10% do total de lagartas presentes na área. Ou seja, sugerimos que 97.200 lagartas atingiram a fase de pupa, em toda a área experimental de 60 hectares. Além disso,

considerando que 75% dessas pupas não geraram adultos, apesar de ser uma das fases mais curtas do seu ciclo e que permanecem protegidas no solo (Rosa & Barcelos 2012), teríamos uma população de 24.300 pupas que atingiram a fase adulta dentro da área do pivô. Por outro lado, capturamos sem considerar as médias relativas às repetições, tratamentos, estádios fenológicos e dias após o plantio de coletas um total absoluto de 6540 mariposas. Então, através desses cálculos superficiais e especulativos sugerimos que, apenas, 21,20% do total de mariposas presentes na lavoura foram coletadas com as armadilhas do tipo bola funil contendo o atrativo alimentar avaliado. Enquanto que 78,80% das mariposas não foram capturadas pelas armadilhas do tipo bola funil. Ou seja, foram aquelas mariposas de *S. frugiperda* presentes na área de cultivo do milho doce e que, proporcionalmente, originaram lagartas que influenciaram nos altos valores para os níveis de desfolha aqui apresentados em milho doce e relatados na Figura 5B.

Por fim, mas não menos importante, salientamos que as coletas de mariposas no período vegetativo do milho doce resultaram em uma maior quantidade de adultos do que no reprodutivo. Essa informação possui valor prático para consultores, gestores agrícolas, pragueiros (colaboradores com a função de amostragem de pragas nas áreas de produção), representantes técnicos de vendas e etc. O que sugere fortemente que a instalação das armadilhas do tipo bola funil com o atrativo alimentar avaliado para mariposas deve ser preconizada previamente aos estágios de desenvolvimento reprodutivo em milho doce. Uma hipótese para os resultados que encontramos de 76,02% e 23,98% das abundâncias de coleta terem sido nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente, pode estar relacionada com a emissão de pólen pelas plantas de milho doce. O que geralmente ocorre no início da noite (Magalhães & Durães 2006), horário que coincide com a maior atividade das mariposas, reconhecidas por terem o hábito noturno. Aumentando a quantidade de voláteis na área e, dessa forma, gerando maior confusão e competição entre esses voláteis e aqueles emitidos pelas armadilhas do tipo bola funil com atrativo alimentar. Além disso, 60% do tempo (dias após o plantio) em que as armadilhas do tipo bola funil com atrativo alimentar ficaram expostas foi durante o estágio vegetativo. Ou seja, mais tempo de exposição nesse estágio sugere logicamente uma maior quantidade de mariposas coletadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

84,88% das mariposas de *Spodoptera frugiperda* capturadas foram provenientes de armadilhas instaladas nas posições norte, leste, oeste e centro-superior. Enquanto que no sul e centro-inferior, apenas, 15,12%. Nas posições norte, leste, oeste e centro superior a velocidade média do vento equivaleu a 2,31 vezes daquela nas posições sul e centro inferior.

Uma relação fenologia-dependente para a quantidade de mariposas capturadas, pelas armadilhas com atrativo alimentar, em milho doce para processamento industrial foi demonstrada. Em média, 1402 mariposas (76,02%) foram coletadas no período vegetativo, enquanto 442 (23,98%) no período reprodutivo.

O percentual total de plantas de milho doce desfolhadas por lagartas de *Spodoptera frugiperda* apresentou médias sem diferenças significativas quando as posições de instalação das armadilhas foram comparadas. Com percentuais de desfolha variando entre 43% a 57%. Esse percentual médio de desfolha (considerando todos os tratamentos avaliados) foi de 52,17% representando um nível de desfolha 2,60 vezes superior ao preconizado como o de controle.

Apenas 21,20% do total de mariposas foram coletadas com as armadilhas do tipo bola funil contendo o atrativo alimentar avaliado. Enquanto que 78,80% das mariposas presentes no milho doce não foram capturadas pelas armadilhas, através de nossas estimativas. O que confirma essa ferramenta como útil, apenas, no monitoramento de populações infestantes. Mas não necessariamente como forma de controle.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao IF Goiano (Campus Urutaí) pela concessão de apoio financeiro em forma de bolsas de estudo. A equipe de alunos do curso Técnico em Agropecuária e Bacharelado em Agronomia do Campus Urutaí que auxiliaram na execução das atividades de campo. À empresa AgBitech Brasil pela concessão do produto avaliado. À Mestre em Proteção de Plantas, Eng. Agrônoma Fernanda de Souza Ferreira, e ao Ricardo Santinoni pelo apoio e confiança para a execução desse projeto em sua área de produção. À empresa Conservas Oderich SA, em nome do Eng. Agrônomo Amim Cozac, pelo apoio técnico. Ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, pelo incentivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso-Rosa APS, JFS Martins & CO Trecha. 2011. Avaliação de danos da lagarta-do-cartucho à cultura do milho com base no monitoramento de plantas atacadas em três safras agrícolas. Pesquisa Agropecuária Gaúcha. 17: 1-16.

Agrodefesa 2024. Instituído vazio sanitário do feijão para 57 municípios goianos. Disponível em: <https://goias.gov.br/agrodefesa/instituido-vazio-sanitario-do-feijao-para-57-municipios-goianos/> Acesso em 08 de julho de 2024.

Ahmad S, M Umair, M Iqbal, A Javaid, MB Chattha, S Ashraf & AH Syed. 2023. Chemical control of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) under field conditions. Plant Protection. 07: 579-583.

Akeme CN, C Ngosong, SA Sumbele, A Aslan, AS Tening, CY Krah, BM Kamanga, A Denih & OJ Nembangia. 2021. Different controlling methods of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in maize farms of small-scale producers in Cameroon. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 911: 012053.

Badji CA, RNC Guedes, AA Silva, AS Corrêa, MELR Queiroz & M Michereff-Filho. 2007. Non-target impact of deltamethrin on soil arthropods of maize fields under conventional and no-tillage cultivation. Journal of Applied Entomology. 131: 50-58.

Barros JR & JCS Balero. 2012. A influência do clima e do tempo do Centro-Oeste do Brasil nas condições de voo na região. Élisée – Revista de Geografia da UEG. 1: 25-49.

Bird L, M Miles, A Quade & H Spafford. 2022. Insecticide resistance in Australian *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) and development of testing procedures for resistance surveillance. PLoS ONE 17: e0263677.

Bueno AF, GA Carvalho, AC dos Santos, DR Sosa-Gómez & DM da Silva. 2017. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. Ciência Rural. 47: e20160829.

Rhoades DF & RG Cates. 1976. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Recent Advances in Phytochemistry*. 10: 168-213.

Figueiredo MLC, AMP Martins-Dias & I Cruz. 2006. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 41: 1693-1698.

Gregg PC, AP Del Socorro & PJ Landolt. 2018. Advances in attract-and-kill for agricultural pests: beyond pheromones. *Annual Review of Entomology*. 63: 453–470

Machado LC, HJG dos Santos Junior, LVR Mauri, JHS Guilhen & CEC Paiva. 2021. Aperfeiçoamento da técnica de produção massal in vivo de baculovírus spodoptera. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*. 14: 559-569.

Magalhães PC & FOM Durães. 2006. Fisiologia da produção de milho. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica 76. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG, Brasil. 10 p.

Mensah RK, PC Gregg, AP Del Socorro, CJ Moore, AJ Hawes & N Watts. 2013. Integrated pest management in cotton: exploiting behaviour-modifying (semiochemical) compounds for managing cotton pests. *Crop & Pasture Science*. 64: 763-773.

Qiu-lin Wu, SN Xiu-jing, HE Li-mei, J Yu-ying, L Jie, H Gao & W Kong-ming. 2021. Windborne migration routes of newly-emerged fall armyworm from Qinling Mountains–Huaihe River region, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 20: 694-706.

Rosa APSA & HT Barcelos. 2012. Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Clima Temperado. Documento 344. 32p.

Rosa APA, CO Trecha, AC Alves, L Garcia & VP Gonçalves. 2012. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) em linhagens de milho. *Arquivos do Instituto Biológico*. 79: 39-45.

Sá VGM, BVC Fonseca, KGB Borega & JM Waquil. 2009. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Neotropical Entomology* 38: 108-115.

Santos LM, LR Redaelli, LMG Diefenbach & CFS Efrom. 2003. Larval and pupal stage of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in sweet and field corn genotypes. *Brazilian Journal of Biology*. 63: 627-633.

Santos MER, DM Fonseca, GP Silva, RM Pimentel, VV Carvalho & SP Silva. 2010. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39: 2125-2131.

Silva IF, R Morando, JPGF da Silva, LER Pannuti, A Specht & ELL Baldin. 2015. Identificação de lepidópteros-praga no complexo milho-soja. *In: Proteção Vegetal*. Baldin ELL, AZ Kronka & RT Fujihara. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF). 2015. 193p.

Sparks AN. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. *Florida Entomologist*. 62: 82-86.

Yusuf BI & OM Bolaji. 2017. Concentration of pesticide residue in beans and maize grains in Bodija market, Ibadan, Nigeria. *African Journal of Environmental Health Sciences*. 4: 69-77.