

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**DESEMPENHO DE MODELOS DE ARMADILHAS PARA
MONITORAMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

**JESSICA TAYNARA SCHUTZ
LUANA BARBOSA GARCIA**

DOURADOS-MS

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S396d Schutz, Jessica Taynara

Desempenho de modelos de armadilhas para monitoramento de Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) [recurso eletrônico] / Jessica Taynara Schutz, Luana Barbosa Garcia. -- 2024.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Patrik Luiz Pastori.

TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. MIP. 2. Inseto-Praga. 3. Lagarta-do-cartucho. I. Barbosa Garcia, Luana . II. Pastori, Patrik Luiz. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Jessica Taynara Schutz

Luana Barbosa Garcia

**DESEMPENHO DE MODELOS DE ARMADILHAS PARA
MONITORAMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, *D. Sc.*

DOURADOS-MS

2024

Jessica Taynara Schutz

Luana Barbosa Garcia

**DESEMPENHO DE MODELOS DE ARMADILHAS PARA
MONITORAMENTO DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Prof. Patrik Luiz Pastori ., *D. Sc.*
Orientador FCA - UFGD

Prof. Fabrício Fagundes Pereira, *D. Sc.*
FCBA - UFGD

Karolina Rafrana da Silva de Araújo, *M. Sc.*
CCA - UFC

Dourados-MS, 09 de julho de 2024

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela graça da vida e todas as bênçãos concedidas.

À nossa família, pelo apoio absoluto e amor incondicional.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) / Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) por ter sido um polo completo de aprendizado. Escolhemos passar 5 anos de formação em um curso tão belo e cativante como é a Agronomia e que tem relevância tanto para nós, quanto para o atual e constante parâmetro mundial. Aqui fomos muito felizes, aprendemos com incríveis professores doutores e, encontramos com colegas que seguirão eternamente em nossos corações.

Ao nosso orientador prof. Patrik Luiz Pastori, pela admirável dedicação em nos conduzir e sanar as dúvidas de maneira clara. Assim como à disposição para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos integrantes do Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) por todo companheirismo, nos amparando em momentos imprescindíveis no decorrer das atividades.

A empresa ISCA Tecnologias LTDA pelo fornecimento dos modelos de armadilhas, o que viabilizou a realização dos experimentos.

Aos membros da banca, que disponibilizaram tempo para estarem presentes e fazer parte deste momento.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Lagarta-do-cartucho, <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).....	12
2.2. A cultura do milho e consequências do ataque de <i>S. frugiperda</i>	13
2.3. Uso de armadilhas com feromônio sexual para monitoramento de <i>S. frugiperda</i>	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Descrição das áreas de instalação das armadilhas entre abril-maio dos anos de 2023 e 2024, respectivamente. Dourados-MS. (1A) FAECA-UFGD e (1B) Área do produtor parceiro. Fonte: Google Earth.....18
- Figura 2. Armadilha tipo “Delta” utilizada para captura de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). (A) Armadilha; (B) Fundo colante para captura dos adultos; (C) Adultos capturados. Fonte: Acervo pessoal, 2024 19
- Figura 3. Armadilha tipo “Gaiola” utilizada para captura de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). (A) Armadilha; (B) Feromônio e rede para captura dos adultos; (C) Adultos capturados. Fonte: Acervo pessoal, 2024.....19
- Figura 4. Armadilhas instaladas na área do produtor parceiro. Abril/2024. Fonte: Acervo pessoal (2024).....20
- Figura 5. Número de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) capturados em milho na FAECA-UFGD. Abril-maio de 2023.....22
- Figura 6. Número de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) capturados em milho na área do produtor parceiro. Abril de 2024.....23

RESUMO

Armadilhas iscadas com feromônios são importantes instrumentos de monitoramento e podem até mesmo serem utilizadas para o controle de alguns insetos-praga, como a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). O monitoramento das populações com o uso das armadilhas determina, com exatidão, o momento para a tomada de decisão, uma vez que apenas a espécie-praga é atraída. Porém, para o adequado uso das armadilhas, torna-se necessário o conhecimento das características das armadilhas como formato, cor, tamanho, posição de instalação em relação à planta e à altura do solo, tempo útil de atração do feromônio sexual entre outras. No mercado existem modelos de armadilhas para captura de *S. frugiperda* utilizando o feromônio sexual já identificado e comercializado como atrativo. Assim, o principal objetivo foi avaliar o desempenho, em campo, de dois modelos de armadilhas na captura de *S. frugiperda* em milho, sendo um modelo comercial “Delta” e um modelo menos comercial “Gaiola”, visando encontrar praticidade para automatização. As armadilhas tipo “Delta” e tipo “Gaiola” foram instaladas em campo, utilizando áreas de milho em estágio de desenvolvimento propício ao ataque da praga na FAECA-UFGD e outra área de produtor parceiro na região de Dourados-MS. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo as armadilhas monitoradas a cada 5-7 dias e, contabilizadas as mariposas capturadas. Os resultados sugerem que os dois modelos de armadilhas testados são igualmente eficazes para capturar adultos de *S. frugiperda*. Ao longo do desenvolvimento dos experimentos foram capturados, nos dois modelos de armadilhas, 975 exemplares de *S. frugiperda* na área FAECA e 114 exemplares na área do produtor parceiro. A variação quantitativa de insetos capturados entre as duas áreas pode estar associada a fatores sazonais ou flutuação na densidade populacional da espécie.

Palavras-chave: MIP. Inseto-Praga. Lagarta-do-cartucho.

ABSTRACT

Traps baited with pheromones are important monitoring tools and can even be used for the control of certain pest insects, such as the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Monitoring populations using traps accurately determines the timing for decision-making, as only the target pest species is attracted. However, for proper trap usage, knowledge of trap characteristics such as shape, color, size, installation position relative to the plant and ground height, effective attraction time of the sexual pheromone, among others, becomes necessary. There are trap models available on the market for capturing *S. frugiperda* using identified and commercially available sexual pheromone attractants. Thus, the main objective was to evaluate the field performance of two trap models for capturing *S. frugiperda* in corn: one commercial model “Delta” and one non-commercial model “Cage”, find a practical end to automation. The “Delta” and “Cage” traps were installed in the field, using areas of corn in development stages suitable for pest attack at FAECA-UFGD and another corn area of a partner producer in the Dourados-MS region. The experimental design was completely randomized, with traps monitored every 5-7 days, and captured moths were counted. Results suggest that both tested trap models are equally effective in capturing adult *S. frugiperda*. Throughout the experiments, 975 specimens of *S. frugiperda* were captured in the FAECA area and 114 specimens in the partner producer's area. The quantitative variation in captured insects between the two areas may be associated with seasonal factors or fluctuations in population density.

Keywords: IPM, Pest insect, Fall armyworm.

1. INTRODUÇÃO

Insetos-praga atacam as culturas ao longo da safra e isso, junto à outros fatores adversos, resulta em prejuízos em quantidade e qualidade, gerando perdas econômicas que, muitas vezes, podem atingir até 100% (GALLO *et al.*, 2002; BIALOZOR *et al.*, 2020). A cultura do milho é atacada por uma diversidade de espécies-pragas desde o plantio até a colheita e também durante o armazenamento, portanto o monitoramento das espécies que podem causar prejuízos é de fundamental importância para essa cultura estratégica para a segurança alimentar (GALLO *et al.*, 2002; CRESPO *et al.*, 2021).

Dentre as pragas que causam prejuízos à cultura do milho, destaca-se a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada a principal praga dessa cultura no Brasil. Em condições favoráveis, ocorre o aumento populacional e as lagartas acabam destruindo folhas e preferencialmente o cartucho das plantas jovens impedindo a produção de espigas comerciais (GASSEN, 1996). Além do Brasil, *S. frugiperda* também assume importância no México, na América Central e nos demais países da América do Sul, causando perdas entre 15 a 37% (CRUZ, 1993). A partir dos anos 2000, também foi detectada na África, onde tem causado prejuízos aos agricultores locais (MOHAMED *et al.*, 2021).

Os dados de monitoramento de insetos-praga em armadilhas entomológicas são referência para o profissional das Ciências Agrárias na recomendação de uma técnica de controle da espécie-praga presente nas culturas exploradas economicamente (NAKANO, 2011; CRUZ, 2020). Essas amostragens indicam o tamanho das populações e é, a partir disso, que se pode optar por uma medida de controle viável no contexto técnico e econômico. Portanto, a utilização de armadilhas facilita o monitoramento populacional da espécie-praga ao longo da safra, permitindo a detecção dos focos de infestação e a necessidade de controle ou na verificação da efetividade das medidas de controle adotadas (MELO, 2005).

Obter-se então o conhecimento sobre as ferramentas de amostragem/monitoramento, uma vez que essa etapa antecede o controle, é imprescindível para evitar ou minimizar os danos que podem ser causados (BENTO, 2000). Entretanto, a falta do conhecimento da presença ou do tamanho das populações de espécies-praga acaba induzindo decisões equivocadas, uma vez que medidas de controle podem ser aplicadas sem a devida necessidade ou aplicadas “tarde demais” resultando em perdas de produtividade, prejuízos econômicos pelo aumento do custo de produção e ainda pode provocar desequilíbrio do agroecossistema por induzir a morte de insetos benéficos (NAKANO, 2011).

As armadilhas podem ser usadas de forma estratégica para detectar mudanças na densidade populacional da espécie de interesse e a possível época de emergência dos adultos ou das fases que causam prejuízos (MELO, 2005; ALBINO, 2017). A partir desse conhecimento, medidas de controle podem ser adotadas atingindo resultados satisfatórios. Contudo, as características como formato da armadilha, tamanho, localização, modelo, entre outras, permitem que se alcance sucesso com a utilização dessas (MELO, 2005).

O objetivo foi avaliar o desempenho, em campo, de dois modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual na captura de *S. frugiperda* em milho visando o aprimoramento do monitoramento desse inseto-praga. A validação da equivalência dos dois modelos, “Delta” e “Gaiola”, na captura das mariposas, abre também espaço para o desenvolvimento de um modelo embarcado com inteligência artificial (I.A.).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797), conhecida por lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho, é uma espécie nativa de regiões de clima quente das Américas (BERTELS, 1970; PEDIGO, 1989; Citados por CARDOSO, 2004). Apesar de ser uma espécie nativa de regiões com clima mais quente, esta espécie possui ampla distribuição por países da América do Sul e Central, chegando a América do Norte e Canadá (WISEMAN *et al.*, 1966; MITCHELL, 1979, MAUND, 1995. Citados por Cardoso, 2004).

Geralmente, as primeiras gerações desse inseto-praga ocorrem durante os períodos iniciais de desenvolvimento da cultura quando os adultos, remanescentes de cultivos anteriores ou de outras plantas hospedeiras, se estabelecem e iniciam a oviposição. Estes adultos são mariposas com aproximadamente 35 mm de envergadura, corpo de coloração cinza com cerca de 15 mm de comprimento. Os machos se diferenciam das fêmeas por possuem manchas mais claras nas asas anteriores e as asas posteriores de ambos os sexos são de coloração clara (CRUZ *et al.*, 1999). Além disso, esses adultos possuem hábito crepuscular, tendo maior atividade de vôo ao entardecer apesar de os mesmos serem vistos também durante o dia (CARDOSO, 2004).

A lagarta-do-cartucho ataca a cultura do milho tanto na fase vegetativa e reprodutiva. O monitoramento, no caso da *S. frugiperda*, ocorre de duas maneiras, tanto com a avaliação visual do dano da lagarta em plantas, e com o monitoramento de adultos com feromônio sexual sintético. Para o uso das armadilhas, utiliza-se uma armadilha por hectare e o nível de controle é de três mariposas capturadas. A aplicação de inseticidas deve então ser realizada 10 dias após a amostragem, quando as lagartas ainda se encontram nos primeiros instares (ROSA, 2024).

De modo geral, o padrão de oviposição (camadas sobrepostas) e a distribuição dos ovos estão condicionados à algumas características das plantas hospedeiras, como estágio fenológico e características morfológicas e fisiológicas. Já foi observado maior número de ovos em gramíneas e plantas consideradas “mais velhas” indicando que a idade das espécies vegetais pode alterar o padrão de oviposição. Isso possivelmente pode está associado a essas plantas, possuírem maior superfície foliar, contribuindo para o pouso e permanência das fêmeas, favorecendo assim, o aumento do número de oviposições (PITRE *et al.*, 1983).

Durante a fase de desenvolvimento em que as plantas de milho possuem de 4 a 6 folhas, as oviposições se concentram na superfície abaxial das folhas e no terço inferior das plantas.

Quando as plantas atingem de 8 a 14 folhas, este padrão é alterado pois as oviposições são realizadas na superfície adaxial e nos terços médio e superior da planta (BESERRA *et al.* 2002).

De maneira geral, no início do desenvolvimento, os ovos possuem coloração verde-clara, passando para uma coloração alaranjada após algumas horas e, já próximo a eclosão, os ovos mostram-se escurecidos devido à cabeça da larva ser de coloração preta (CRUZ, 1995). Geralmente, as oviposições são realizadas com um número variável de ovos distribuídos em camadas (variando de uma a três) (CARDOSO, 2004).

Após o período de incubação dos ovos, que varia de três a cinco dias, emergem as larvas (= lagartas) de primeiro instar. Neste estágio, as lagartas possuem pequenos pêlos e a cabeça geralmente é mais larga em relação ao corpo. Apesar de serem pequenas (aproximadamente 2 mm de comprimento), já iniciam sua alimentação sobre as plantas, porém, só conseguem “raspar” a epiderme e o parênquima das folhas. Já nos estádios seguintes (cinco instares), além de serem caracterizadas pelo aumento progressivo de tamanho (podem ter o comprimento do corpo medindo até 35 mm), as lagartas apresentam o corpo de coloração que varia do esbranquiçado ao marrom-escuro, com linhas dorsais e sub-dorsais brancas completamente visíveis (a partir do terceiro instar). No último instar, o corpo é cilíndrico e a frente da cabeça é usualmente marcada com um Y invertido (CRUZ *et al.*, 1999). Por outro lado, salienta-se que o número de instares do estágio larval pode ser alterado em função de alterações nutricionais, temperatura, fatores genéticos e da forma de criação deste inseto (quando em laboratório) (PARRA; HADDAD, 1989).

No final do desenvolvimento larval, o último instar penetra no solo onde se transforma em pupa. Nesta fase, possui coloração avermelhada, mede cerca de 15 mm de comprimento e a duração do ciclo é variável, podendo ser de 8 dias (verão) e até 25 dias (inverno). Com o fim do período, surgem os adultos e o ciclo de desenvolvimento da espécie se reinicia com as oviposições (CARDOSO, 2004).

2.2. A cultura do milho, consequências do ataque e controle de *S. frugiperda*

O milho, *Zea mays* L., é uma gramínea encontrada em vários países do mundo e seu cultivo é realizado por pequenos, médios e grandes produtores, envolvendo diversos aspectos econômicos e sociais nas regiões produtoras (CARDOSO, 2004). Essa planta pertencente à família Poaceae e é um dos cereais mais produzidos e consumidos em todo mundo. Além da importância como matéria-prima na produção de biocombustíveis, seu valor

nutricional o coloca como alimento básico na dieta humana e animal (SOLOGUREN, 2015; MAXIMIANO, 2017).

Nas condições brasileiras, a lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda* é considerada praga-chave da cultura pois, à exceção das raízes, as lagartas se alimentam de todas as outras partes das plantas e suas injúrias são responsáveis por danos que podem variar de 15 a 34% (CARVALHO, 1970; CRUZ; TURPIN, 1982; CRUZ *et al.*, 1996). Os prejuízos econômicos são estimados em mais de 400 milhões de dólares (CRUZ *et al.*, 1999) e, se medidas de controle não forem adotadas, estes insetos podem representar prejuízos de até 100% (CARDOSO, 2004).

Observa-se que a partir do terceiro instar, as lagartas podem destruir totalmente as plantas mais novas, e causam injúrias severas em plantas mais velhas, prejudicando seriamente a produção de grãos. Assim, a partir de estudos visando determinar a influência da lagarta-do-cartucho na produção de grãos em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura do milho, Cruz & Turpin (1982) verificaram que apesar de haver uma recuperação das plantas quando as mesmas são atacadas durante os estágios iniciais de desenvolvimento, suas injúrias provocam redução na produtividade que podem chegar até a 18,7%. Perdas consideráveis na produção de grãos também foram verificadas por Cruz & Turpin (1983) e Carnevalli & Florcovski (1995) devido às injúrias provocadas por esta lagarta., resultando em quedas de até 50%.

Atualmente, a principal ferramenta de controle para *S. frugiperda* é o controle químico. O controle de *S. frugiperda* pode ser realizado através do uso de inseticidas de origem natural ou sintética, em que são utilizados para eliminar insetos em diferentes fases do seu ciclo de vida. Sendo esses inseticidas (pesticidas/ praguicidas como comumente também são chamados) são quaisquer agentes químicos ou biológicos utilizados para impedir, destruir, repelir ou mitigar qualquer praga (RITTER, 1997). Esses produtos entram no corpo do inseto através da cutícula, também conhecida como ação de contato, como também por meio da ingestão oral. Os inseticidas em geral, causam mortalidade por atuarem no sistema nervoso do inseto-praga. Outros, podem afetar o processo metabólico ou o desenvolvimento dos insetos, seja por imitarem ou interferirem na ação de hormônios, ou por afetarem a bioquímica da produção de cutícula (GULLAN; CRANSTON, 2007). Apesar dos inseticidas atuarem de diferentes formas e serem eficientes no controle de pragas, a seleção de indivíduos resistentes tem sido frequentemente relatada, isso devido ao mau uso da ferramenta, tanto por dosagens erradas e aplicações consecutivas do mesmo mecanismo de ação (CRUZ, 2002).

Outra possibilidade de controle é o uso dos inimigos naturais. Ocorrendo de forma natural, já foram identificados insetos que, além de não prejudicarem as lavouras, alimentam-

se de ovos e/ou lagartas dessa praga ou então microorganismos que podem causar doenças nos insetos, constituindo-se em seus inimigos naturais (CRUZ *et al.*, 1999). O controle biológico pode ser definido como sendo o uso de parasitoides, predadores e patógenos no controle de insetos. A utilização de patógenos, como baculovírus, pode controlar eficientemente *S. frugiperda* a campo se usado de forma adequada. Algumas das características que os tornam desejáveis para a utilização são a sua especificidade, compatibilidade com outros inimigos naturais e segurança aos humanos (KERKUT e GILBERTO, 1985). Adicionalmente, a utilização desses bioinseticidas não traz riscos de poluição do ambiente e não possuem efeito tóxico sobre aplicadores, agregando ainda valor ao produto final produzido.

Além das técnicas citadas, outra possibilidade é o uso de plantas geneticamente modificadas. O milho geneticamente modificado, no qual foram introduzidos genes específicos da bactéria de solo, *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), que permitem que a planta produza uma proteína tóxica específica para determinados grupos de insetos. Assim, o milho *Bt* é resistente à determinadas espécies de insetos sensíveis a essa toxina (CARNEIRO; *et al* 2009).

Nesse contexto, é possível integrar as ferramentas de controle e aplicar de maneira prática a filosofia do Manejo Integrado de Pragas (MIP) que procura preservar e aumentar os fatores de mortalidade natural das pragas pelo uso integrado dos métodos de controle selecionados com base em parâmetros técnicos, econômicos, ecológicos e sociais (VALICENTE, 2015). Uma das bases do MIP é o monitoramento de insetos que ocorrem na cultura, podendo ser realizado com armadilhas entomológicas, definindo o nível populacional das pragas e dos inimigos naturais, a frequência e a época do ano de ocorrência. Este conhecimento é fundamental para a tomada de decisão da medida ou não de controle a ser utilizada. O monitoramento pode ser feito para todos os insetos durante a cultura do milho, desde os insetos que atacam na fase inicial até a espiga de milho e o número de amostragens depende do tamanho da área e do custo (VALICENTE, 2015). Contudo existem estádios da lavoura considerados mais críticos no que se refere ao ataque de pragas, nos quais essas observações devem ser mais rigorosas (VALICENTE, 2015). Segundo Picanço (2010), o nível de controle ou nível de ação refere-se à menor densidade populacional da praga que indica a necessidade de aplicação de táticas de controle, para impedir que uma perda de produção de valor econômico seja atingida.

2.3. Uso de armadilhas com feromônio sexual para monitoramento de *S. frugiperda*

A decisão sobre quando controlar uma determinada praga, seja a lagarta-do-cartucho ou outra, depende do nível de infestação, o custo do controle e o valor monetário da produção

(CRUZ; FIGUEIREDO; SILVA; 2010). Então, quando mais rentável a produção e menor o custo para controle levam à decisão sobre o controle da praga com um nível de infestação mais baixo. Esse nível de infestação tradicionalmente tem sido determinado pela amostragem do número aparente de plantas atacadas, em que muitas vezes esse número tem sido sub ou superestimado dependendo da época em que ocorre a amostragem (CRUZ; FIGUEIREDO; SILVA; 2010).

Nesse contexto, para aumentar a precisão na tomada de decisão sobre determinada medida de controle é necessária a determinação, o mais cedo possível, de quando a praga chegou à área alvo e, preferencialmente, a detecção de uma fase da praga antes que qualquer tipo de dano seja verificado. Hoje, é possível detectar com antecedência o risco potencial da presença da lagarta-do-cartucho, através do monitoramento das mariposas, usando armadilha contendo o feromônio sexual sintético. Em que esse monitoramento é muito importante na tomada de decisão sobre o uso ou não de determinada medida de controle da praga (CRUZ *et al.*, 2010).

Além de serem utilizados no monitoramento, os feromônios são empregados na captura em massa ou até mesmo para confundir os insetos no acasalamento. No caso específico da *S. frugiperda* o feromônio é produzido a partir do feromônio sexual emitido pelas fêmeas de *S. frugiperda*, e é comercialmente disponível em vários países, incluindo o Brasil. Tem sido uma ferramenta útil para monitorar os insetos que estão ocorrendo em campo. (MITCHELL *et al.*, 1985, 1989; ADAMS *et al.*, 1989; PAIR *et al.*, 1989; LOPEZ *et al.*, 1990; WEBER; FERRO, 1991; MALO *et al.*, 2004; BATISTA-PEREIRA *et al.*, 2006. Citados por Cruz, 2012).

O monitoramento com armadilhas que utilizam feromônio é muito útil e prática, pois considera a variação da população da praga de um local para outro e também ao longo do tempo. O conhecimento de quando e onde os adultos desta mariposa estarão ativos e abundantes serve de alerta permitindo que a amostragem de campo e/ou medidas de controle possam ser iniciadas no tempo apropriado. O conhecimento sobre a presença ou ausência da praga permite evitar amostragens e/ou aplicações desnecessárias. Adicionalmente, o monitoramento pode fornecer, com antecedência, informações da chegada da mariposa na área-alvo (CRUZ *et al.*, 2010).

Apesar da *S. frugiperda* causar danos as culturas durante a fase de lagarta, destaca-se que, as armadilhas capturam apenas mariposas adultas do sexo masculino, sendo essa informação indispensável para determinar o período de tempo entre a chegada da mariposa na área alvo. Possibilitando assim, o planejamento do uso das diferentes ferramentas de prevenção ou de controle. Sabe-se ainda que, a captura de adultos na armadilha é positivamente correlacionada com velocidade do vento e a temperatura, e negativamente com a umidade

relativa do ar, pontos esses importantes para determinar de maneira mais precisa os níveis populacionais da praga (ROJAS *et al.*, 2004). De acordo com Cruz *et al.* (2010), a utilização de armadilhas de feromônio sexual para monitorar adultos de *S. frugiperda* foi a melhor forma de decidir sobre o número de aplicações de pesticidas necessários para controlar a praga em milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em condições de campo, em lavouras de milho cedidas para a instalação das armadilhas, sendo uma área localizada na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (FAECA-UFGD) (latitude 22°14' S, longitude 54°49' W, e altitude 458m) (Figura 1A) e outra área em área de produção comercial localizada próximo ao aeroporto de Dourados (latitude 22°14' S, longitude 54°49' W, e altitude 451m) (Figura 1B) ambas as áreas localizadas na região de Dourados-MS.

Na área da FAECA-UFGD, as armadilhas foram instaladas no período da safra regular entre abril e maio de 2023 em uma área de 9,58 hectares, sob o cultivo de milho híbrido. As armadilhas foram distribuídas aleatoriamente no interior da cultura. Na área de produção comercial, as armadilhas foram instaladas em uma cerca de limitante representada com uma linha azul (Figura 1B) (para não interferir no manejo do produtor), na segunda safra, durante o mês de abril de 2024, em uma área de 14,1 hectares, sob o cultivo de milho híbrido. O manejo cultural e os tratamentos fitossanitários, em ambas as áreas, seguiram as recomendações para a cultura uma vez que a instalação das armadilhas não teve por objetivo interferir na tomada de decisão para aplicação de inseticidas e demais tratamentos culturais.



Figura 1. Descrição das áreas de instalação das armadilhas entre abril-maio dos anos de 2023 e 2024, respectivamente. Dourados-MS. (1A) FAECA-UFGD e (1B) Área do produtor parceiro. Fonte: Google Earth.

Nos dois ensaios foram utilizados dois modelos de armadilhas para a captura de adultos de *S. frugiperda*, sendo um modelo que tem formato triangular e, na base, é encaixado um piso adesivo e o feromônio sexual fica pendurado no “teto” da armadilha. Essa armadilha tipo “Delta”, atrai os machos que são capturados por ficarem aderidos na placa adesiva (Figura 2). O segundo modelo de armadilha utilizado tem formato circular e um orifício no centro. Esse modelo também recebe um septo de feromônio sexual que atrai os machos para entrarem na

armadilha e ficam presos pois na parte inferior está presente uma gaiola de tela de malha tipo *mesh*, formando assim uma armadilha tipo “Gaiola” (Figura 3). Os dois modelos de armadilhas foram instalados à 1,60 m em relação à superfície do solo, usando estacas de madeira em formato de “L” invertido, tendo a parte superior de 0,5 m (Figura 4).

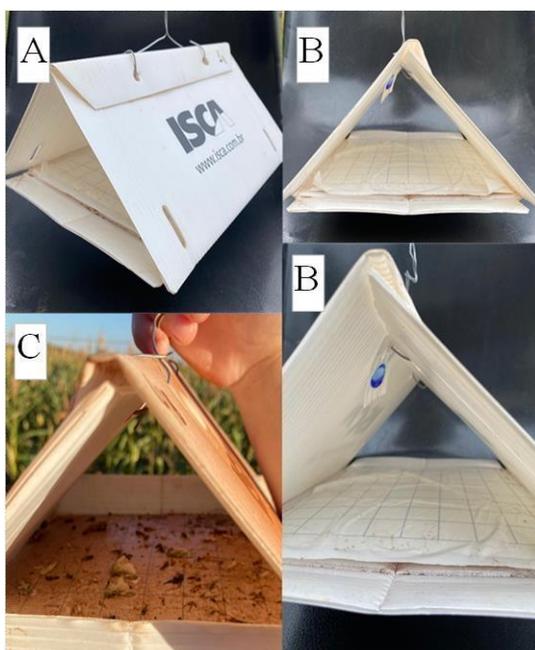


Figura 2. Armadilha tipo “Delta” utilizada para captura de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). (A) Armadilha; (B) Fundo colante para captura dos adultos; (C) Adultos capturados. Fonte: Acervo pessoal, 2024.



Figura 3. Armadilha tipo “Gaiola” utilizada para captura de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). (A) Armadilha; (B) Feromônio e rede para captura dos adultos; (C) Adultos capturados. Fonte: Acervo pessoal, 2024.

As armadilhas foram instaladas considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado com localização geográfica aferida. As armadilhas permaneceram na área FAECA durante 17 dias e na área do produtor parceiro por 15 dias sem necessidade de troca do septo de feromônio que tem vida útil de 30 dias conforme recomendação do fabricante. A instalação das armadilhas buscou coincidir também com o estágio de desenvolvimento da cultura mais susceptível ao ataque da lagarta-do-cartucho.

A manutenção e a inspeção das armadilhas, em cada área, foram realizadas a cada 5-7 dias. A manutenção consistiu em avaliar a efetividade do piso adesivo na armadilha tipo “Delta” e promover a troca, caso necessário e avaliar as condições das telas nas armadilhas tipo “Gaiola”, detectando e consertando possíveis orifícios que permitissem a fuga dos adultos. Também foi observado o posicionamento adequado de ambas as armadilhas reinstalando-as em caso de queda causada por ventos fortes. A inspeção consistiu na contagem do número de insetos capturados em cada tipo de armadilha, sendo os que ainda estavam vivos, sacrificados. Quando não possível/viável realizar a contagem do número de insetos em campo, o piso colante ou a gaiola de tela foram trocados e devidamente embalados em sacos plásticos, etiquetados e transportados para o Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA) na FCA-UFMG onde então foi realizada a contagem dos adultos capturados.

Os dados referentes ao número de adultos capturados em cada tipo de armadilha foram tabulados e submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 4. Armadilhas instaladas na área do produtor parceiro. Abril/2024. Fonte: Acervo pessoal (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo das avaliações do experimento foram capturados, nos dois modelos de armadilhas, 975 exemplares de *S. frugiperda* na área FAECA e 114 exemplares na área de milho comercial. Considerando que as armadilhas foram instaladas em duas áreas em diferentes safras, é de se destacar o quantitativo de insetos capturados nas armadilhas, evidenciando a importância da espécie como inseto-praga na cultura do milho. *S. frugiperda* é um inseto polífago que pode se alimentar em mais de 80 espécies de 23 famílias botânicas (PASHEY 1988), no entanto tem preferência por Poaceae sendo o milho o principal hospedeiro (CLAVIJO *et al.*, 1992), atacando as plantas durante diferentes estágios da cultura. Além disso, sabe-se que a lagarta-do-cartucho pode atacar as plantas de milho durante diferentes estágios de desenvolvimento. Dessa forma, torna-se indispensável o conhecimento sobre os estágios de desenvolvimento da cultura. Segundo Ritchie & Hanway (1989) o sistema de identificação empregado divide o desenvolvimento da planta em fase vegetativa (V) e reprodutiva (R). As subdivisões dos estádios vegetativos e reprodutivos são designadas numericamente como V1, V2, V3 até Vn e R1, R2 até R6; em que (n) representa a última folha emitida antes do pendoamento. O primeiro e o último estágio V são representados, respectivamente, por VE (emergência) e VT (pendoamento).

Nesse contexto, na etapa implantada na área da FAECA-UFGD, observou-se maior densidade populacional de adultos de *S. frugiperda* nas avaliações de 26/04/2023 e 06/05/2023 (Figura 5). A infestação do inseto-praga logo após a emergência das plantas é comum em diferentes regiões produtoras de milho no Brasil (CRUZ *et al.*, 2010). Observou-se diferença nas médias de captura na avaliação de 26/04 com maior captura nas armadilhas tipo “Gaiola” (Figura 5). Esse resultado poderia estar relacionado a flutuação populacional da espécie nesse período com maior número de indivíduos na área e, o modelo “Gaiola” ter sido mais eficaz visto que possui maior espaço para armazenar os insetos capturados. Uma vez que o aumento da superfície de captura das armadilhas aumenta também a captura de mariposas (TINGLE; MITCHELL, 1979). Em 20/04 e 06/05 não se detectou diferença significativa entre as médias de captura (Figura 5).

Na área de milho comercial observou-se, que nas três avaliações (12, 19 e 26/04) não foram detectadas diferenças significativas no número de adultos capturados pelos modelos de armadilha “Delta” e “Gaiola” (Figura 6). Comparativamente, na área do produtor parceiro (Figura 6) observou-se menor captura de adultos nas armadilhas quando comparado à área FAECA-UFGD no ano anterior (Figura 5). A instalação das armadilhas em 2024, coincidiu

com chuvas que ultrapassaram 70,0 na segunda quinzena de abril em Mato Grosso do Sul (INMET, 2024).

Outra observação a ser levada em consideração são as características de cada armadilha como formato, tamanho, localização, modelo, entre outras, que podem permitir que se alcance sucesso com a utilização dessas (MELO, 2005). No que se refere ao número de indivíduos capturados na armadilha do tipo “Delta”, este efeito possivelmente aconteceu devido ao menor espaço para captura dos insetos, como também devido a perda da aderência do piso colante. Os resultados obtidos tanto em relação ao tipo de armadilha quanto a data de realização das capturas demonstram como um todo que não houve diferença significativa, ou seja, os dois tipos de armadilha são igualmente eficazes em capturar as mariposas mas em alta densidade populacional da espécie-praga, o maior espaço para captura dos insetos-alvo poderá permitir maior tempo entre as inspeções.

As oscilações na captura dos insetos-praga, devido a fatores sazonais ou mudanças nas populações de organismos-alvo, não interferiram na eficácia dos dois modelos testados.

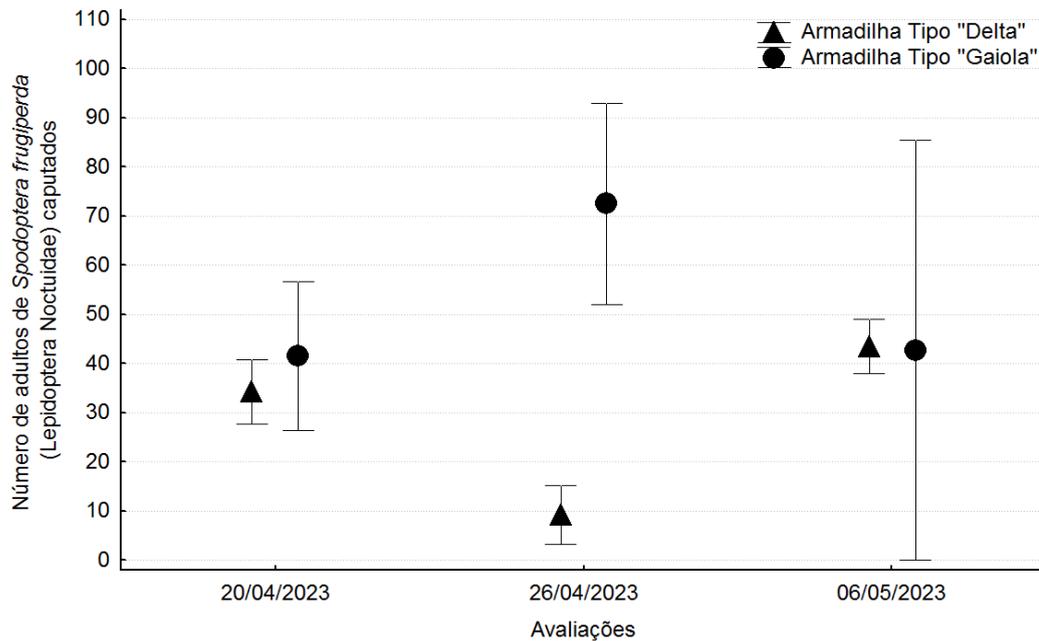


Figura 5. Número de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) capturados em milho na FAECA-UFGD. Abril-maio de 2023.

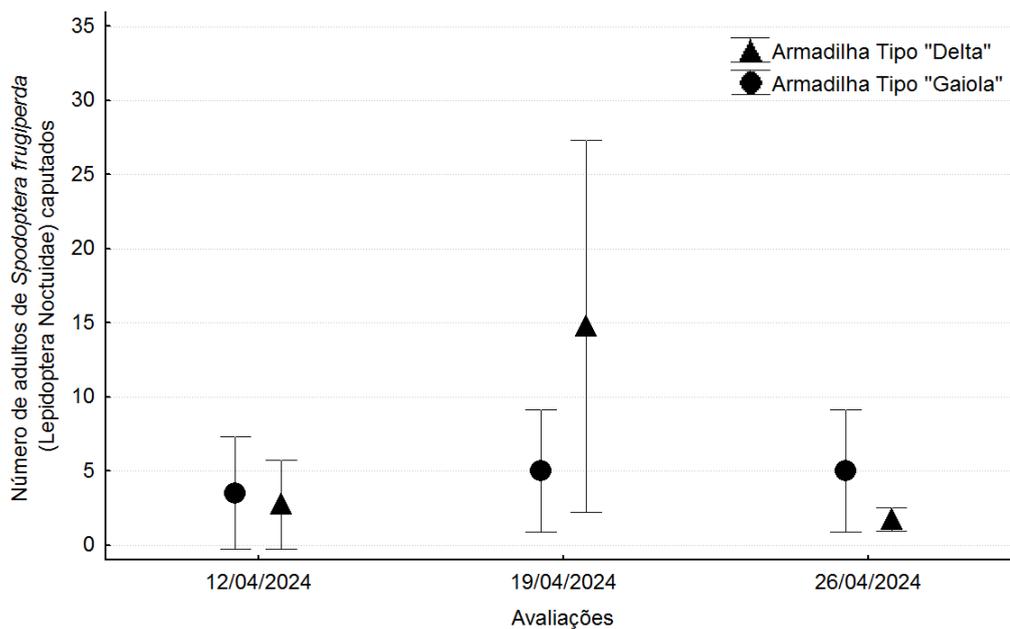


Figura 6. Número de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) capturados em milho na área do produtor parceiro. Abril de 2024.

5. CONCLUSÕES

Os dois modelos de armadilhas iscadas com feromônio sexual para captura de *S. frugiperda* foram igualmente eficientes.

Os resultados permitem embasar uma tomada de decisão assertiva, e otimizar o controle e qual época ocorre *S. frugiperda*.

Os resultados permitem melhor decisão quanto a escolha de um dos modelos visando embarcá-lo com Inteligência Artificial (I. A.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, A. Guia prático sobre armadilhas de pragas para um bom manejo da lavoura. **Agrosmart**, 2017. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/armadilhas-de-pragas-bom-manejo-da-lavoura/>. Acesso em: 03 mar. 2023.

BENTO, J. M. S. Controle de insetos por comportamento: Feromônios. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas do manejo dos insetos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p. 85-97.

BESERRA, E. B.; DIAS, C. T. DOS S.; PARRA, J. R. P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of corn. **Florida Entomologist**, v. 85, p. 588-593, 2002.

BIALOZOR, A.; PERINI, C. R.; ARNEMANN, J. A.; POZEBON, H.; MELO, A. A.; PADILHA, G.; STACKE, R. S.; PUNTEL, L.; DREBES, L.; GUEDES, J. V. C. Água em cartucho de milho melhora o controle de *Spodoptera frugiperda* com inseticidas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e59517, 2020.

CARDOSO, A. M. **Manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho, *Zea mays* L.:** bases para avaliação populacional e controle biológico utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). 2004.. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 84 p.

CARNEIRO, A. A. *et al.* **Milho Bt:** Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a Insetos-Praga. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009. p. 25. (Circular Técnica, 135).

CARNEVALLI, P. C.; FLORCOVSKI, J. L. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). **Ecossistema**, v. 20, p. 41-49, 1995.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo.** (Tese de Doutorado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1970. 170 p.

CRESPO, A. M.; GONÇALVES, D. C.; SOUZA, M. N.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S.; COSTA, H.; FAVARATO, L. F.; RANGEL, O. J. P.; ARAÚJO, J. B. S. Manejo da lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*): Panorama geral das atualizações no controle alternativo. **Boletim Técnico nº 6**. Espírito Santo: Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, 2021. p. 20.

CLAVIJO, S. A.; FERNÁNDEZ-BADILLO, A.; RAMÍREZ, A. A.; DELGADO, A.; LATHULLERIE, J. M. Influência de la temperatura sobre el desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Agronomia Tropical**, v. 41, p. 245-256, 1992.

CRUZ, I. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho:** principais pragas e seu controle. Brasília: EMBRAPA, SPI, (Recomendação Técnica, 1), p. 204, 1993.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1995. 45 p. (Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. Manejo de pragas na cultura do milho. In: **Seminário sobre a cultura do milho safrinha.** Campinas: Instituto Agrônomo, p.27-56, 1999.

CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos pragas a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith).** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Documentos 21, p. 15, 2002.

CRUZ, I. **Uso de armadilha com feromônio sexual no processo de tomada de decisão para o controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) em milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

CRUZ, I. **Como realizar o controle da lagarta-do-cartucho no milho.** 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/como-realizar-o-controle-da-lagarta-do-cartucho-no-milho>. Acesso em: 05 jul. 2024.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. M. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 40 p. (Circular Técnica, 30).

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. **Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (*Lepidoptera: Pyralidae*) em algumas regiões produtoras de milho no Brasil.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 42 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 93).

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 355-359, 1982.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Yield impact of larval infestations of the fall armyworm (*Lepidoptera: Noctuidae*) to midwhorl growth stage corn. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 1052-1054, 1983.

CRUZ, I. L. J.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 293-297, 1996.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B.; FOSTER, J. E. Efficiency of chemical pesticides to control *Spodoptera frugiperda* and validation of pheromone trap as a pest management tool in maize crop. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, p. 20-27, 2010.

CRUZ, I., FIGUEIREDO, M. de L., SILVA, R. B. **Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*) em algumas regiões produtoras de milho**

(*Zea mays* L.) no Brasil. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

ROSA, A. S. A; BARCELOS, H. T. **Bioecologia e controle de *Spodoptera frugiperda* em milho.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 30 p. – (Documentos,344).

GALLO, D., *et al.* **Entomologia agrícola.** Piracicaba: FEALQ, p. 920, 2002.

GASSEN, D. N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996.

GULLAN, P. J.; CRASTON, P. S. **Os insetos:** Um resumo de entomologia. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Informativo meteorológico nº 13/2024.** Disponível em:<https://portal.inmet.gov.br/noticias/informativo-meteorol%C3%B3gico-n-13-2024>. Acesso em: 26 jun. 2024.

KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology.** Oxford: Pergamon press, v. 12, p. 347-412, 1985.

MAXIMIANO, C. V. **Pré-condicionamento de sementes de milho em água com diferentes concentrações de ozônio no desenvolvimento inicial de plântulas e no controle de *Fusarium spp.*** 2017. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MELO, E. P. **Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho.** 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.

MOHAMED, S. A., *et al.* A deadly encounter: Alien invasive *Spodoptera frugiperda* in Africa and indigenous natural enemy, *Cotesia icipe* (Hymenoptera, Braconidae). **Plos One**, v. 16, p. 19, 2021.

NAKANO, O. **Entomologia econômica.** Piracicaba: Ed. Octavio Nakano, 2011. 464 p.

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L. **Determinação do número de ínstar de insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1989. 49 p.

PASHLEY, D. P. Quantitative genetics, development and physiological adaptation in host strains of the fall armyworm. **Evolution, Lancaster**, v. 42, p. 93-102, 1988.

PICANÇO, Marcelo Coutinho; LOPES, Mayara Cristina; SILVA, Gerson Adriano. **Tópicos de manejo integrado de pragas II**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Entomologia, 2023.

PITRE, H. N.; MULROONEY, J. E.; HOGG, D. B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: Crop preference and egg distribution on plants. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 463-466, 1983.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology/Cooperative Extension Service, **Special Report**, 48, 1989.

RITTER, L. Report of a panel on the relationship between public exposure to pesticides and cancer. **Cancer**, v. 80, p. 2019 - 2033, 1997.

ROJAS, J. C.; VIRGEN, A.; MALO, E. A. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico. **Florida Entomologist**, v. 87, p. 496-503, 2009.

SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão Agrícola**, v. 13, p. 8-11, 2015.

TINGLE, F.C. & E.R. Mitchell. 1979. *Spodoptera frugiperda* : Factors Affecting Pheromone Trap Catches in Corn and Peanuts. **Environmental Entomology**. 8: 989-992.

VALICENTE, F. H. **Manejo Integrado de Pragas na cultura do milho**. Sete Lagoas, EMBRAPA- CNPMS (Circular Técnica 208), p. 13, 2015.