

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) em soja na região de Cerrado brasileiro:
avaliação da incidência de adultos e lagartas e sua relação com as
variações de temperatura e umidade

Nilton Pereira de Souza

Dourados-MS
Julho/2023

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Nilton Pereira de Souza

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA NA REGIÃO DE CERRADO BRASILEIRO: AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE ADULTOS E LAGARTAS E SUA RELAÇÃO COM AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Dr. Marcos Gino Fernandes

Dourados-MS
Julho/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S729d Souza, Nilton Pereira De

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA NA REGIÃO DE CERRADO BRASILEIRO:
AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE ADULTOS E LAGARTAS E SUA RELAÇÃO COM AS
VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE [recurso eletrônico] / Nilton Pereira De Souza.
-- 2023.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Dr. Marcos Gino Fernandes .

Coorientador: Dr. Elmo Pontes Melo.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

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

1. Cultivar. 2. Fatores abióticos. 3. Lagarta-do-Cartucho. I. Fernandes, Dr. Marcos Gino. II. Melo, Dr. Elmo Pontes. 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.

**“DINÂMICA POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA NA REGIÃO DE CERRADO BRASILEIRO:
AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE ADULTOS E LAGARTAS E SUA RELAÇÃO COM
AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE”.**

Por

NILTON PEREIRA DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS GINO FERNANDES**
Data: 15/09/2023 12:22:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcos Gino Fernandes
Orientador/Presidente - UFGD

Participação remota
Dr.^a Elisângela de Souza Loureiro
Membro titular - UFMS

Participação remota
Dr. Antônio Cesar Silva Lima
Membro titular - UFRR

Dissertação aprovada em: 25 de julho de 2023

Biografia do Acadêmico

Nilton Pereira de Souza, natural de Alta Floresta do Oeste-RO, nascido em 21 de Agosto de 1996. O terceiro filho de Eliane Pereira de Souza e Nilson Pereira de Souza. Iniciou o ensino fundamental em 2004, na Escola Pero Vaz de Caminha, onde cursou até a extinta 3ª série até 2006, de 2007 à 2011, cursou do 4º até 9º ano na Escola Polo Municipal de Ensino Fundamental José Veríssimo, na zona rural de Rolim de Moura-RO. De 2012 a 2014, cursou ensino médio na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Tancredo de Almeida Neves, na zona urbana de Rolim de Moura-RO. De 2015 a 2019, cursou Licenciatura em Ciências Biológicas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) - Campus Colorado do Oeste, na cidade de Colorado do Oeste-RO. Durante a graduação realizou diversas atividades extras, tanto no campus como em outras instituições, como participação e organização de eventos, participação em projetos de ensino, pesquisa e extensão, ministração de palestras e oficinas. De 2015 a 2017 participou do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, realizando atividades na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Manoel Bandeira, na cidade de Colorado do Oeste. Em 2016 realizou estágio no laboratório de química na Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras-MG. Ainda em 2016, foi colaborador em projeto de pesquisa, começando a iniciação científica. Em 2017 realizou estágio no Centro de Investigação de Montanha do Instituto Politécnico de Bragança, na cidade de Bragança-Portugal. Em 2018 foi nomeado representante discente no Conselho Superior do IFRO. Ainda em 2018, começou integrou o Programa Residência Pedagógica, realizando atividades educacionais no ensino médio técnico do IFRO - Campus Colorado do Oeste, tais atividades foram realizadas até 2019. Em 2019 realizou estágio no laboratório de patologia e controle microbiano de insetos do departamento de entomologia e acarologia da Escola Superior Luiz de Queiroz/USP.

Agradecimentos

Agradeço a Deus.

Agradeço a minha querida e amada família por ser minha base e contribuir para meu crescimento pessoal e acadêmico.

Agradeço ao meu orientador Dr. Marcos Gino Fernandes, pela colaboração, parceria e amizade e companheirismo.

Agradeço aos professores do programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade ao conhecimento agregado.

Agradeço a todos os professores que desde o ensino fundamental já contribuíram de alguma forma com meu progresso pessoal.

Agradeço ao secretário do programa Vítor pela paciência e colaboração.

Agradeço aos colegas de laboratório Cleudivania, Ellen, Eduardo e Elmo pelo companheirismo, pelas risadas e os bons momentos.

Agradeço aos colegas do programa de pós-graduação Jean, Elivelto, Walkiria, Erika pela amizade e por todo apoio prestado.

Agradeço a CAPES.

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA NA REGIÃO DE CERRADO
BRASILEIRO: AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE ADULTOS E
LAGARTAS E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS
Resumo Geral/Palavras – chave.....8

POPULATION DYNAMICS OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN SOYBEANS IN THE BRAZILIAN
CERRADO REGION: ASSESSMENT OF THE INCIDENCE OF ADULTS
AND CATERPILLARS AND THEIR RELATIONSHIP WITH CLIMATIC
CONDITIONS
Abstract/ Key words.....9
Capítulo 1.....10
Revisão Bibliográfica.....10
Família Noctuidae.....10
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).....11
Referências.....14
Capítulo.....17
Introdução.....17
Objetivo.....19
Objetivos específicos.....19
Materiais e métodos.....19
Locais de instalação do ensaio.....19
Captura e contagem de machos de *S. frugiperda*.....20
Contagem de lagartas.....22
Análise estatística.....22
Resultados.....24
Discussão.....28
Conclusões.....32
Referências.....33

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM SOJA NA REGIÃO DE CERRADO BRASILEIRO: AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE ADULTOS E LAGARTAS E SUA RELAÇÃO COM AS VARIAÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE

Resumo geral

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida como lagarta-do-cartucho-do-milho, é uma praga de ampla polifagia e notória como praga primária em diversas culturas agrícolas. Na cultura da soja, suas larvas podem causar danos significativos nas fases iniciais do desenvolvimento da planta, bem como durante a formação dos grãos. O objetivo deste estudo foi investigar a incidência de lagartas e adultos de *S. frugiperda* em relação a alguns fatores ambientais, especificamente temperatura e umidade, em dois anos agrícolas de soja Intacta na região de Ponta Porã e Dourados-MS. O experimento da safra 2021/22 foi conduzido na unidade do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, campus Ponta Porã, no município de Ponta Porã, estado de Mato Grosso do Sul, enquanto o experimento da safra 2022/23 foi conduzido na área experimental da Unigran, Mato Grosso do Sul, no município de Dourados. Para captura de machos utilizou-se armadilha do tipo Delta com isca atrativa comercial (Bio Spodoptera, Biocontrole®), enquanto a contagem de lagartas foi feita visualmente, diretamente nas plantas. Ambas as análises foram realizadas semanalmente, com início antes da semeadura e seguiram até o final do ciclo da cultura. Os dados climáticos de temperatura e umidade, foram obtidos junto ao INMET para Ponta Porã e EMBRAPA - Agropecuária Oeste para Dourados. Para avaliar a influência desses fatores abióticos na densidade populacional de adultos e lagartas, foram realizadas análises de regressão linear entre os dados populacionais e climáticos. Foi detectado adultos e lagartas de *S. frugiperda* em ambas as safras, onde a quantidade de adultos se mostrou superior em relação a quantidade de lagartas. Na safra 21/22, as lagartas se fizeram presente tanto no período inicial da safra, quanto no final divergindo da safra 22/23, o qual as lagartas se fizeram presente apenas no período final das amostragens. Não foi encontrada correlação significativa entre temperatura e umidade com a quantidade de adultos ou lagartas. A ocorrência de lagartas nas fases iniciais da soja pode comprometer o estabelecimento da cultura, devido à elevada capacidade destrutiva dessas pragas sobre as plântulas. Além disso, a ocorrência nas fases reprodutivas interfere no rendimento da soja, uma vez que as lagartas preferem se alimentar das vagens nessa fase fenológica. Portanto, é recomendável o monitoramento contínuo de *S. frugiperda* ao longo do ciclo da soja, principalmente, nas fases iniciais do desenvolvimento vegetativo e do reprodutivo, pois a presença de lagartas nessas fases representa um risco substancial para o rendimento da cultura.

Palavras-chave: Cultivar; Fatores abióticos; Lagarta-do-Cartucho.

POPULATION DYNAMICS OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN SOYBEAN IN THE BRAZILIAN CERRADO REGION: ASSESSMENT OF THE INCIDENCE OF ADULTS AND CATERPILLARS AND ITS RELATIONSHIP WITH VARIATIONS IN TEMPERATURE AND HUMIDITY

General Abstract

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae), known as the corn fall armyworm, is a pest with widespread polyphagy and notorious as a primary pest in several agricultural crops. In soybean crops, their larvae can cause serious damage in the early stages of plant development, as well as during grain formation. The objective of this study was to investigate the incidence of *S. frugiperda* caterpillars and adults in relation to some environmental factors, specifically temperature and humidity, in two agricultural years of Intacta soybeans in the region of Ponta Porã and Dourados-MS. The 2021/22 harvest experiment was conducted at the unit of the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, Ponta Porã campus, in the municipality of Ponta Porã, state of Mato Grosso do Sul, while the 2022/23 harvest experiment was conducted in the experimental area from Unigran, Mato Grosso do Sul, in the municipality of Dourados. . To capture males, a Delta-type trap was used with attractive commercial bait (Bio Spodoptera, Biocontrole®), while the caterpillar count was done visually, directly on the plants. Both analyzes were carried out weekly, starting before sowing and continuing until the end of the crop cycle. Climatic temperature and humidity data were obtained from INMET for Ponta Porã and EMBRAPA - Agropecuária Oeste for Dourados. To evaluate the influence of these abiotic factors on the population density of adults and caterpillars, linear regression analyzes were performed between population and climatic data. *S. frugiperda* adults and caterpillars were detected in both harvests, where the number of adults was higher in relation to the number of caterpillars. In the 21/22 harvest, the caterpillars were present both in the initial period of the harvest and at the end, diverging from the 22/23 harvest, in which the caterpillars were only present in the final sampling period. No significant correlation was found between temperature and humidity with the number of adults or caterpillars. The occurrence of caterpillars in the initial stages of soybean can compromise the establishment of the crop, due to the high destructive capacity of these pests on seedlings. Furthermore, the occurrence in the reproductive phases interferes with soybean yield, since the caterpillars prefer to feed on the pods in this phenological phase. Therefore, continuous monitoring of *S. frugiperda* throughout the soybean cycle is recommended, especially in the initial phases of vegetative and reproductive development, as the presence of caterpillars in these phases represents a substantial risk to crop yield.

Key words: Grow crops; Abiotic factors; fall armyworm.

Capítulo 1

1. Revisão bibliográfica

1.1. Família Noctuidae

A família Noctuidae, da ordem Lepidoptera, contém cerca de 21 mil espécies distribuídas mundialmente, principalmente na região tropical, tais espécies se relacionam com diversos ambientes e recursos, onde, algumas são pragas de importância agrícola (Fujihara et al., 2011, Keegan et al., 2021). Dentro de Noctuidae, temos as seguintes subfamílias: Acronictinae, Aediinae, Agaristinae, Amphipyriinae, Bagisarinae, Balsinae, Bryophilinae, Condinae, Cuculiinae, Dyopsinae, Eriopinae, Eucocytiinae, Eustrotiinae, Grotellinae, Heliiothinae, Metoponiinae, Noctuinae, Oncocnemidinae, Pantheinae, Plusiinae, Raphiinae, Stiriinae (Keegan et al., 2021).

As espécies desta família apresentam tamanhos variados, de 15 mm até 30 mm, com coloração variada, sendo parda, cinza, amarelada e com presença de manchas (Holloway et al., 1992). Há dimorfismo sexual perceptível pela coloração do primeiro par de asas, sendo este mais escuro e com manchas no macho, e parda com cor de palha na fêmea (Figura 1) (Parolin, 2012).

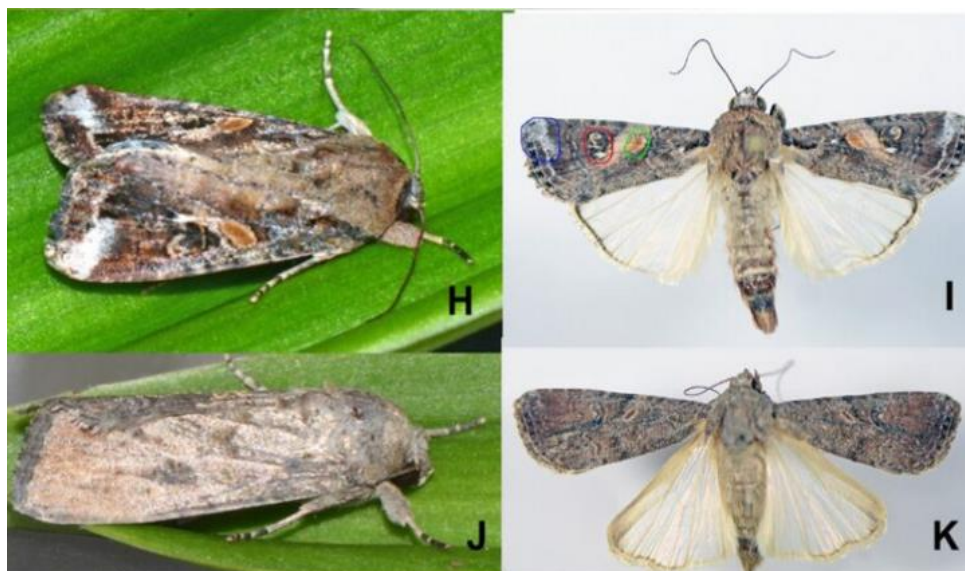


Figura 1. Adultos de *Spodoptera frugiperda*. **H**- macho; **I**- macho (vista dorsal); **J**- fêmea; **K**- fêmea (vista dorsal). Fonte: BIOMATRIX, 2023.

As mariposas colocam em média 1.500 a 2.000 ovos em seu curto tempo de vida, os ovos possuem coloração de verde-claro a alaranjado (Figura 2) após 12 a 15 horas de desenvolvimento do embrião; próximo à eclosão, os ovos mostram-se escurecidos devido à

cápsula cefálica do embrião que pode ser vista através do cório translúcido (Cruz, 1995). O ciclo larval ocorre entre 12 a 30 dias, sua coloração varia de cinza-escuro a marrom com pontos pretos em sua faixa dorsal na base das cerdas, apresentam sutura epicranial em Y invertido na região da cabeça, facilitando a identificação do gênero, enquanto o período pupal varia entre 8 a 25 dias dependendo da temperatura do ambiente (Cruz, 1995; Gallo et al., 2002).

A família Noctuidae parece ser mais diversa na região norte do hemisfério, por exemplo, apenas nos Estados Unidos e Canadá, há registro de pelo menos 2500 espécies, aproximadamente 20% da fauna mundial desta família e em diversos ecossistemas terrestres, a família Noctuidae desempenha importantes funções ecológicas como herbívoros e detritívoros (Keegan et al., 2021), estudos prévios demonstraram que durante a noite, os noctuídeos são um dos principais grupos de insetos a realizarem a polinização (Walton et al., 2020).



Figura 2: Postura de *S. frugiperda*. Postura de *Spodoptera rugiperda*, oriundas da criação em laboratório. Fonte: Souza, 2022.

1.2. *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

Dentro da família Noctuidae, a espécie *S. frugiperda*, também conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho, é nativa da América tropical (Silva et al., 2021), invadiu outros continentes, sendo registrada em 2016 em países africanos, assim como também na Ásia, mais precisamente na Índia em 2018 e na China em 2020 (Mallapur et al., 2018; Jing et al., 2020). E, apesar da ocorrência em todo território brasileiro, devido às condições ambientais favoráveis e disponibilidade de alimentos, os primeiros relatos de sua presença foram nos estados de Pernambuco, Distrito Federal, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Leiderman; Sauer, 1953; Cruz, 1995; Cruz et al., 2013).

A referida espécie se destaca por ser uma das principais ameaças à agricultura ao redor do mundo (Ramzan et al., 2020; LI et al., 2021). Dada a sua natureza polífaga, *S. frugiperda* pode danificar quase 353 plantas hospedeiras pertencentes a 76 famílias, sendo considerada praga-chave nas culturas de arroz, milho, soja, amendoim e hortaliças (Montezano et al., 2018). Estudo recente, realizado por Guo et al. (2021) mostrou que a *S. frugiperda* apresenta risco potencial para as culturas da batata e tabaco. Além dos danos diretos que esse inseto pode causar nas culturas, as larvas também podem introduzir fungos saprofíticos e patogênicos (Overton et al., 2021).

O controle dessa praga é desafiador pois as possíveis plantas hospedeiras possuem fenologias diferentes e são cultivadas em diferentes estações do ano, porém próximas umas das outras, o que pode facilitar o deslocamento da praga entre as culturas (Silva et al., 2017). Essa disponibilidade de diferentes hospedeiros pode até resultar na seleção de populações de insetos com novas preferências alimentares devido à diferente exposição desses insetos a variedade de culturas (Barros et al., 2010). Outro fator importante para dificuldade de seu controle, é o ciclo de vida curto, por exemplo, as fêmeas da *S. frugiperda* ovipositam grande quantidade de ovos, que entre 2-10 dias, eclodem larvas, e essas entre 14-21 dias atingem a fase pupal (Ramzan et al., 2020). Além disso, ao contrário de muitas espécies de insetos em regiões temperadas, *S. frugiperda* não possui mecanismo de diapausa (Heo; Kim; Kim, 2022).

O monitoramento e a flutuação populacional de pragas são práticas que visam compreender o comportamento, alimentação e a incidência dos indivíduos na cultura monitorada, tais informações são importantes para o desenvolvimento de métodos de controle populacional de pragas (Gilbert et al., 1976, Nasorri et al., 2021). E, a abundância e distribuição de insetos são influenciadas por fatores bióticos e abióticos, sendo que a disponibilidade de alimento é o principal fator biótico na flutuação de insetos, os fatores climáticos são fatores abióticos determinantes nessa ocorrência de insetos (Silva, 2021).

Milano et al. (2008) verificaram em laboratório uma correlação positiva com atividade de cópula e temperatura, em que temperatura entre 20 °C e 30 °C, houve mais cópula assim como também maior fecundidade das fêmeas de *S. frugiperda*. Duraimurugan (2021) também verificou em experimento de campo uma correlação positiva entre as altas temperaturas com a alta quantidade de machos capturados e a população larval de *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae) em mamoeiro. Entretanto, em relação a umidade, segundo Rodrigues (2004) a faixa ideal para o desenvolvimento dos insetos fica entre 40 a 80 %. O autor ainda relata que a faixa de umidade ideal é aquela que proporciona uma maior velocidade de desenvolvimento, maior longevidade e maior fecundidade.

O manejo de *S. frugiperda* tem sido realizado principalmente com uso de produtos químicos, porém estes podem causar danos ao meio ambiente e a saúde do agricultor e do consumidor, outro meio de manejo é a manipulação genética, ou tecnologia *Bt*, mas essa espécie tem desenvolvido resistência a ambos os métodos de manejo (Waquil et al., 2016). Alternativas de manejo à *S. frugiperda* com baixo ou nenhum impacto ao meio ambiente e à saúde tem sido estudada e aprimorada nos últimos anos, como o controle biológico, principalmente com entomopatógenos (Thomazoni et al., 2014). Inseticidas botânicos também apresentaram resultados significativos positivos (Lima et al., 2010).

2. Referências

BARROS, E. D.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, Desenvolvimento e Reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Diferentes Hospedeiros de Importância Econômica. **Neotropical Entomology**. v. 39. n. 6. 2010.

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

CRUZ, I.; et al. **Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2013.

DURAIMURUGAN, P. Effect of weather parameters on the seasonal dynamics of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in castor in Telangana State. **Journal of Agrometeorology**. v. 20. n. 2. 2018.

FUJIHARA, R. T., et al. **Insetos de importância econômica: Guia ilustrado para identificação de famílias**. Botucatu: Editora FEPAF. 2011.

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

GILBERT, N.; et al. **Ecological relationships**. San Francisco: W. H. Freeman. 1976.

GUO, J. F., et al. Comparison of larval performance and oviposition preference of *Spodoptera frugiperda* among three host plants: potential risks to potato and tobacco crops. **Insect science**. v. 28. n. 3. 2021.

HEO, J. W.; KIM, S. B.; KIM, D. S. Effects of intergenerational host plant alterations on developmental parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**. v. 25. n. 3. 2022.

HOLLOWAY, J. D.; et al. **II E Guides to Insects of Importance to Man**. 1. Lepidoptera. London, The Natural History Museum. 1992.

KEEGAN, K. L.; et al. Toward a Stable Global Noctuidae (Lepidoptera) Taxonomy. **Insect Systematics and Diversity**. v. 5. n. 3. 2021.

LEIDERMAN, L; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais (*Laphygma frugiperda*, Abbot e Smith, 1797). **O biólogo**. 1953.

LI, F.; et al. Comestible and temperature effects on the biological traits of fall armyworms, *Spodoptera frugiperda*. **Entomological Research**. v. 51. n. 10. 2021.

LIMA, M. P. L.; et al. Bioatividade de formulações de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss, 1797) e de *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 34. n. 6. 2010.

MALLAPUR, C. P.; et al. Status of alien pest fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize in Northern Karnataka. **Journal Entomology Zoology Study**. v. 6. 2018.

MONTEZANO, D. G.; et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African Entomology: Journal of the Entomological Society of Southern Africa**. 2018.

NASORRI, L. H.; et al. Monitoramento e flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* na cultura do grão-de-bico. in: **Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa**. 2021.

VERTON, K.; et al. Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. **Crop Protection**. v. 141. 2021.

PAROLIN, F. J. T. **Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho sob efeito de silício, ácido giberélico GA3 e herbivoria prévia**. Pós-graduação em Agronomia/Entomologia. Lavras: UFLA, 2012.

RAMZAN, M. et al. Bio-ecology and management of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): A review. **Journal of Pure and Applied Agriculture**. v. 5. n. 4. 2020.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**. v. 1. n. 4. 2004.

SILVA, D. M.; et al. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. **Scientia Agricola**. v. 74. n. 1. 2017.

SILVA, W. M. **FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Thlastocoris laetus* (HEMIPTERA: COREIDAE) NO AMAZONAS**. 2021. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia Tropical), 2021.

THOMAZONI, D.; et al. Patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do instituto biológico**. v. 81. n. 2. 2014.

WALTON, R. E.; et. al. Nocturnal pollinators strongly contribute to pollen transport of wild flowers in an agricultural landscape. **Biology Letters**. v. 16. n. 5. 2020.

WAQUIL, M. S.; et al. Índice de adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho Bt. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51. n. 5. 2016.

Capítulo 2

Dinâmica populacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja na região de Cerrado brasileiro: avaliação da incidência de adultos e lagartas e sua relação com as variações climáticas

2. Introdução

No Brasil, a soja é a cultura agrícola mais produzida, com produção estimada de 125.552,3 mil toneladas de grãos, em uma área de 41.452 mil ha⁻¹ cultivados na safra de 2021/2022 (CONAB, 2022), tornando o país um grande produtor e consumidor de soja, tendo forte participação no mercado mundial como exportador. O ciclo da soja é dividido em vegetativo e reprodutivo, na qual os estádios vegetativos compreendem os eventos ocorridos desde a emergência da plântula até a emissão do último trifólio antes da abertura da primeira flor. Os estádios R compreendem os eventos ocorridos desde a abertura da primeira flor até a maturação completa das vagens (Costa, 2015).

Para aumentar a produtividade da cultura da soja, devem-se reduzir as perdas causadas pelos fatores limitantes (Goffi et al., 2017). Um desses fatores é o ataque de insetos-praga, principalmente na região produtora como o Centro Oeste brasileiro (Tomquelski et al., 2015). Dentre essas pragas, as lagartas de *S. frugiperda* alimentam-se de folhas, reduzindo a área foliar e afetando a capacidade fotossintética da planta, e conseqüentemente a produção. Estes danos são diferenciados em função do estágio fenológico, época de ataque e intensidade de infestação (Cruz et al., 1999).

A estratégia de manejo dessa praga é a utilização de inseticidas químicos, porém esse método além de aumentar o custo de produção, podem eliminar inimigos naturais e até mesmo manifestar resistência dos insetos-praga, assim o uso de cultivar resistente a insetos, ou seja, plantas geneticamente modificadas, tem sido uma excelente alternativa (Goffi et al., 2017).

A exemplo da soja Bt, a qual o gene responsável pela codificação da proteína Cry foi isolado de *Bacillus thuringiensis* e introduzido na soja (Carneiro, 2021). *B. thuringiensis* é uma bactéria entomopatogênica, gram-positiva que habita o solo (Bravo et al., 2011). Quando está em fase de esporulação, a *B. thuringiensis* sintetiza proteínas que se juntam na periferia dos esporos, formando cristais em um dos polos da célula, tais cristais são compostos por uma ou várias proteínas Cry, que são tóxicos e específicos a determinados insetos (Herrero et al.,

2001; Maagd et al., 2003). Além da proteína Cry, as proteínas Cyt e Vip, produzidas por algumas estirpes da bactéria *B. thuringiensis*, e essas têm sido introduzidas na soja de forma associada para maior eficiência no controle de pragas (Werneck et al., 2008; Mourão, 2017).

Para tomada de decisão quanto ao momento e forma de manejo é necessário conhecer como a *S. frugiperda* se comporta ao longo da cultivar, a incidência da praga, nível de infestação, danos causados à planta, ou seja, analisar a dinâmica populacional da praga na cultura em questão (Ávila, Santos; 2018). Oliveira (2014) analisando a dinâmica populacional de lagartas desfolhadoras da soja verificou que apesar das lagartas do complexo Plusiinae representarem a maioria dos indivíduos presentes na cultura no estudo em questão, as lagartas do complexo *Spodoptera*, também representaram quantidades significativas sendo que a maior ocorrência do complexo de *Spodoptera* se deu na fase reprodutiva da cultura, e especificamente na fase de enchimento de grãos período no qual a praga pode resultar em danos significativos para cultura.

Além dos danos causados nas vagens, as lagartas podem consumir folhas em diferentes fases fenológicas, alterando os processos fisiológicos da soja, assim, reduzindo a capacidade fotossintética, o que logicamente poderá interferir na produção final da planta (Oliveira, 2014).

O controle dessa praga é desafiador porque as possíveis plantas hospedeiras possuem fenologias diferentes e são cultivadas em diferentes estações do ano, porém próximas umas das outras, o que pode facilitar o deslocamento da praga entre as culturas (Silva et al., 2017). Essa disponibilidade de diferentes hospedeiros pode até resultar na seleção de populações de insetos com novas preferências alimentares devido à exposição desses insetos a uma variedade de culturas hospedeiras (Barros et al., 2010). Outro fator importante para dificuldade de seu controle, é seu ciclo de vida curto, por exemplo, as fêmeas da *S. frugiperda* ovipositam grande quantidade de ovos que entre 2-10 dias eclodem larvas que se completam essa fase do ciclo entre 14-21 dias (Ramzan et al., 2020). Além disso, ao contrário de muitas espécies de insetos em regiões temperadas, *S. frugiperda* não possui mecanismo de diapausa (Heo et al., 2022).

O manejo de *S. frugiperda* tem sido realizado principalmente com uso de produtos químicos, porém estes podem causar danos ao meio ambiente e a saúde do agricultor e do consumidor; outro meio de manejo é a manipulação genética, ou tecnologia *Bt*, mas essa espécie tem desenvolvido resistência a ambos os métodos de manejo (Waquil et al., 2016).

Uma das alternativas para minimizar os problemas decorrentes do ataque de pragas e racionalizar o uso de inseticidas é a adoção do sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Neste sistema recomenda-se combinar diversas técnicas e estratégias distintas com o objetivo de manter a população de pragas abaixo do nível de dano econômico, sempre visando um controle economicamente viável e ambientalmente correto (Conte et al., 2017). Alternativas de manejo à *S. frugiperda* com baixo ou nenhum impacto ao meio ambiente e à saúde tem sido estudada e aprimorada nos últimos anos, como o controle biológico, principalmente com entomopatógenos (Thomazoni et al., 2014). Inseticidas botânicos também apresentaram resultados significativamente positivos (Lima et al., 2010).

Devido às adaptações alimentares da *S. frugiperda*, todas informações sobre comportamento e biologia deste inseto em diferentes culturas é de extrema importância para planejamento e estabelecimento dos níveis de ação e formas de manejo. O monitoramento e a flutuação populacional de pragas são práticas que visam compreender o comportamento, alimentação e a incidência dos indivíduos na cultura monitorada (Nasorri et al., 2021). Para o monitoramento de *S. frugiperda* na fase larval é mais indicado o pano de batida, já para fase adulta o ideal é armadilha com feromônio (Cruz, 2015).

3. Objetivo

O objetivo deste estudo foi estudar a incidência da espécie de lepidóptero *S. frugiperda* em duas safras de soja Intacta na região de Ponta Porã e Dourados-MS e a influência das variações de temperatura e umidade.

3.1. Objetivos específicos

- Avaliar a incidência de adultos e lagartas em duas safras de soja Intacta da região de Ponta Porã e Dourados no Mato Grosso do Sul.
- Avaliar se a quantidade de adultos é influenciada pelas variações de temperatura e umidade.

4. Material e Métodos

4.1. Local de instalação do ensaio

Todos os experimentos foram realizados no sul do Mato Grosso do Sul. A precipitação pluviométrica total anual da região é 1200 a 1400 mm, já a evapotranspiração real anual é de 1100 a 1200 mm, e a temperatura média anual é de 22 °C. A variação mesoclimática é de úmido a subúmido, com excedente hídrico anual de 800 a 1200 mm durante 04 meses (Mato Grosso do Sul, 2000).

O experimento da safra 2021/22 foi conduzido sob condições de campo e dentro das boas práticas agrícolas na unidade do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, Campus Ponta Porã, no município de Ponta Porã, estado de Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas geográficas 22°33'09" latitude (Sul) e 55°39'00" longitude (Oeste), a 641 metros de altitude, em terreno plano, com solo de textura argilosa e clima Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos). Antes da implementação da cultura da soja a área experimental estava ocupada por *Brachiaria ruziziensis*, como palhada e durante a desenvolvimento das amostragens haviam plantações comerciais de soja ao redor da área comercial.

A cultivar de soja utilizada no ensaio foi a M 6410 IPRO (Intacta RR2 PRO) (MONSOY, 2023), grupo de maturação 6.4, ciclo precoce, cultivar susceptível ao alvo biológico em estudo, com semeadura no dia 05/11/2021 e emergência registrada no dia 10/11/2021 com espaçamento de 0,50 metro entre linhas e, aproximadamente, 0,08 metro entre plantas, resultando em uma população de 250 mil plantas por hectare. Foi realizada a adubação de plantio na área utilizando 250 kg.ha⁻¹ de DAP.

O experimento da safra 2022/23 foi conduzido sob condições de campo e dentro das boas práticas agrícolas não campo experimental da Unigran, Mato Grosso do Sul, no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas geográficas 22°33'09" latitude (Sul) e 55°39'00" longitude (Oeste), a 641 metros de altitude, em terreno plano, com solo de textura argilosa e clima Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos). Antes da implementação da cultivar, a área experimental estava em pousio e durante a desenvolvimento das amostragens haviam plantações comerciais de soja ao redor da área comercial.

A cultivar de soja utilizada no ensaio foi a BMX FIBRA IPRO (Intacta RR2 PRO) (BRASMAX, 2023), grupo de maturação 6.4, ciclo precoce, cultivar susceptível ao alvo biológico em estudo, com semeadura no dia 04/10/2022 e emergência registrada no dia 10/10/2022 com espaçamento de 0,50 metro entre linhas e, aproximadamente, 0,08 metro entre plantas, resultando em uma população de 250 mil plantas por hectare. Foi realizada a adubação de plantio na área utilizando 250 kg.ha⁻¹ de DAP.

4.2. Captura e contagem de machos de *S. frugiperda*

Para captura de machos de *S. frugiperda* foram instaladas duas armadilhas do tipo Delta com isca atrativa comercial (Bio Spodoptera, Biocontrole®). Cada armadilha foi montada em duas estacas de madeiras com auxílio de arame, a uma altura de 1,60m em relação ao solo, com estacas em formato de “L” invertido, na qual a estaca na posição vertical tinha 2,10 m e a outra estaca na posição horizontal 0,5 m, nesta foi amarrado um arame para fixar a armadilha suspensa (Figura 4).

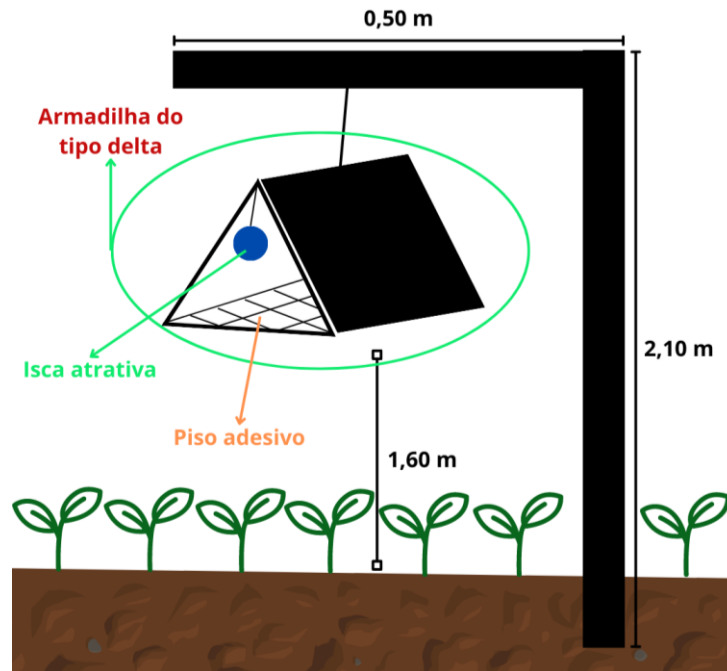


Figura 4: Esquema representativo da armadilha do tipo Delta, usada na captura de macho de *S. frugiperda*. Fonte: O autor, 2022.

As armadilhas foram monitoradas semanalmente e a cada monitoramento, os machos foram contabilizados. Conforme método utilizado por Parolin (2012), no qual a identificação de indivíduos machos se dá pela coloração do primeiro par de asas que são mais escuras e com manchas, no entanto, a da fêmea, é parda com cor palha.

Em cada monitoramento, foi trocado o piso das armadilhas (Figura 5) e as iscas e o feromônio foram trocados a cada 30 dias.

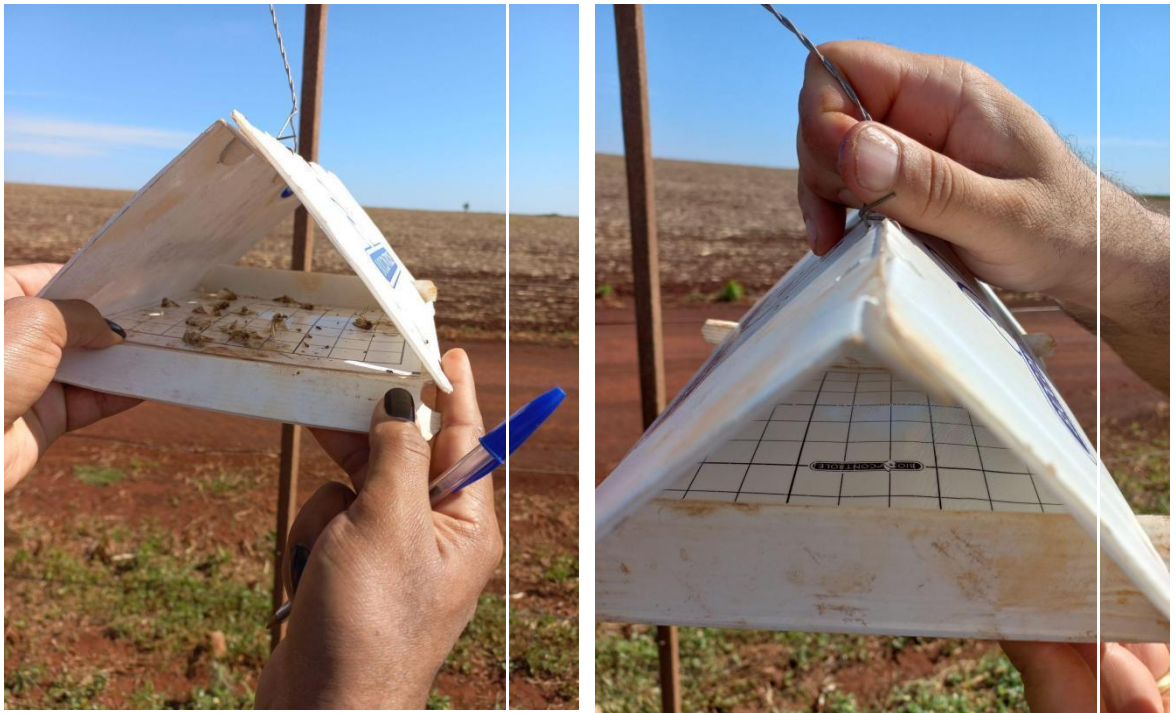


Figura 5: Monitoramento das armadilhas, troca do piso e coleta dos indivíduos machos de *S. frugiperda*, campo experimental da UNIGRAN, safra 22/23.

A manutenção fitossanitária da área experimental foi realizada de acordo com as boas práticas agrícolas recomendadas para a cultura da soja, no entanto, o uso de qualquer produto que influenciasse no desenvolvimento normal da praga alvo foi evitado. A parcela experimental foi uma área de aproximadamente 8.ha⁻¹.

Em ambas as safras foram feitas amostragens antes da implementação da cultura e 11 amostragens na safra 21/22 e 10 amostragens na safra 22/23.

4.3. Contagem de lagartas

A contagem de lagartas foi realizada de forma visual, analisando as plantas dentro de um espaço de 1 metro quadrado, tendo a armadilha para captura de macho como referência. A identificação das lagartas de *S. frugiperda* foi pela sutura epicranial em “Y” invertido na cabeça, pelas três linhas longitudinais dorsais branco-amareladas e pelos pontos pretos no corpo.

4.4. Análise Estatística

Para determinar se a incidência de adultos foi afetada pelas variações de temperatura e umidade, realizou-se Análise de Regressão Linear. Os dados de temperatura e umidade foram

obtidos pelo site da Embrapa para Dourados e Inmet (Editados pelo CEMTEC) para os dados climatológicos de Ponta Porã. Os dados foram analisados através do software Past 4.02.

Ainda para verificar a relação entre as variáveis umidade e temperatura com a incidência de adultos, utilizou-se como parâmetro o coeficiente de Correlação de Pearson (r). O valor da correlação de Pearson varia entre -1 e +1. Valores próximos a 0 indica a não associação entre as variáveis analisadas, valores maiores que 0, ou seja, próximos ao 1, indica uma associação positiva, isso significa que à medida que o valor de uma variável aumenta, a outra também aumenta. Valores menores que zero, indica associação negativa, ou seja, à medida que o valor de uma variável aumenta, o valor da outra diminui. Este teste foi analisado através do software SigmaPlot Versão 15.

5. Resultados

Ao todo, desde a amostragem prévia foram coletados 322 adultos e 24 lagartas na safra 21/22 e enquanto na safra 22/23 foram capturados 302 adultos e 11 lagartas. Os resultados demonstram uma clara variação na incidência de adultos e juvenis ao longo do tempo das amostragens nas safras, onde, em ambas, foram observados a presença de uma população inicial de adultos e lagartas nas áreas através da avaliação prévia (antes da implantação da cultura), além da alta quantidade de indivíduos adultos em relação a lagartas.

Em relação à safra 21/22 (Figura 6), a maior incidência de adultos ocorreu em 21 e 41 dias após a emergência (DAE) e a menor incidência foi em 7 e 63 DAE. Entretanto, a maior presença de lagartas foi detectada na primeira amostragem. Não houve presença de lagartas em 21, 28 e 35 DAE.

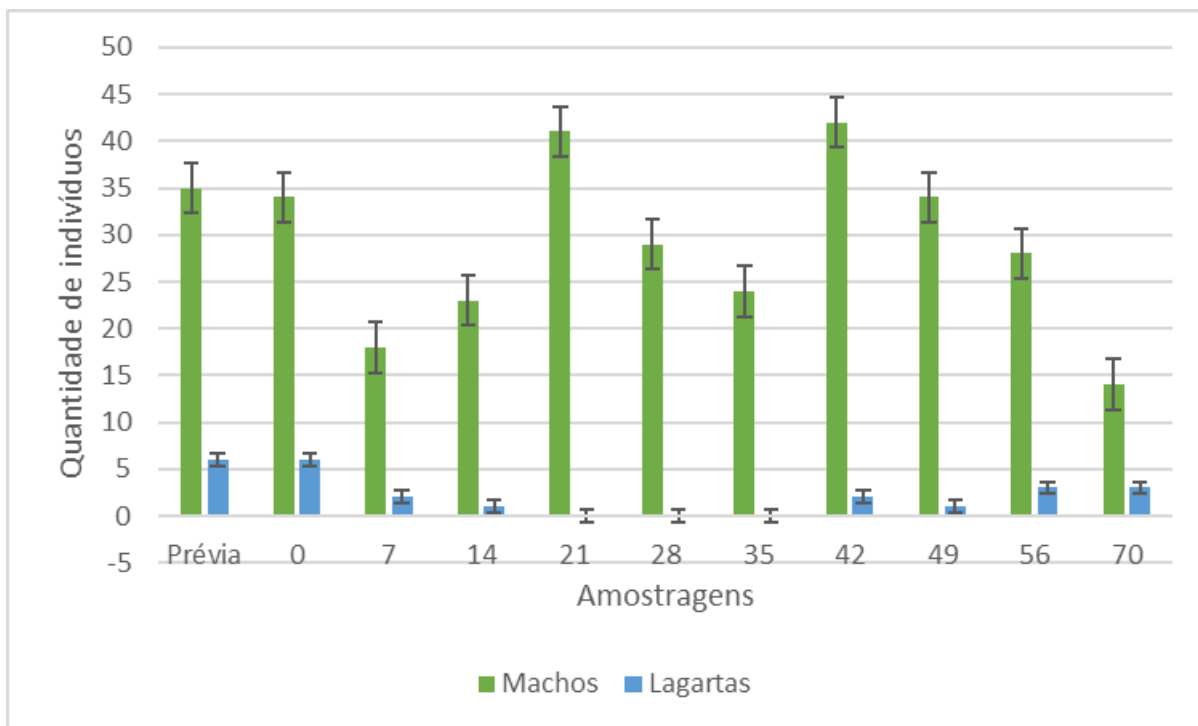


Figura 6: Flutuação populacional de lagartas e mariposas referentes a safra 21/22 de *Spodoptera frugiperda* no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, Campus Ponta Porã. (As amostragens do dia 7 a 70 foram realizadas semanalmente considerando os dias após emergência - DAE)

Em relação à safra 22/23 (Figura 7), foi observado comportamento semelhante à safra anterior, como, por exemplo, a alta incidência de adultos durante todo o período de amostragem. Entretanto, as lagartas concentraram-se nas amostragens, divergindo da safra anterior. As maiores amostragens de adultos correspondem à primeira amostragem e 21 DAE e as menores ocorrências foram em 28 e 42 DAE. Já as lagartas foram detectadas a partir de 49 DAE e em 56 e 63 DAE, sendo que a maior amostragem foi em 63 DAE.

Nas duas avaliações, tanto na safra 21/22 quanto na 22/23, é possível perceber nos dois gráficos que há um declínio em algum momento de indivíduos adultos.

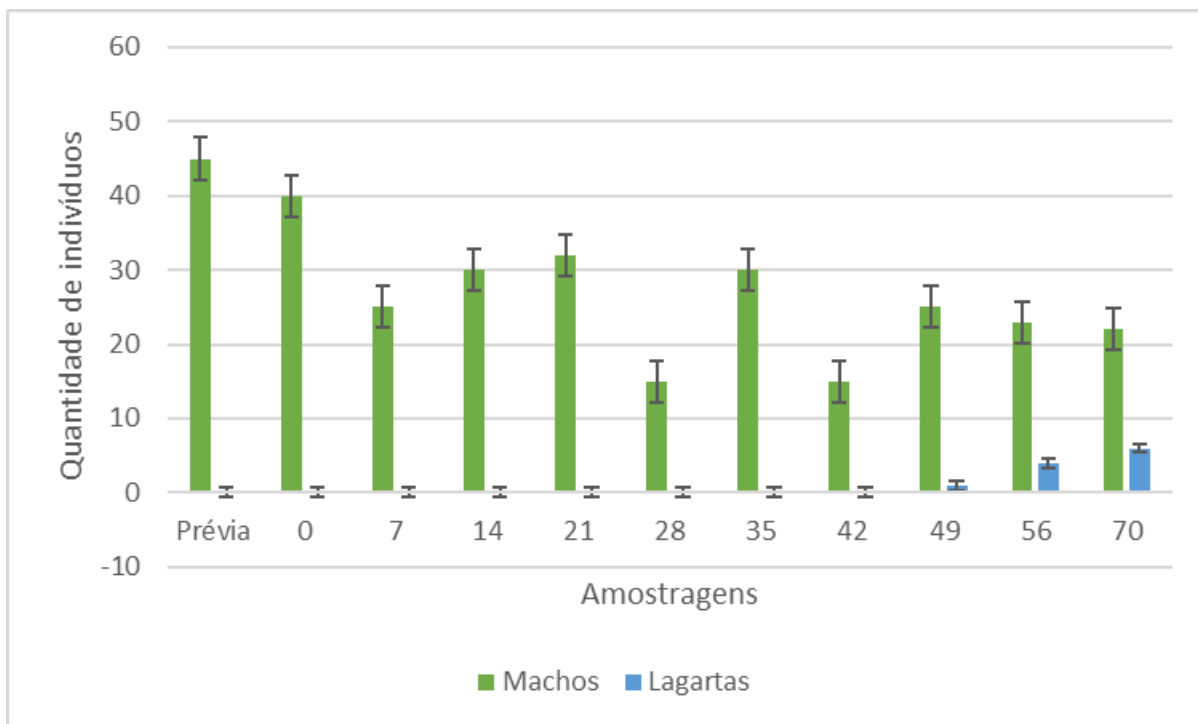


Figura 7: Flutuação populacional de lagartas e mariposas referentes a Safra 22/23 de *Spodoptera frugiperda* no campo experimental da UNIGRAN em Dourados. (As amostragens do dia 7 a 70 foram realizadas semanalmente considerando os dias após emergência - DAE)

Em ambas as safras, a alta incidência de adultos em relação às lagartas durante todo o período de amostragem foi evidente. E em ambas os locais de amostragens, ocorreu a presença de adultos da lagarta-do-cartucho nas amostragens prévias, ou seja, antes da implantação da cultura a praga já se encontrava no campo a procura de um hospedeiro capaz de proporcionar condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

Nas Figuras 8 e 9 estão plotadas a análise de regressão linear para ambas as safras. Estatisticamente, não houve correlação positiva significativa da temperatura e umidade com a quantidade de adultos para safra 21/22 (Temperatura: $p=0,5314$, $df=9$; $F=4,235$, $R^2=0,04494$; Umidade: $p=0,5723$, $df=9$, $F=3,433$, $R^2=0,03674$) e para safra 22/23 (Temperatura: $p=0,5023$, $df=9$, $F=4,884$, $R^2=0,05147$; Umidade: $p=0,3631$, $df=9$, $F=0,9176$, $R^2=0,09252$).

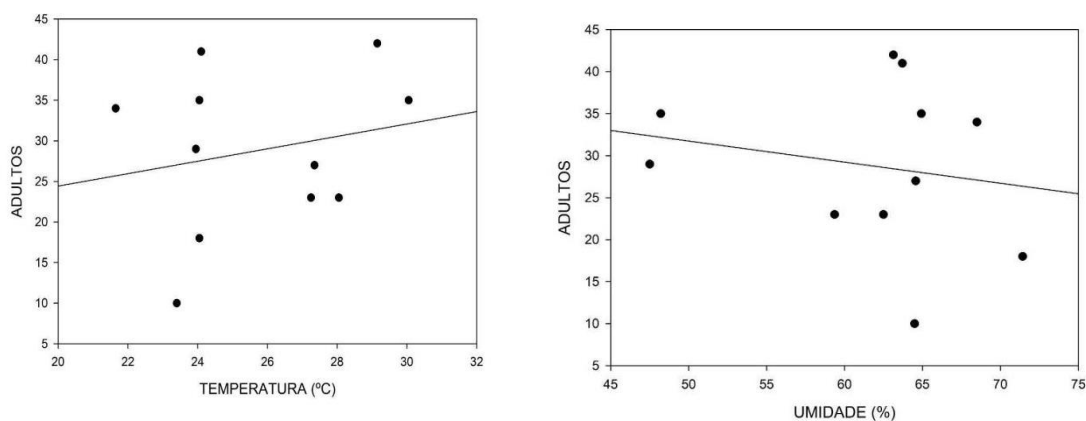


Figura 8: Análise de regressão linear referente a cultura de soja intacta (safra 21/22 - Ponta Porã-MS), correlacionando a incidência de adultos com temperatura ($p=0,5314$ e $R^2=0,04494$) e umidade ($p=0,5723$ e $R^2=0,03674$).

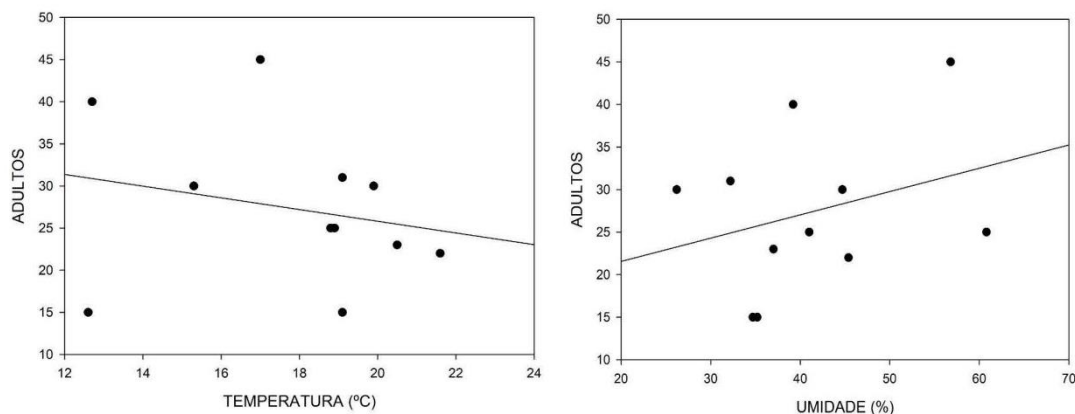


Figura 9: Análise de regressão linear referente a cultura de soja intacta (safra 22/23 - Dourados-MS), correlacionando a incidência de adultos com temperatura ($p=0,5023$ e $R^2=0,05147$) e umidade: $p=0,3631$ e $R^2=0,09252$).

A análise de regressão linear não demonstrou relação da temperatura e umidade com a incidência de adultos neste trabalho. Apesar da não correlação significativa da temperatura e umidade, é possível observar, por exemplo, em relação a temperatura, na safra 21/22, a menor temperatura registrada foi de 21,65 °C e a maior 30 °C, enquanto na safra 22/23, a menor temperatura registrada foi 12,7 °C e a maior 21,6 °C e nos gráficos (Figura 8 e 9), notamos que na safra 22/23 há uma menor quantidade de adultos em relação à safra 21/22, o que demonstra uma certa influência dos fatores abióticos no ciclo de vida da lagarta-do-cartucho.

Em relação ao teste de Correlação de Pearson, na safra 21/22 não houve correlação significativa para Temperatura ($r=0,212$; $p=0,531$) e Umidade ($r=-0,192$; $p=0,572$). Semelhante ocorre para Temperatura ($r=-0,227$; $p=0,502$) e Umidade ($r=-0,304$; $p=0,363$) da

safras 22/23. Embora a não correlação, os valores do coeficiente de Pearson (r) se mostraram negativos para umidade e positivos para temperatura.

Em relação a umidade relativa, algo similar à temperatura ocorre no presente estudo. A menor umidade relativa registrada para safra 21/22 foi de 47,5% e a maior de 64,5%, na safra 22/23, a menor registrada foi 32,2% e a maior 60,8%.

6. Discussão

A presença de adultos de *S. frugiperda* antes da implantação da cultura na área experimental pode estar relacionada às características do local de condução do estudo, pois estudos prévios como Melo et al. (2011) relataram a presença da espécie durante todo o ano na região centro sul do Mato Grosso do Sul. Resultado semelhante foi relatado por Ávila et al. (2003) ao observar o mesmo comportamento com a população de adultos na mesma região. Veloso (2010) também relata que a sucessão de culturas, o plantio escalonado de diversas culturas e a existência de culturas irrigadas, principalmente na região de cerrado, prolonga no tempo a sobrevivência de insetos, aumentando o número de gerações neste tipo de agroecossistema.

A presença de lagartas da espécie pode estar relacionada à "palhada", ou cultura antecessora, que no caso era *Brachiaria ruziziensis* que estava presente na área antes da implantação do experimento. Essa palhada, somada aos resíduos das culturas comerciais antecessoras, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal e contribui para estabilização da produção e para recuperação ou manutenção da qualidade do solo (Alvarenga et al., 2001). Morato et al. (2017) coletaram e identificaram insetos que ocorrem em plantas de cobertura e verificaram tanto a ocorrência de insetos pragas quanto de inimigos naturais. No entanto, Sá et al. (2009) e Boregas et al. (2013) avaliaram a biologia de *S. frugiperda* alimentada com *Brachiaria* e observaram que este gênero é um bom hospedeiro para o inseto. Assim, o uso de *Brachiaria* como planta de cobertura pode contribuir para permanência de *S. frugiperda* na área de cultivo até o momento de uma nova semeadura de uma cultura hospedeira.

Soria e Degrande (2011) relataram a importância de conhecer a bioecologia de pragas que ocorrem nas palhadas com objetivo de estabelecer métodos adequados para manejo dessas pragas. Segundo os autores, quando ocorre o ataque de pragas nas plantas de cobertura, o controle é realizado através da aplicação de inseticidas, antes, no momento e/ou após a

dessecação das plantas para o plantio direto da soja ou algodoeiro, sem critério algum quanto a necessidade de controle dos insetos pragas.

Araújo et al. (2023) também enfatizaram a necessidade de manejo de *S. frugiperda* na pré-plantio da soja, os autores realizaram experimentos em condições de estufa verificando que as lagartas severamente cortaram e consumiram as partes da planta no início do desenvolvimento da cultura, podendo prejudicar o estabelecimento da cultura no campo.

Na safra 21/22, foi verificado a presença de lagartas nas amostragens iniciais da cultura, o que, de acordo com a literatura, pode ser prejudicial para a cultura. As lagartas na fase inicial do ciclo da cultivar podem comprometer o estabelecimento da cultura, uma vez que elas são capazes de cortar as plântulas. Em um experimento conduzido em casa de vegetação, foi observado que *S. frugiperda* apresenta consumo generalizado das estruturas da soja, mas a baixa concentração de lignina na base do caule da plântula e a palatibilidade podem fazer com que a lagarta tenha preferência pelo caule da planta Araújo et al. (2023).

Considerando que os nutrientes armazenados na semente são essenciais, pois são responsáveis pela manutenção da plântula nos primeiros dias de emergência, Magalhães et al. (2015) cita que é possível que a preferência alimentar das lagartas no início do estágio vegetativo e no estágio R3 seja influenciado por essa concentração de nutrientes nas sementes e na plântula. Ferreira et al. (2021) analisaram a incidência de insetos-praga em 10 genótipos de soja e verificaram que as maiores infestações dessas pragas, incluindo *Spodoptera*, ocorreram nos estádios R5 e R6, sendo que em R5 os grãos estavam em formação, condição fenológica ideal ao desenvolvimento e reprodução das lagartas e, conseqüente, colonização da lavoura.

Em ambos as safras os resultados indicam que houve uma queda de indivíduos em meio ao período de amostragens e isso pode estar relacionado com a presença de inimigos naturais da espécie em questão. A presença de inimigos naturais de *S. frugiperda* pode suprimir a população da lagarta-do-cartucho como demonstrado por Araújo et al. (2011) na cultura do milho, onde a presença da espécie do dermáptero *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) afetou significativamente a população de *S. frugiperda*.

A alta ocorrência de adultos de *S. frugiperda* e a baixa ocorrência de lagartas em ambas as safras pode ter sido influenciado pelas cultivares de soja utilizadas nos experimentos. Conforme relatado por Fróio et al. (2018), a lagarta tem preferência alimentar variada conforme o tipo de cultivar de soja. Esse comportamento também acontece em outras culturas. Moraes et al. (2017), por exemplo, verificaram variação de preferência alimentar de

S. frugiperda em diferentes cultivares de milho, sendo que essa preferência também está relacionada a resistência natural de alguns cultivares a lagarta-do-cartucho.

Importante notar que a ocorrência de lagartas no estágio reprodutivo, corrobora com a afirmação de Barros et al. (2010) de que, em soja, as lagartas alimentam-se inicialmente das folhas, passando depois a consumir também vagens na fase inicial de formação. Algo semelhante é reportado por Oliveira (2014) que, ao analisar a dinâmica populacional de lagartas desfolhadoras da soja, detectaram a presença de lagartas de *S. frugiperda* na fase reprodutiva da cultura. Ainda, Degrande e Vivan (2007) destacaram que a intensidade de danos causados pelo complexo de lagartas da soja é bastante variável e depende do potencial de dano, da densidade populacional e do estágio de desenvolvimento das plantas.

Estudos relacionando as variações sazonais no ciclo de vida demonstraram uma correlação positiva do desenvolvimento de *Spodoptera* com as estações do ano. Capinera (2002) demonstrou em seu estudo que a espécie *S. frugiperda* completa seu ciclo de vida em cerca de 30 dias no verão, enquanto no inverno, seu ciclo de vida se completa em torno de 90 dias. Demonstrando a importância da estação para indivíduos do gênero *Spodoptera*, estudos como de Duraimurugan (2018) e Khan e Talukder (2017) encontraram uma correlação positiva entre as altas temperaturas com a alta quantidade de machos capturados e a população larval de *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae). Este fato se dá pelas altas temperaturas, que favorecem o desenvolvimento e eclosão de lagartas e emergência de adultos, como demonstrado no estudo por Plessis et al. (2020), que constataram que a temperatura ótima para o desenvolvimento destes indivíduos seria de 26 a 30 °C. No estudo de Busato et al. (2005), a temperatura ótima para o desenvolvimento larval foi de 25 °C. Ambos os trabalhos, demonstraram a influência das temperaturas no desenvolvimento de *Spodoptera*, Plessis et al. (2020) verificaram que o desenvolvimento larval durou cerca de 34 dias em 18 °C e cerca de 10 dias à 32 °C, resultado semelhante foi reportado por Busato et al. (2005) que verificaram o desenvolvimento larval com durabilidade de cerca de 41 dias à 18 °C e cerca de 11 dias à 32 °C. Podendo ser a razão da maior incidência de adultos na safra 21/22 em relação a Safra 22/23 reportadas no presente trabalho.

Ali et al. (1990) estudaram o desenvolvimento de *S. frugiperda* sob diferentes regimes de temperaturas (17 a 38 °C) e como principal resultado, observaram que as larvas completam seu desenvolvimento em todas as condições de temperatura, exceto a 38 °C. Tal fato demonstra a plasticidade desta espécie e também explica a razão pela não correlação entre temperatura e a incidência de adultos neste estudo. Vale salientar, que o presente estudo foi

conduzido em campo e os fatores abióticos não são constantes, o que diverge da maioria dos trabalhos com *S. frugiperda* pois são conduzidos em laboratório.

He et al. (2021), ao estudarem o desenvolvimento de *S. frugiperda* em diferentes condições de umidade (20-100%), verificaram que a umidade não afetou a longevidade de adultos, embora valores muito baixos ou muito altos não são positivos para a espécie. Para os autores, 80% de umidade relativa foi o ideal para o desenvolvimento de *S. frugiperda*.

Assim, os resultados demonstraram que há necessidade de monitoramento de *S. frugiperda* durante todo o ciclo da soja, mas sendo necessário uma maior atenção na fase inicial dos estádios vegetativos e reprodutivos, pois são nesses estádios que ocorre maior incidência de lagartas de *S. frugiperda* e, essas lagartas apresentam alta capacidade de danos a cultivar.

Enfatiza-se que controlar a praga na hora certa e com o produto certo pode trazer economia ao produtor, tornar mais eficiente o programa de controle da praga alvo e ainda ajudar a preservar os organismos benéficos na cultura (Cruz et al., 2010). Desta forma, se torna necessário conhecer sobre o comportamento das pragas com potencial de danos à produção de soja para decisão quanto ao momento e a forma mais adequada de manejo, de modo a diminuir a resistência da *S. frugiperda* e minimizar o impacto ambiental em decorrência do uso de métodos de controle químicos.

7. Conclusões

- Os resultados obtidos revelaram que a variação na dinâmica populacional de adultos e lagartas ao longo do desenvolvimento da cultura é independentemente dos fatores abióticos considerados.
- Esta dinâmica populacional demonstrou uma instabilidade consistente, caracterizada por variações significativas na densidade populacional de adultos em todas as safras estudadas.
- Em relação às lagartas, observou-se sua presença em ambas as safras, embora de maneira intermitente. Na safra 21/22, elas foram registradas apenas no início e no final do período de desenvolvimento da cultura, enquanto na safra 22/23, sua ocorrência se limitou às fases finais da cultura.
- A baixa incidência de lagartas pode estar associada ao tipo de cultivar utilizado em nossa pesquisa, sugerindo a necessidade de investigações adicionais sobre as preferências alimentares da praga em relação a diferentes cultivares.
- A análise de regressão linear entre os dados populacionais e climáticos não revelou qualquer correlação entre as variáveis de temperatura e umidade e a incidência de adultos.
- Em vista desses resultados, é evidente que são necessários estudos mais abrangentes sobre a bioecologia de *S. frugiperda* em condições de campo.
- Essa pesquisa foi crucial para o desenvolvimento de novas estratégias de manejo e controle, dada a importância da soja como uma das principais culturas no Cerrado brasileiro e da praga como uma das pragas chaves dessa cultura.

8. Referências

ALI, A.; et al. Effects of Temperature and Larval Diet on Development of the Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America** v. 83. n. 4. 1990.

ALVARENGA, R. C. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**. v. 22. n. 208. 2001.

ARAÚJO, L. F.; et al. FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH), *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS) E *Doru luteipes* (SCUDDER) EM MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO Bt. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.10, n.3, 2011.

ARAÚJO, W. A. Cut off Behavior of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Seedlings. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 66. 2023.

ARDANA, P. **Dessecação da Soja: qual o melhor momento**. Acesso em 01 de junho de 2023. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/desseccacao-soja-melhor-momento/>.

ÁVILA, C. J.; et al. **Soja ameaçada**. Cultivar, ano 6, n. 57, dez. 2003. Agrotécnica: caderno técnico Cultivar, n. 57, p. 4-7, 8-14, dez. 2003. Encarte.

ÁVILA, C. J.; SANTOS, V. **Manejo Integrado de Pragas (MIP) na Cultura da Soja: Um estudo de caso com benefícios econômicos e ambientais**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018.

BARROS, E. D.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, Desenvolvimento e Reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Diferentes Hospedeiros de Importância Econômica. **Neotropical Entomology**. v. 39. n. 6. 2010.

BASTOS, G. D. B. **A Tecnologia RR na produção da soja**. 2020. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

BERNARDI, O.; et al. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified MANEJO DA RESISTÊNCIA DE INSETOS-PRAGA A PLANTAS Bt 39 soybean expressing Cry1Ac protein. **Crop Protection**. v. 58. 2014.

BIOMATRIX. *Spodoptera frugiperda*: como realizar o manejo efetivo. Acesso em 01 de junho de 2023. Disponível em: <https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fitossanitario/manejo-de-pragas/spodoptera-frugiperda/>.

BOREGAS, K. G. B. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**. v. 72. n. 1. 2013.

BRAVO, A. et al. *Bacillus thuringiensis*: a história de um bioinseticida de sucesso. **Bioquímica e biologia molecular de insetos**. v. 41. n. 7. 2011.

BUSATO, G. R.; et al. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações dos biótipos "milho" e "arroz" de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 40. n. 4. 2005.

CAPINERA, J. L. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). **EDIS**. v. 2002. n. 7. 2002.

CARNEIRO, F. S. **FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ARTRÓPODES EM CULTIVOS DE SOJA BT E NÃO-BT**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, Campus Lagoa do Sino, Buri, 2021.

CEMTEC. **CENTRO DE MONITORAMENTO DO TEMPO E DO CLIMA DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL**. Disponível em: <https://www.cemtec.ms.gov.br/bancodedados/>. Acessado em 01 de junho de 2023.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 9. n. 12. 2022.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 10. n. 8. 2023.

CONTE, O.; et al. **Resultados do manejo integrado de pragas da Soja na safra 2016/17 no Paraná**. Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E), 2017.

COSTA, A. S. C. **COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PRODUTIVIDADE E PRINCIPAIS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE CULTIVARES SUPERPRECOSES DE SOJA RR E INTACTA**. 2015. 34f. Trabalho de Graduação (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2015.

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

CRUZ, I. **Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitóides na cultura do milho**. In: Milho Safrinha: XIII Seminário Nacional, 2015, Maringá, PR. Anais. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134910/1/Avancos-desafios.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

CRUZ, I.; et al. **Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2013.

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, 42p. 2010. (Documentos 93).

DEGRANDE, P. E.; VIVIAN, L. M. **Pragas da Soja**. In: Boletim de Pesquisa da Soja: Fundação MT, 274p. 2007.

DURAIMURUGAN, P. Effect of weather parameters on the seasonal dynamics of tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in castor in Telangana State. **Journal of Agrometeorology**. v. 20. n. 2. 2018.

EGÍDIO, A. G. M. Evolução da Produção e Escoamento da Soja em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista FSA**. v. 18. n. 7. 2021.

EMBRAPA SOJA. **A Soja no Brasil**. Brasília, DF. 2004.

FERREIRA, L. L. LEVANTAMENTO POPULACIONAL DE INSETOS-PRAGA EM DIFERENTES GENÓTIPOS E TECNOLOGIAS DE SOJA NO SUDOESTE GOIANO. **Agroecossistemas**. v. 13. n. 1. 2021.

FILHO, W. J. S. **Eficiência de tecnologias de milho Bt no controle de *Spodoptera frugiperda***. 2021. 16p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

FRÓIO, M. et al. PREFERÊNCIA ALIMENTAR DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) EM CULTIVARES DE SOJA. in: **ENEPEX**. 2018.

GABAN, A. C.; et al. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE GRÃOS E ARMAZENAGEM: PERSPECTIVAS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO PARA 2024/25. **iGepec**. v. 21. n. 1. 2017.

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

GOFFI, M. et al. PRODUTIVIDADE E RETORNO ECONÔMICO DA CULTURA DA SOJA COM TECNOLOGIA INTACTA®. **AGRARIAN ACADEMY**. v. 4. n. 7. 2017.

HE, L.; et al. Ambient Humidity Affects Development, Survival, and Reproduction of the Invasive Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), in China. **Journal of Economic Entomology**. v. 114. n. 3. 2021.

HEO, J. W.; KIM, S. B.; KIM, D. S. Effects of intergenerational host plant alterations on developmental parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**. v. 25. n. 3. 2022.

HERRERO, S.; OPPERT, B.; FERRÉ, J. Different mechanisms of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins in the indianmeal moth. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 67. n.3. 2001.

HYMOWITZ, T. Soybeans: the success story. **Advances in New Crops**. Oregon. 1990.

HOLLOWAY, J. D.; et al. **II E Guides to Insects of Importance to Man. 1. Lepidoptera**. London, The Natural History Museum. 1992.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Acesso em 24 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=destaques>.

INTACTA. **Intacta RR2 PRO®**. Acesso em 13 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.intactarr2pro.com.br/intacta-rr2-pro/>

JING, D.; et al. Initial detections and spread of invasive *Spodoptera frugiperda* in China and comparisons with other noctuid larvae in cornfields using molecular techniques. **Insect Science**. v. 27. 2020.

LI, F.; et al. Comestible and temperature effects on the biological traits of fall armyworms, *Spodoptera frugiperda*. **Entomological Research**. v. 51. n. 10. 2021.

LIMA, M. P. L.; et al. Bioatividade de formulações de NIM (*Azadirachta indica* A. Juss, 1797) e de *Bacillus thuringiensis* subsp. aizawai em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 34. n. 6. 2010.

KHAN, M. M. H.; TALUKDER, S. Influence of weather factors on the abundance and population dynamics of *Spodoptera litura* F. and *Pieris brassicae* L. on cabbage. **SAARC Journal of Agriculture**. v. 15. n. 1. 2017.

KEEGAN, K. L.; et al. Toward a Stable Global Noctuidae (Lepidoptera) Taxonomy. **Insect Systematics and Diversity**. V. 5. N. 3. 2021.

MAAGD, R. A. et al. Diversity and evolution of protein toxins from spore forming entomopathogenic bacteria. **Annual Review of Genetics**. v.37. 2003.

MAGALHÃES, W. A.; et al. Quantificação de nutrientes em sementes de soja. **Revista de Ciências Agroambientais**. v. 13. n. 2. 2015.

MALLAPUR, C. P.; et al. Status of alien pest fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) on maize in Northern Karnataka. **Journal Entomology Zoology Study**. v. 6. 2018.

MARTINS, G. L.; TOMQUELSKI, G. V. Eficiência de inseticidas no controle de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 2. 2015.

MATEUS, R. P. G.; SILVA, C. M. AVANÇOS BIOTECNOLÓGICOS NA CULTURA DA SOJA. **Revista Campo Digital**. v. 8. n. 2, 2013.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: UNESP. 2010.

MELO, E. P.; et al. Desempenho de armadilhas à base de feromônio sexual para o monitoramento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Entomotropica**. v. 26. 2011.

MILANO, P.; et al. Influência da temperatura na frequência de cópula de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**. v. 37. n. 5. 2008.

MONTEZANO, D. G.; et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African Entomology: Journal of the Entomological Society of Southern Africa**. 2018.

MORATO, J. B. et al. **LEVANTAMENTO ENTOMOLÓGICO EM PLANTAS DE COBERTURA EM ÁREA DE MILHO SAFRINHA**. In: XIV Seminário Nacional Milho Safrinha: Construindo Sistemas de Produção Sustentáveis e Rentáveis. Cuiabá. 2017.

MORAES, R. F. O. Resistência de cultivares de milho convencional a lagarta do cartucho. **Revista Agrarian**. v.11. n. 37. 2018.

MOURÃO, A. H. C. **Influência e custos de diferentes meios de cultura para produção de *Bacillus thuringiensis* visando o controle de pragas**. 78 f. Dissertação (Mestrado) -

Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

NASCIMENTO, A. R. B. D.; et al. Genetic basis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to the chitin synthesis inhibitor lufenuron. **Pest Management Science**. v. 72. n. 4. 2016.

NASORRI, L. H.; et al. Monitoramento e flutuação populacional de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa armigera* na cultura do grão-de-bico. in: **Jornada de Iniciação à Pesquisa da Embrapa**. 2021.

OLIVEIRA, T. C. **FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE LAGARTAS DESFOLHADORAS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLUSIINAE NA CULTURA DA SOJA**. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

PARRA, J. R. P.; et al. Maize pests and their control. In JAM Osuna and JR Moro (ed.). Maize production and improvement. FUNEP, Jaboticabal.

PAROLIN, F. J. T. **Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho sob efeito de silício, ácido giberélico GA3 e herbivoria prévia**. Pós-graduação em Agronomia/Entomologia. Lavras: UFLA, 2012.

PLESSIS, H. D.; SCHLEMMER, M. L.; BERG, J. V. The Effect of Temperature on the Development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Insects**. v. 11. n. 4. 2020.

RAMZAN, M. et al. Bio-ecology and management of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): A review. **Journal of Pure and Applied Agriculture**. v. 5. n. 4. 2020.

RAMOS, M. Y.; GARAGORRY, F. L. **Análise da folga de produtividade na produção de grãos no Brasil em nível estadual**. Brasília: EMBRAPA, 2020.

RIBEIRO, F. C.; et al. Manejo com inseticidas visando o controle de percevejo marrom na soja intacta. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 3. n. 2. 2016.

SÁ, V.G.M.; et al. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**. v. 38. 2009.

SCHOWALTER, T. D. **Population dynamics**. In: Insect ecology, 3 ed. 2011.

SCOTON, A. M. N. **COMPORTAMENTO E DANOS DE LAGARTAS *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) NA SOJA *Glycine max* (L.) Merrill**. 2022. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal), Universidade Federal da Grande Dourados. 2022.

SEDIYAMA, T.; et al. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999.

SILVA, C. L. T.; et al. Resistance of rice genotypes to fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 65. n. 3. 2021.

SILVA, D. M.; et al. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. **Scientia Agricola**. v. 74. n. 1. 2017.

SILVA, W. M. **FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Thlastocoris laetus* (HEMIPTERA: COREIDAE) NO AMAZONAS**. 2021. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia Tropical), 2021.

SIMON, G. N.; et al. Flutuação populacional e eficiência de panos de batida na coleta de *Spodoptera frugiperda* na cultura da soja em Espumoso/RS. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 4. n. 4. 2021.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E. ARTROPODOFAUNA ASSOCIADA A PALHADA EM PLANTIO DIRETO. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 10. n. 2. 2011.

THOMAZONI, D.; et al. Patogenicidade de isolados de fungos entomopatogênicos à *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do instituto biológico**. v. 81. n. 2. 2014.

TOMQUELSKI, G.V.; et al. Características e manejo de pragas da cultura da soja. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade, Chapadão do Sul MS**. v. 2. n. 9. 2015.

VAN HUIS, A. et al. **Edible Insects: Future Prospects For Food And Feed Security**. Roma: FAO. 2013.

VARELAS, V.; LANGTON, M. Forest biomass waste as a potential innovative source for rearing edible insects for food and feed: A review. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v. 41. 2017.

VELOSO, E. S. **Resistência de cultivares de soja a *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**. Pós-Graduação em Agronomia. Ilha Solteira: UNESP. 2010.

WAQUIL, M. S.; et al. Índice de adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho Bt. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51. n. 5. 2016.

WERNECK, J. O. S.; et al. **Identificação de proteínas VIP3 em estirpes de *Bacillus thuringiensis* tóxicas para lepidópteros-praga**. Brasília: Embrapa recursos genéticos e biotecnologia, 2008.