

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

Aspectos bioecológicos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) e
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na
cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)

Giovane Franco Rodrigues

Dourados - MS
Março de 2022

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

Giovane Franco Rodrigues

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Helicoverpa armigera* (Hübner) E
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) NA
CULTURA DO GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)**

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: Prof. Dr. Crébio José Ávila
Coorientadora: Profa. Dra. Ivana Fernandes da Silva

Dourados - MS
Março de 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R696a Rodrigues, Giovane Franco.
Aspectos bioecológicos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.). / Giovane Franco Rodrigues. – Dourados, MS : UFGD, 2022.
79f.

Orientador: Prof. Crébio José Ávila.

Co-orientadora: Prof. Ivana Fernandes da Silva

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Lagarta-do-velho-mundo. 2. Lagarta-do-cartucho. 3. Leguminosa. 4. Parâmetros biológicos. 5. Monitoramento. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

"ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) E *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DO GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)".

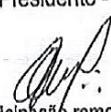
Por

GIOVANE FRANCO RODRIGUES

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



Dr. Crébio José Ávila
Orientador/Presidente - Embrapa


Participação remota
Dr. Oscar Fontão de Lima Filho
Membro titular - Embrapa


Participação remota
Dr. Elias Soares Gomes
Membro titular

Dissertação aprovada em: 07 de março de 2022

Biografia do Acadêmico

Giovane Franco Rodrigues, natura de Ponta Porã – Mato Grosso do Sul, nascido no dia 14 de fevereiro de 1996, filho de Rosely Rodrigues Franco e Hermenegildo Machado Rodrigues. Coursou todo Ensino Fundamental na Escola Polo Municipal “Oswaldo de Almeida Matos” (2004 - 2009) no distrito de Cabeceira do Apa e o Ensino Médio na Escola Estadual “Dr. Miguel Marcondes Armando” (2010 – 2012) na cidade de Ponta Porã.

Graduado em Agronomia pelo Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), no período de 2015 – 2019. Foi bolsista de iniciação científica na Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados/MS) durante o período de 01/03/2017 a 31/07/2017 na área de manejo de solos, com o projeto “Manutenção dos modelos físicos de sistemas integrados na Embrapa Agropecuária Oeste”. Realizou estágio obrigatório no período de 07/01/2019 a 15/05/2019 na Embrapa Agropecuária Oeste, na área de entomologia agrícola, com o trabalho “Manejo integrado de pragas em soja e milho safrinha”.

De 2020 a 2022 foi aluno de mestrado no Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), desenvolvendo o projeto de pesquisa, **Aspectos bioecológicos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. O qual encerra-se na presente data com a defesa de dissertação.

Agradecimentos

A Deus pela vida, por ter saúde e força de vontade para encarar e vencer os obstáculos que a nós são proporcionados. Agradeço imensamente pela minha família, pessoas maravilhosas que sempre vão estar em meu coração e nas minhas lembranças. Os momentos bons e ruins que me fizeram chegar até aqui, tenho certeza que foram necessários para que essa caminhada fosse concluída.

À minha família e amigos, meus pais Hermenegildo Machado Rodrigues e Rosely Rodrigues Franco, duas pessoas incríveis, maravilhosas e guerreiras, que nunca mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui, sempre me dando todo apoio e me fortalecendo. Aos meus irmãos, em especial ao meu irmão Natanael, que sempre me apoiou em tudo, e que nada disso seria possível sem a sua ajuda, sendo eternamente grato á você meu irmão. Minhas tias, Rosiley e Mariley que sempre me apoiaram e estiveram comigo nessa caminhada. À minha namorada Alice, que sempre esteve ao meu lado, dando forças e incentivando para que eu chegasse até aqui. Aos meus avós, Dorália Machado Rodrigues e Atanazio Rodrigues Machado (em memória) pelo carinho, amor e educação que me foi passado, uma parte de vocês sempre estará aqui comigo e, obrigado por tudo.

Ao meu orientador Dr. Crébio José Ávila pelo acolhimento e ensinamentos durante estes anos.

À minha coorientadora Dr^a. Ivana Fernandes da Silva pelas orientações e ensinamentos passados durante este período.

À Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD pela minha formação e oportunidade de concretizar o curso de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Aos estagiários e amigos que me ajudaram com os experimentos, em especial ao Luiz Henrique e Flávia Bellini, pois sem vocês seria muito mais difícil a execução das atividades de laboratório e campo.

Aos funcionários da EMBRAPA que foram fundamentais na realização do trabalho, em especial a laboratorista Débora Bastos de Oliveira, que me auxiliou muito nas atividades de laboratório.

Ao Centro Universitário da Grande Dourados pela formação em Agronomia e a todos os professores que fizeram parte da minha formação- agrônômica, em especial aos professores- Dra. Cácia Leila Pereira e Dr. Mateus Luiz Secretti.

Os meus sinceros agradecimentos!

Á minha família, meus pais (Hermenegildo Machado Rodrigues e Rosely Rodrigues Franco), meus exemplos. Aos meus irmãos (Natanael Rodrigues, Rose Mary Franco e Ana Carolina Rodrigues), que sempre estarão em meus pensamentos e a minha namorada (Alice dos Santos Brasileiro) que me acompanhou ao longo de todo esse trajeto.

DEDICO

Aos meus avós Atanzio e Dorália (in memorian), que sempre foram exemplo de amor, carinho e muita determinação. Obrigado por toda educação que a mim foi passada.

OFEREÇO

Sumário

	Página
Aspectos bioecológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) e <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	12
Resumo Geral/Palavras – chave	
Bioecological aspects of <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) and <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in the chickpea crop (<i>Cicer arietinum</i> L.)	14
Abstract/ Key words	
Introdução Geral	16
Revisão Bibliográfica	18
1- A cultura do grão-de-bico	18
1.1 - Distribuição geográfica do grão-de-bico	19
1.2 – Botânica e variedades do grão-de-bico no Brasil	20
2 - Origem e distribuição geográfica de <i>Helicoverpa armigera</i>	22
2.1- Identificação e bioecologia de <i>H. armigera</i>	23
3- Origem de distribuição geográfica de <i>Spodoptera frugiperda</i>	25
3.1- Identificação e bioecologia de <i>S. frugiperda</i>	26
4- Importância econômica e manejo de <i>H. armigera</i> e <i>S. frugiperda</i>	28
Referências bibliográficas	30
Capítulo 1: Flutuação populacional de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) e <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	39
Introdução	41
Material e Métodos	42
Resultados	44
Discussão	49
Conclusões	52
Referências bibliográficas	53

Capítulo 2: Biologia e tabela de vida de fertilidade de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) e <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	56
Introdução	59
Material e Métodos	60
Resultados	63
Discussão	70
Conclusões	75
Referências bibliográficas	75
Conclusões gerais	79

ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *Helicoverpa armigera* (Hübner) E *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) NA CULTURA DO GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)

Resumo geral

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das mais importantes leguminosas cultivada no mundo, sendo a segunda mais consumida, especialmente no continente asiático. No entanto, no Brasil sua produção tem sido insuficiente para atender a demanda interna, sendo necessário importar quase a totalidade para o consumo. Para a obtenção de uma boa produtividade dessa cultura é necessário considerar diversos fatores, onde o conhecimento das potenciais espécies pragas e o manejo das mesmas são essenciais. As espécies *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) pertencem a família Noctuidae e atacam importantes culturas agrícolas, causando danos tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva das culturas. Portanto, avaliou-se a flutuação populacional de *H. armigera* e *S. frugiperda* na lavoura de grão-de-bico, estabelecendo a correlação de sua ocorrência com alguns fatores climáticos. Determinou-se também a biologia e a tabela de vida de fertilidade destas espécies em grão-de-bico, comparativamente com uma dieta artificial. Para registrar a flutuação populacional de adultos foram utilizadas armadilhas do tipo delta, contendo feromônios específicos para essas duas espécies, além do monitoramento de lagartas com o pano de batida, realizando-se 10 repetições em lugares aleatórios. Para os estudos de biologia e tabela de vida de fertilidade, foram utilizadas a dieta artificial e estruturas vegetativas e reprodutivas de grão-de-bico para alimentação de lagartas, desde o primeiro instar larval, as quais foram individualizadas em recipientes plásticos em condições de laboratório. O estudo de biologia foi composto por quatro tratamentos, sendo duas dietas (dieta artificial e grão-de-bico) e duas espécies de lagartas (*H. armigera* e *S. frugiperda*) com 17 repetições/tratamento, sendo cada repetição composta por um grupo de 10 lagartas, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Para obtenção da tabela de vida de fertilidade, os insetos adultos obtidos do estudo de biologia (4 tratamentos), foram separados em casais, em gaiolas de PVC, onde cada casal representou uma repetição, tendo o ensaio o total de 20 repetições em cada tratamento, no delineamento inteiramente casualizado. Em relação a flutuação populacional, foi possível observar que adultos e lagartas de *H. armigera* ocorreram praticamente durante todo o ciclo da cultura do grão-de-bico com seus picos populacionais sendo observado na fase reprodutiva. Os valores de capturas de adultos nas armadilhas e de lagartas com o pano de batida apresentaram correlação positiva com as temperaturas mínimas e máximas, enquanto com a umidade relativa correlacionou-se negativamente. A captura de adultos de *H. armigera* apresentou relação significativa com os valores de amostragens de lagartas na cultura. Para *S. frugiperda*, a população de adultos também ocorreu durante todo o ciclo da cultura do grão-de-bico, entretanto, o número de lagartas amostradas foi baixo, não sendo observada uma relação entre adultos e lagartas, além de não ter correlações com os fatores climáticos. No estudo de biologia, foi observado que o grão-de-bico proporcionou um maior período larval e pupal para *H. armigera* e *S. frugiperda*, bem como uma menor viabilidade de larvas e pupas quando comparado à dieta artificial. No estudo da tabela de vida de fertilidade, ambas as espécies apresentaram menores valores de taxa líquida de reprodução, taxa intrínseca de crescimento e razão finita de aumento na dieta com grão-de-bico em comparação com a dieta artificial. Os resultados obtidos fornecem subsídios

para o conhecimento da flutuação populacional e da biologia dessas pragas na cultura. Apesar de maiores períodos larvais e pupais, bem como menores viabilidades dos mesmos quando as espécies foram alimentadas com o grão-de-bico, ambas completaram o ciclo biológico e se reproduziram, indicando serem pragas dessa cultura.

Palavras chave: Lagarta-do-velho-mundo, lagarta-do-cartucho, leguminosa, parâmetros biológicos, monitoramento.

BIOECOLOGICAL ASPECTS OF *Helicoverpa armigera* (Hübner) AND *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) IN THE CHICKPEA CROP (*Cicer arietinum* L.)

General Abstract

Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) are one of the most important legumes cultivated in the world, and the second most consumed, especially in Asia. However, in Brazil its production has been insufficient to meet the domestic demand, being necessary to import almost all of it for consumption. To obtain a good productivity of this crop it is necessary to consider several factors, where the knowledge of the potential pest species and their management are essential. The species *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) belong to the Noctuidae family and attack important agricultural crops, causing damage in both vegetative and reproductive stages of crops. Therefore, we evaluated the population fluctuation of *H. armigera* and *S. frugiperda* in chickpea fields, establishing the correlation of their occurrence with some climatic factors. We also determined the biology and the fertility life table of these species on chickpeas, compared to an artificial diet. To record the population fluctuation of adults, delta-type traps were used, containing specific pheromones for these two species, in addition to the monitoring of caterpillars with the beaten cloth, performing 10 repetitions in random places. For the biology and fertility life table studies, the artificial diet and vegetative and reproductive structures of chickpea were used to feed caterpillars from the first larval instar, which were individualized in plastic containers under laboratory conditions. The biology study was composed of four treatments, being two diets (artificial diet and chickpea) and two caterpillar species (*H. armigera* and *S. frugiperda*) with 17 replicates/treatment, each replicate being composed of a group of 10 caterpillars, using an entirely randomized design. To obtain the fertility life table, the adult insects obtained from the biology study (4 treatments), were separated in couples, in PVC cages, where each couple represented one repetition, having the assay a total of 20 repetitions in each treatment, in an entirely randomized design. Regarding the population fluctuation, it was possible to observe that adults and caterpillars of *H. armigera* occurred almost throughout the cycle of chickpea culture with their population peaks being observed in the reproductive phase. The values of adult captures in the traps and of caterpillars with the tapping cloth showed a positive correlation with minimum and maximum temperatures, while relative humidity correlated negatively. The capture of adults of *H. armigera* showed a significant relationship with the sampling values of caterpillars in the crop. For *S. frugiperda*, the population of adults also occurred during the entire cycle of the chickpea culture, however, the number of caterpillars sampled was low, not being observed a relationship between adults and caterpillars, besides not having correlations with the climatic factors. In the biology study, it was observed that chickpea provided a longer larval and pupal period for *H. armigera* and *S. frugiperda*, as well as a lower viability of larvae and pupae when compared to the artificial diet. In the fertility life table study, both species showed lower values of net reproductive rate, intrinsic growth rate and finite increase ratio on the chickpea diet compared to the artificial diet. The results obtained provide subsidies for the knowledge of population fluctuation and the biology of these pests in the crop. Despite longer larval and pupal periods, as well as lower pupal viability when the species were fed with chickpeas, both species completed their biological cycle and reproduced, indicating that they are pests of this crop.

Keywords: Old world bollworm, fall armyworm, legume, biological parameters, monitoring.

Introdução geral

O grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*) pertencente à família Fabaceae, é classificado como uma leguminosa herbácea anual (SINGH; SAXENA, 1999). Sendo também classificado como uma pulse, sendo esse termo usado para designar a semente seca comestível de várias leguminosas, consideradas como importante fonte de proteína. Neste grupo estão incluídos, principalmente, o grão-de-bico, feijão-comum, feijão-caupi, fava, ervilha, lentilha, tremoço, guandu e feijão-bambara (LIMA FILHO, 2019).

Seus grãos contêm em sua composição, fibras, proteínas, vitaminas, carboidratos e sais minerais, sendo utilizado principalmente para a alimentação humana e animal como suprimento dessas necessidades (ÖZER et al., 2010). De acordo com Avancini et al. (1992) o grão-de-bico tem grande potencial a ser explorado nutricionalmente, a fim de minimizar as deficiências proteicas e minerais da população, visto que possui elevadas concentrações de fósforo, magnésio, ferro, potássio, cobalto e manganês.

No Brasil, a produção do grão-de-bico é escassa e o país importa quase sua totalidade consumida. No ano de 2021, por exemplo, foram importadas cerca de 11,3 mil toneladas no valor de 9 milhões de dólares (NASCIMENTO, 2022). A partir de 2016 que o cultivo no Brasil passou a aumentar de maneira significativa, como visto a seguir, com dados de área cultivada nos últimos anos: 2013 – 26 ha; 2014 – 280 ha; 2015 – 300 ha; 2016 – 460 ha; 2017 – 800 ha; 2018 – estimativa de 10 mil ha (LIMA FILHO, 2019). Dessa forma, a solução para reduzir a escassez a nível nacional, seria o aumento de produtividade e da área cultivada dessa leguminosa, bem como na introdução de novas cultivares no sistema de cultivo, para atender tanto o mercado interno quanto o externo, porque os tipos de grão-de-bico consumidos são diferentes, sendo o tipo Kabuli para o mercado interno e o tipo Desi para o externo. O grão-de-bico é uma cultura com potencial de expansão em novas áreas do Brasil, entretanto, há aspectos relacionados à sua produção que ainda exigem maior conhecimento e desenvolvimento tecnológico local. Aspectos de sanidade do cultivo não escapam a essas considerações (QUEIROGA et al., 2021).

Dentre todos os fatores que influenciam positivamente no aumento da produção e produtividade do grão-de-bico, certamente o conhecimento sobre as populações de insetos-praga presentes na cultura, são de extrema importância para o manejo das mesmas. A alimentação de insetos em estágios vegetativos e pré-floração do grão-de-bico, geralmente não causa expressiva perda econômica. Entretanto, injúrias durante a

fase reprodutiva, especialmente em estruturas como flores e vagens podem reduzir significativamente o rendimento de grãos da cultura (GURJAR et al. 2011).

As espécies *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) são pragas vorazes e polífagas, ou seja, se alimentam de uma grande quantidade de espécies de plantas e com grande intensidade, sendo definidas como pragas de importância econômica, para culturas como o algodão (*Gossypium hirsutum*), soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), trigo (*Triticum aestivum*), crotalária (*Crotalaria juncea*), citros (*Citrus spp.*) e pastagens (ÁVILA et al., 2013; BOREGAS et al., 2013; BUENO; SOSA-GÓMEZ, 2014). Todavia, existem poucas informações sobre a biologia das espécies *H. armigera* e *S. frugiperda* no grão-de-bico, sendo também escassos os estudos da flutuação populacional destes insetos na cultura.

Existem relatos da ocorrência de *H. armigera* alimentando-se do grão-de-bico e sobre a criação de *S. frugiperda* em dietas que contêm essa espécie em sua composição (JIN et al., 2020). Nascimento et al. (2016), relatam que *H. armigera* alimenta-se tanto de órgãos vegetativos como reprodutivos da cultura. Dessa forma, o conhecimento da biologia e dos fatores que influenciam a flutuação populacional dessas pragas na cultura é de extrema importância para subsidiar o manejo adequado das mesmas (GALLO et al., 2002).

Estudos sobre a flutuação populacional, biologia e tabela de vida de fertilidade de *H. armigera* e *S. frugiperda* na cultura do grão-de-bico fornecerão informações que poderão auxiliar na implementação do manejo integrado dessas espécies na cultura. Através de estudos sobre as fases de desenvolvimento dos insetos, é possível adotar um melhor método de monitoramento e controle.

Da mesma forma, através dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade, pode-se estimar a taxa de sobrevivência, o potencial de reprodução e o crescimento populacional da praga na cultura estudada (RAZMJOU et al., 2014; GOMES et al., 2017). Para isso, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos biológicos em laboratório e a análise dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade, para verificar a viabilidade e o desenvolvimento dos insetos citados na cultura do grão-de-bico.

Revisão bibliográfica

1. A cultura do grão-de-bico

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma das leguminosas mais importantes do mundo, sendo a segunda mais consumida, perdendo somente para a cultura da soja. É uma planta herbácea, de ciclo anual, com folhas verdes-amareladas, podendo ser cultivada em diferentes climas, desde o subtropical até o árido e semiárido do mediterrâneo (NASCIMENTO et al., 2016). É uma espécie de alto valor nutritivo, possuindo em sua constituição 18 a 25% de proteína (SINGH et al., 2016), 41 a 51% de carboidratos e alta porcentagem de minerais, fibras, vitaminas e gorduras, como ácidos graxos oleico e linoleico não saturados (NASCIMENTO et al., 1998; FERREIRA et al., 2006). Possui também uma composição balanceada de aminoácidos (isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina), além de cálcio, ferro e fósforo (NASCIMENTO et al., 2016). Em adição, é uma cultura tolerante à seca, de estação fria com crescimento da planta em diferentes posições, sendo ereto, semiereto e prostrado, produzindo numerosas vagens contendo de um ou dois grãos cada. O grão-de-bico pode ser cultivado em uma ampla variedade de solos, profundos e com boa drenagem (BRICK et al., 1998). Mesmo as plantas sendo relativamente pequenas, a raiz principal se estende a profundidades de 100 a 200 cm.

É uma planta de crescimento indeterminado que permite o desenvolvimento de novas folhas após o início do florescimento. A floração é geralmente contínua até a planta encontrar alguma forma de estresse, como a seca, calor extremo, danos mecânicos ou injúrias causadas por insetos (MCVAY et al., 2017). Essa leguminosa se encaixa muito bem no sistema de agricultura sustentável, devido ao seu baixo custo de produção e por ter ampla adaptação ao clima, podendo ser utilizada na rotação de culturas já que apresenta capacidade de fixação biológica de nitrogênio (ARTIAGA et al., 2015). Para o seu uso em uma rotação de cultivos com cereais, o grão-de-bico reduz a incidência de doenças nos sistemas de produção, os custos com fertilizantes e os problemas com plantas daninhas associadas aos monocultivos, além de diversificar a base econômica baseada em cereais (BRICK et al., 1998).

1.1 Distribuição geográfica mundial do grão-de-bico

O grão-de-bico tem como origem a região sudeste da Turquia, próxima a regiões da Síria, de onde foi levado para a Índia e Europa. No Brasil, a introdução desta cultura foi por meio de imigrantes espanhóis e do Oriente Médio. A maior parte da produção e do consumo estão localizadas em países em desenvolvimento, como o subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte e Leste da África, Sudoeste Europeu e América Central (NASCIMENTO et al., 2016).

A produção mundial de grão-de-bico foi estimada em 14,2 milhões de toneladas em 2019. Dentre os países asiáticos, a Índia se destaca como o maior produtor do mundo com 9,9 milhões de toneladas, sendo responsável por 69,7% da produção global, seguida por Turquia com 630 mil toneladas no ano de 2019 (FAOSTAT, 2019). Outros principais países produtores incluem Myanmar, Paquistão e Irã, embora com produções bem menores em relação à Índia. No continente americano, a maior parte do cultivo é produzido nos Estados Unidos, Canadá e México com produções de 282.910, 251.500 e 202.846 toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2019). Na Europa, o principal país produtor é a Rússia, com cerca de 506,166 mil toneladas no ano de 2019. Representando a Oceania, a Austrália se destaca com uma produção de 281,200 mil toneladas (FAOSTAT, 2019). No continente africano, o país que mais produz o grão-de-bico é a Etiópia, que produziu 435,193 mil toneladas no ano de 2019, além de outros países produtores como Marrocos, Sudão e Argélia (FAOSTAT, 2019).

A produção brasileira de grão-de-bico é relativamente pequena ou quase inexistente, sendo insuficiente para atender a demanda de consumo interno e para isso, é necessário a importação de países produtores como a Argentina e o México (ARTIAGA et al., 2015; NASCIMNTO et al., 2016). A Argentina é o principal país produtor na América do Sul, onde no ano de 2019 apresentou uma produção de 137.244 mil toneladas da cultura (FAOSTAT, 2019).

Para o Brasil, o grão-de-bico é uma cultura de maior facilidade de produção na região sul, devido as temperaturas mais amenas, desde que não ocorra a presença de geadas, além de apresentar variedades que podem se adaptar bem às condições do cerrado e obter uma produtividade acima das médias mundiais (QUEIROGA et al., 2021).

1.2 Botânica e variedades de grão-de-bico no Brasil

É uma cultura pertencente à família Fabaceae, da subfamília Papilionoideae e tribo Cicereae. Representa uma das 43 espécies descritas no gênero *Cicer* (QUEIROGA et al., 2021). A palavra *Cicer* vem do latim e acredita-se que o nome vem da origem do sobrenome Cícero (extraído do nome do filósofo romano Marcus Tullius Cicero, 106-43 aC). É uma planta anual, diploide ($2n=16$), autógama, em que a polinização é completada antes da abertura das flores, fenômeno conhecido como cleistogamia, apesar de apresentar um nível de alogamia em torno de 1% (NASCIMENTO et al., 2016; QUEIROGA et al., 2021). A germinação é do tipo hipógea, onde as plântulas crescem de forma ereta mostrando ao nível do solo as primeiras folhas que surgem fechadas, com os cotilédones permanecendo dentro do solo. As primeiras folhas verdadeiras têm dois ou três pares além de uma folha terminal. Grande parte da plântula é composta de pilosidades (NASCIMENTO et al., 2016) e seu crescimento pode ser ereto ou rasteiro, podendo alcançar de 30 a 80 cm de altura e os ramos laterais nascendo próximos ao solo (GAUR et al., 2010).

Durante o período de domesticação, seleção e dispersão da cultura, foram diferenciados dois tipos fenotipicamente diferentes de grão-de-bico, conhecidos como: Desi e Kabuli, que se assimilam à divisão das espécies cultivadas nas raças: microsperma (Desi) e macrosperma (Kabuli) (MORENO; CUBERO, 1978).

A coloração da haste das plantas, pode apresentar duas variações: verde e com manchas de cor púrpura, que podem ser utilizadas para diferenciar os dois tipos de grão-de-bico. O tom verde pertence ao grupo Kabuli e verde com manchas púrpuras ao grupo Desi. Em relação ao hábito de crescimento baseado na inclinação da haste, podem ser citados: ereto, semiereto, semi-inclinado, inclinado e prostrado. A superfície da planta é recoberta por tricomas glandulares e não glandulares, que secretam substâncias ácidas (ácido málico, oxálico e cítrico) e servem como uma barreira mecânica contra fatores externos, como o ataque de patógenos e de insetos (ATECA; BELTRAMINI, 2016; NASCIMENTO et al., 2016). As folhas podem ser alternadas, com folíolos em número ímpar, com comprimento variando de 5 a 10 cm, composta de 9 a 19 folíolos também alternados (NASCIMENTO et al., 2016). Apresentam bordas serrilhadas ou dentadas em graus variados, desde a porção média ou terço inferior até o ápice (CORRÊA, 1984).

Os materiais do tipo Desi geralmente apresentam a coloração das flores em rosa a violeta com nervuras roxas ou negras nas hastes. Entretanto, há alguns tipos que possuem

flores brancas e nenhuma pigmentação de antocianina no caule (QUEIROGA et al., 2021). As sementes são protegidas por um espesso tegumento e a coloração é variada, podendo incluir tonalidades de marrom, amarelo, verde e preto. Apresentam formato angular, são pequenas e tem a sua superfície rugosa (NASCIMENTO et al., 2016). As formas Desi predominam no subcontinente do Oriente médio, Paquistão, Índia, Etiópia, México e Irã (BRICK et al., 1998), sendo o tipo mais cultivado e consumido no mundo, correspondendo de 80-85% da área cultivada, tendo seu consumo destinado na forma de farinhas e grãos quebrados (GAUR et al., 2010).

O tipo Kabuli tem como características a cor de suas sementes, que são brancas ou beges e tem formato de cabeça de carneiro, apresentando um tegumento fino e liso. Possuem flores brancas e não apresentam a pigmentação de antocianina em suas hastes (NASCIMENTO et al., 2016). Suas sementes são de tamanho médio (25-35 g por 100 sementes) a grandes (40-60 g por 100 sementes) de formas rechonchudas (MORENO; CUBERO,1978). Comparado com o tipo Desi, o Kabuli tem níveis mais elevados de sacarose, níveis mais baixos de fibra, sementes de tamanhos maiores, vagens e folhas maiores e estatura mais alta. Geralmente apresenta maior valor de mercado, pois o seu preço aumenta proporcionalmente com o tamanho do grão (NASCIMENTO et al., 2016; GAUR et al., 2010). As formas de kabuli predominam no Afeganistão, no oeste da Ásia, no norte da África, no Sul da Europa e na América, incluindo o México (QUEIROGA et al., 2021).

Segundo NASCIMENTO et al. (2016), há um terceiro tipo de grão-de-bico no mercado mundial, conhecido como Gulabi, variedade em que o tamanho se encontra entre Desi e Kabuli. Sua semente tem a superfície lisa, com sua forma mais arredondada, parecendo com uma ervilha.

A fase de florescimento, em geral, pode durar até cerca de 50 dias em condições favoráveis, entretanto, em condições de adversidades climáticas pode ser paralisada após 20 dias. As vagens têm aspecto inflado e cada planta pode ter de algumas até trezentas unidades. O tamanho das sementes é muito importante para a produção e são classificadas em pequena, média e grande (NASCIMENTO et al., 2016). Ocorre uma diminuição do peso das vagens e do número de sementes nos ramos superiores da planta, podendo ocorrer também uma redução na distribuição de nutrientes para os ramos superiores (QUEIROGA et al., 2021).

Em 1989 foi lançada no Brasil pelo Instituto Agrônomo de Campinas – IAC a primeira cultivar de grão-de-bico, conhecida como ‘IAC Marrocos’ com grãos de

tamanhos médios (26 g/100 sementes) e ciclo de 125 a 140 dias (BRAGA et al., 1992). Em 1994 a Embrapa Hortaliças selecionou a cultivar Cícero, com características para o consumo in natura, apresentando um ciclo precoce de 110 dias, com peso médio de 100 sementes acima de 64 gramas e coloração do tegumento creme claro. Com o melhoramento genético, a EPAMIG lançou no ano de 1999 em Minas Gerais a cultivar chamada Leopoldina, com ciclo de 125 a 135 dias e peso de 100 sementes igual a 32 gramas (NASCIMENTO et al., 2016).

A Embrapa também desenvolveu outras cultivares de grão-de-bico, tendo em 2017 o lançamento da cultivar ‘BRS Toro’, que apresenta rusticidade e adaptação ao cultivo mecanizado. Outra cultivar desenvolvida é a ‘BRS Cristalino’, voltada para o cultivo em áreas irrigadas e com boa produtividade, sendo em média de 3 mil kg/ha. Nesta cultivar pode ser realizada a colheita mecanizada para o uso na indústria de conservas e consumo seco. Em 2015 a Embrapa Hortaliças disponibilizou aos produtores do Brasil Central, uma nova cultivar de grão-de-bico, a ‘BRS Aleppo’, selecionada junto com a Universidade de Brasília (UnB), a qual é recomendada para áreas irrigadas com alto potencial produtivo. “BRS Aleppo” apresenta características adequadas para colheita mecanizada, ciclo de cerca de 120 dias, com ótima adaptação climática, além de apresentar elevados níveis de tolerância a fungos de solo (NASCIMENTO et al., 2016; QUEIROGA et al., 2021). Outra cultivar produzida pela Embrapa é a ‘BRS Kalifa’, que pode ser utilizada como cultura de “safrinha” no lugar do milho.

2. Origem e distribuição geográfica de *Helicoverpa armigera*

A espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) pertence a ordem Lepidoptera, família Noctuidae e subfamília Heliiothinae. É uma espécie cosmopolita, ou seja, apresenta ampla distribuição mundial com registros na África, Américas do Sul, do Norte e Central, Ásia, Europa e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997; PEST ALERT, 2015; EPPO, 2019). Essa ampla distribuição está ligada à sua grande capacidade de dispersão, uma vez que os adultos podem migrar a uma distância de 1000 até 2000 km em condições de campo, podendo se estabelecer desde regiões tropicais de clima temperado (KURBAN et al., 2005; GUOQING et al., 2011). Apresenta capacidade de sobreviver em condições ambientais adversas, como excesso de frio e calor e apresenta alta taxa reprodutiva, sendo possível a obtenção de várias gerações ao longo do ano (PEDGLEY, 1985; FITT, 1989).

A praga foi constatada pela primeira vez no Brasil no ano de 2013, atacando lavouras de soja e algodão nos estados de Goiás, Mato Grosso e Bahia (CZEPAK et al., 2013a). Esse foi o primeiro registro da praga no continente americano, sendo até então no Brasil considerada uma praga quarentenária A1. No entanto, alguns pesquisadores acreditam que *H. armigera* já estava no território brasileiro desde 2008, mas com nível populacional baixo (SOSA-GÓMEZ et al., 2016). No estado de Mato Grosso do Sul, as primeiras ocorrências de *H. armigera* foram em lavouras de soja e de algodão na região dos Chapadões e depois em soja na região sul do estado, enquanto na região do Paraná foram observadas posteriormente atacando lavouras de soja (ÁVILA et al., 2013). No mesmo ano esta espécie foi constatada no Paraguai e em 2014 na Argentina, sendo os adultos coletados em armadilhas com feromônio em lavouras de grão-de-bico (SENAVE, 2013; MURÚA et al., 2014). No ano 2015 foi registrada no Estados Unidos, quando adultos foram coletados em armadilhas de monitoramento instaladas em plantações de tomate (APHIS, 2015). Atualmente *H. armigera* está amplamente distribuída por todo território brasileiro alimentando-se de uma grande quantidade de espécies de plantas cultivadas ou não.

2.1 Identificação e bioecologia de *H. armigera*

Três espécies de lagartas, próximas do ponto de vista taxonômico da subfamília Heliiothinae têm sido observadas causando danos em diversas culturas no Brasil, sendo elas: *Chloridea virescens* (Fabricius, 1781), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (ÁVILA et al., 2013). A identificação visual dessas lagartas de maneira correta é uma tarefa difícil, mas existem algumas características a serem mencionadas que podem facilitar este trabalho.

A lagarta de *C. virescens* possui no seu quarto segmento microcerdas ao redor das protuberâncias em que ocorre a inserção do pelo (pinácula), enquanto em *H. zea* e *H. armigera* essas microcerdas não estão presentes (THOMAZONI et al., 2013). As lagartas de *H. armigera* a partir do quarto instar, apresentam tubérculos abdominais escuros bem visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal, em formato de uma sela, sendo esta característica determinante na identificação de *H. armigera* (MATTHEWS, 1999). As mesmas também apresentam pelos esbranquiçados em todo seu corpo (ALBERNAZ et al., 2014). Outra característica para diferenciação de *H. armigera* das demais lagartas da família Heliiothinae é o aspecto levemente coriáceo do seu tegumento. Além disso,

quando perturbadas, as lagartas encurvam a cápsula cefálica até o primeiro par de falsas pernas, e assim permanecem por algum tempo (CZEPAK et al., 2013a, b).

A espécie *H. armigera* é uma praga altamente polífaga, sendo relatada sua ocorrência em mais de 200 espécies de plantas, cultivadas ou não, pertencentes a cerca de 45 famílias, incluindo Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (REED; PAWAR, 1982; PAWAR et al., 1986; FITT, 1989; POGUE, 2004; ALI et al., 2009).

Na fase adulta, as mariposas apresentam nas margens das asas anteriores uma linha em posição superior com sete a oito manchas, além de uma ampla faixa transversal marrom; ocorre também uma marca em forma de vírgula na parte central da asa anterior. As asas posteriores são mais claras e apresentam uma borda marrom escura na sua extremidade apical. Os adultos possuem dimorfismo sexual, visto que nos machos as asas anteriores são de coloração cinza-esverdeada e a envergadura é de 3 cm, enquanto nas fêmeas a coloração é parda-alaranjada com envergadura de 4cm (EPPO, 1981; ALI, et al., 2009). Também são observadas diferenças na forma do abdômen, sendo mais arredondado na fêmea (JAYARAJ, 1981).

É uma espécie que possui metamorfose completa, ou seja, um inseto holometábolo, na qual o seu desenvolvimento biológico é composto pelas fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e adulta (ÁVILA et al., 2013). Seu ciclo de vida completo, dura em média 30 dias, mas pode estender-se até os 60 dias, dependendo de condições ambientais, como umidade, temperatura e a qualidade nutricional do alimento utilizado (GUEDES et al., 2013a; QUEIROZ-SANTOS et al., 2018). *H. armigera* pode desenvolver de 2 a 11 gerações por ano, dependendo das condições climáticas e de sua alimentação, além de ter grande potencial de reprodução, visto que uma fêmea pode colocar até 3.000 ovos (SHANOWER e ROMEIS, 1999, NASERI et al., 2011).

Os ovos de *H. armigera* têm cerca de 0,5 mm de diâmetro, inicialmente são claros, esbranquiçados e vão escurecendo à medida que o período de eclosão das larvas fica próximo. O período de incubação dos ovos varia, em média, de 2 a 12 dias, sendo a maior duração observada em dias mais frios (CZEPAK et al., 2013b; ALBERNAZ et al., 2014). O ovo possui sua porção apical lisa, mas o restante da sua superfície é esculpido em formas de nervuras longitudinais (ÁVILA et al., 2013). A oviposição é realizada pela fêmea normalmente nos horários noturnos, sendo a postura realizada com os ovos isolados ou em pequenos agrupamentos. Apresenta preferência para postura na face adaxial das folhas, talos e estruturas reprodutivas (MENSAH, 1996; TRUZI et al., 2017).

O estágio larval pode durar de 2 a 3 semanas e pode sofrer mudanças dependendo das condições de criação no período de desenvolvimento (SILVA et al., 2018). Essa fase apresenta de 5 a 6 instares e prolonga-se em média por cerca de 15 dias, sendo que, no primeiro e segundo instares as lagartas apresentam pouca movimentação, com coloração variando de amarelo acinzentado a castanho claro (TRUZI et al., 2020). No entanto, as lagartas apresentam grande variedade de cores, podendo ser desde ao branco-amarelado ao marrom-avermelhado. Apresentam cápsula cefálica do marrom ao preto, sendo o dano maior nas plantas a partir do terceiro instar (GUEDES et al., 2013a). A coloração do corpo pode ser marrom ou verde e a partir do quinto e sexto instares larvais podem chegar a 34 mm de comprimento (CZEPAK et al., 2013b; GUEDES et al., 2013b). As lagartas de *H. armigera* apresentam preferência para se alimentarem de brotos, inflorescências, frutos e legumes, porém elas também podem se alimentar de folhas e do caule das plantas (REED, 1965; SULLIVAN, 2014).

A fase de pré-pupa compreende o período em que a lagarta cessa a sua alimentação até transformar-se em pupa. A pupa é do tipo obtecta, ou seja, apresenta apêndices intimamente ligados ao corpo e ocorrência no solo, apresentando duração de 10 a 14 dias, podendo também entrar em diapausa de acordo com as condições climáticas (ALI et al. 2009; TRUZI et al., 2017). Nos primeiros momentos as pupas têm coloração verde-claro, porém a partir de 24 horas passa a apresentar coloração marrom-mógnon devido ao processo de esclerotização, apresentando formato fusiforme e tamanho de 12 a 20 mm de comprimento (DIAS, 2005; ALI et al., 2009). Na fase adulta, as fêmeas de *H. armigera* vivem em média entre 8,2 e 11,7 dias, enquanto os machos têm longevidade de 7,5 a 9,2 dias (ALI et al., 2009; TRUZI et al., 2017). O período de oviposição dura aproximadamente 5,3 dias (NASERI et al., 2011).

3. Origem e distribuição geográfica de *Spodoptera frugiperda*

A lagarta-do-cartucho do milho, conhecida como *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), foi relatada pela primeira vez por Luginbill (1928) na América do Norte, embora seja considerada de origem tropical, devido aos seus centros de imigração localizarem-se nesta região. Já foi encontrada na Argentina e se estendeu até a região sul dos Estados Unidos, de onde alcançou a região norte do país no fim do inverno e no sul do Canadá (CRUZ, 1995; NAGOSHI; MEAGHER, 2008). No ano de 2016, foi constatada na África Ocidental e Central na cultura do milho e em 2018

foram constatadas na cidade de Karnataka (Índia), onde plantações de milho foram devastadas (GOERGEN et al., 2016; GANIGER et al., 2018).

No Brasil, as primeiras ocorrências da *S. frugiperda* foram registradas nos estados de Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Distrito Federal, Santa Catarina e São Paulo (LEIDERMAN; SAUER, 1953). Entretanto, devido a disponibilidade de alimentos e das condições ambientais favoráveis durante todo ano, a espécie se disseminou para todo território nacional (CRUZ, 1995; CRUZ et al., 2013).

As espécies do gênero *Spodoptera* são amplamente distribuídas no mundo e das 30 espécies descritas, pelo menos metade é considerada praga e atacam uma grande variedade de culturas de importância econômica (POGUE, 2002). No Brasil o gênero *Spodoptera* é composto basicamente por quatro principais espécies, as quais são consideradas pragas de importantes cultura agrícolas, sendo elas, *S. frugiperda*, *S. cosmioides*, *S. eridania* e *S. albula*. Dentre elas, *S. frugiperda* é considerada a mais importante, podendo atacar a cultura do milho, soja, sorgo e trigo, além de várias outras plantas cultivadas ou não (CRUZ, 1995).

3.1 Identificação e bioecologia de *S. frugiperda*

Dentre as espécies do gênero, *S. frugiperda* possui algumas características morfológicas que são utilizadas para sua identificação. As lagartas já desenvolvidas apresentam pontos pretos denominados pináculos, distribuídos em pares, em cada lado dos segmentos do corpo, tendo cada um uma seta longa. No último segmento abdominal é possível observar quatro pontos pretos (tubérculos) dispostos em forma de trapézio, característica que é importante na identificação da espécie. A cabeça apresenta uma figura de um ípsilon invertido, embora essa característica não seja suficiente para identificar a espécie (SOSA-GÓMEZ et al., 2014, VALICENTE, 2015).

Na sua fase adulta, as mariposas possuem envergadura de asas de 32 a 38 mm, sendo possível verificar a presença de dimorfismo sexual. As fêmeas apresentam as asas anteriores na coloração cinza-amarronzada, entretanto, as mesmas não apresentam uma cor definida, sendo predominantemente cinzas e as asas posteriores esbranquiçadas com uma linha estreita e escura na sua margem externa. Nos machos as asas anteriores são cinza-escura e próximo à margem das asas são observadas listras mais claras, além de pontos brancos próximos ao centro, enquanto suas asas posteriores são semelhantes à da fêmea (POGUE, 2002; CRUZ et al., 2008; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

O ciclo completo de desenvolvimento de *S. frugiperda* dura em média de 30 a 40 dias, dependendo das condições ambientais como temperatura, umidade e do tipo de alimento oferecido às lagartas, podendo desenvolver de 6 a 9 gerações por ano (MURÚA; VIRLA, 2004; AFONSO et al., 2009). Segundo Valicente (2015), nos períodos mais frios, o ciclo de vida pode se prolongar em até 50 dias.

Os ovos de *S. frugiperda* têm coloração verde-clara logo após a oviposição e após um período de 12-15 horas se tornam alaranjados e, posteriormente, próximos da eclosão das lagartas ficam escurecidos. O formato dos ovos é circular em vista superior e oblonga quando vistos de perfil, os quais são colocados em massas de 50 a 300 ovos, em camadas, que pode variar de uma a quatro e que ainda são cobertos por escamas que se desprendem do abdome das fêmeas. O período de incubação dos ovos é de 3 a 5 dias (CRUZ, 1995; MURÚA; VIRLA, 2004).

A fase larval apresenta 6 instares e dura cerca de 12 a 30 dias, dependendo da alimentação e das condições ambientais, especialmente da temperatura. As lagartas recém-eclodidas alimentam-se do cório do ovo antes de ir à procura de alimento e apresentam uma coloração esbranquiçada (CRUZ, 1995; MURÚA; VIRLA, 2002; BUSATO et al., 2004). No segundo instar permanecem com a mesma cor, mas com uma mancha marrom no dorso, diferente do terceiro instar, onde a coloração da lagarta passa a ser marrom-clara no seu dorso e esverdeada em seu ventre, com comprimento de 6,3 a 6,5 mm. A partir do quarto instar, as lagartas passam a ficar mais escuras até atingir uma coloração marrom-acinzentada dorsalmente, medindo cerca de 35 mm de comprimento, quando completamente desenvolvidas (ÁVILA et al., 1997; POGUE, 2002; VALICENTE, 2015).

Ao final da fase larval, a lagarta dirige-se ao solo e passa para a fase denominada pré-pupa, onde as lagartas cessam o seu período de alimentação e se preparam para pupar, com duração de 1 a 2 dias. A pupa de *S. frugiperda* é do tipo obtecta, formato fusiforme, com a cremaste consistindo em dois espinhos pequenos, e comprimento entre 13 a 16 mm. A fase de pupa ocorre no solo, com duração de 8 a 25 dias, variando principalmente em função da temperatura. No início as pupas apresentam a coloração verde-claro e vão escurecendo conforme o passar do tempo, até a emergência das mariposas (CRUZ, 1995; VALICENTE, 2015). Os danos das lagartas são observados nas folhas bem com em estruturas reprodutivas das plantas, como flores, vagens (soja), maçãs (algodão) e espigas (milho). *S. frugiperda* também é um problema no estabelecimento de culturas no campo,

como no milho e na soja, causando o corte no colo das plantas novas, levando a morte e redução de stand nestas culturas.

Os adultos podem alcançar 45 mm de envergadura e 25 mm de comprimento, vivendo em média de 13 dias. Possuem hábito noturno e são mais ativos durante as noites mais quentes. As fêmeas podem colocar de 1500 a 2000 ovos, com a maior intensidade de oviposição nos primeiros 4-5 dias de vida (CRUZ, 1995; GALLO et al., 2002; VALICENTE, 2015).

4. Importância econômica e manejo de *H. armigera* e *S. frugiperda*

As lagartas de *H. armigera* já foram constatadas se alimentando de várias culturas de importância econômica, tais como alfafa, algodão, amendoim, batata, canola, crotalária, feijão, fumo, girassol, grão-de-bico, guandu, linhaça, milho, milheto, nabo forrageiro, soja, sorgo, tabaco, tomate, trigo, pastagens, algumas espécies dos gêneros *Prunus* e *Citrus*, além de couve-flor e repolho (CHANDRA; RAI, 1974; GAHUKAR, 2002; MULTANI; SOHI, 2002; KAKIMOTO et al., 2003; EPPO, 2007; GUEDES et al., 2013; BUENO; CASTRO, 2014; SALVADORI; SUZANA, 2014; PRATISSOLI et al., 2015). As perdas mundiais causadas por *H. armigera* são estimadas em 5 bilhões de dólares (LAMMERS; MACLEOD, 2007). Na Europa, a perda anual supera os 2 bilhões de dólares, além de 500 milhões de dólares anuais em função da aplicação de inseticidas nas lavouras, para o controle dessa praga (SHARMA et al., 2008).

Já *S. frugiperda* é uma das principais pragas da cultura do milho e do trigo, mas tem adquirido crescente importância na soja pela frequente ocorrência e dificuldades do seu controle. Todavia, esta espécie pode se alimentar de mais de 300 espécies de plantas, muitas destas de importância econômica, além de culturas de cobertura, como milheto, nabo farrageiro e braquiária (CRUZ, 1995; BARROS et al., 2010; SILVA et al., 2017; MONTEZANO et al., 2018). No milho, os ataques provocam perdas na ordem de 17% a 38,7% na produção, dependendo do ambiente, cultivar e do estágio de desenvolvimento das plantas, podendo comprometer tanto o rendimento, quanto a comercialização (CRESPO et al., 2021).

Para o manejo de *H. armigera* e *S. frugiperda* são necessárias a implementação de estratégias para reduzirem as densidades populacionais nos cultivos nas quais estão inseridas, para que não causem dano econômico. No manejo integrado de pragas (MIP), é necessária a integração de práticas e métodos que visa manter os insetos abaixo do nível

de dano econômico, utilizando-se para esse fim estratégias de controle sustentável. É um sistema de decisão que visa o emprego de táticas de controle de uma forma harmoniosa, baseada em análises de custo/benefício que levam em conta o impacto nos produtores, no ambiente e na sociedade (KOGAN, 1998). O MIP tem também como objetivos reduzir o uso excessivo de produtos químicos nas lavouras e com isso evitar surtos dos insetos que são considerados pragas (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012; GAZZONI, 2012).

Para o monitoramento de *H. armigera* podem ser utilizadas armadilhas luminosas ou iscadas com feromônio sexual, sendo este último método o mais eficiente, devido a sua especificidade na coleta de insetos adultos, o que resulta em maior facilidade na quantificação e identificação dos mesmos (ÁVILA et al., 2013; FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013). O monitoramento de ovos e de lagartas, ou até mesmo de pupas, também são essenciais, como subsídios para a tomada de decisão visando a implementação ou não de estratégias de controle (CZEPAK et al., 2013a). É importante ressaltar que, a captura dos adultos é válida quando se faz uma correlação do número de insetos coletados nas armadilhas com os valores de amostragens de formas imaturas nas plantas, no mesmo dia da captura ou nos dias subsequentes (ÁVILA et al., 2013). Para *S. frugiperda*, o uso de armadilhas de feromônio é recomendado para o monitoramento da população de insetos adultos ou através da avaliação do índice de danos nas plantas, como acontece na cultura do milho (DAVIS et al., 1992; VALICENTE, 2015). Ambas as espécies podem também ser monitoradas pelo método do pano de batida, o qual é geralmente de cor branca, preso em duas varas e colocado entre as linhas da cultura a ser monitorada, onde uma das fileiras de plantas é batida vigorosamente sobre o pano.

Outros métodos podem ser também utilizados para o manejo integrado dessas pragas, como a utilização de cultivares resistentes, uso de plantas geneticamente modificadas (Bt), destruição de restos culturais, liberação de inimigos naturais e o uso de inseticidas seletivos que favoreça o controle conservativo, preservando os inimigos naturais (KUMAR et al., 2009). Outras táticas de manejo de lagartas é o uso de bioinseticidas a base de *baculovírus*, bactérias contendo a espécie *Bacillus thuringiensis* e fungos, especialmente *Beauveria bassiana* (STEVENSON et al., 2010; ARAÚJO et al., 2019).

Referências bibliográficas

AFONSO, A. P. S.; WREGÉ, M.; MARTINS, J. F. S.; NAVA, D. E. Simulação do zoneamento ecológico da lagarta-do-cartucho no Rio Grande do Sul com o aumento de temperatura. Arquivos do Instituto Biológico, v. 76, n. 4, p. 607-612, 2009.

ALBERNAZ, K. C.; CZEPAK, C.; COSTA, J.; ZUNTINI, B.; BORGES, M. Guia de Identificação – *Helicoverpa armigera* – Escola de Agronomia – UFG e Nufarm, 2014. (Guia de identificação).

ALI, A.; CHOUDHURY, R. A.; AHMAD, Z.; RAHMAN, F.; KHAN, F. R.; AHMAD, S. K. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. Tunisian Journal of Plant Protection, Tuniscie, v. 4, n. 1, p. 99- 106, 2009.

APHIS - Animal and plant health inspection service (2015) For information and action, 2015. Disponível em: DA-2015-43.pdf (usda.gov) Acesso em: 25 agos. 2021.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, G. M. de.; LACERDA, L. B. de; BATISTA, J. L.; LOPES, G. N. Perspectivas atuais da utilização de bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 7, n. 3, p. 20-27, 2019.

ARTIAGA, O. P.; SPEHARL, C. R.; BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 10, n. 1, p. 102–109, 2015.

ATECA, N. S.; BELTRAMINI, V. Estudio morfológico. In: CARRERAS, J.; MAZZUFERI, V.; KARLIN, V. El cultivo de garbanzo en Argentina. 1a ed.- Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2016. p.19-38.

AVANCINI, S.R.; SALES, A.M.; AGUIRRE, J.M.; MANTOVANI, D.M.B. Composição química e valor nutricional de cultivares de grão-de-bico produzidos no Estado de São Paulo. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 2, p. 145-53,1992.

ÁVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E.; GOMEZ, S.A. Insetos pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle. In: Milho: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p..157- 170 (EMBRAPA-CPAO: Circular técnica, 5).

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste.12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 23). 2013.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. Neotropical Entomology, v. 39, p. 996–1001, 2010.

BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, G. W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. *Bragantia*, Campinas, v. 72, n. 1, p.61-70, 2013.

BRAGA, N. R.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, J. A. O. A cultura do grão-de-bico. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.47-52, 1992.

BRICK, M. A.; BERRADA, A.; SCHWARTZ, H. F.; KRALL, J. Garbanzo bean producción trials in Colorado and Wyoming. Technical bulletin TB 98-2. USA, p. 27 1998.

BUENO, A. F.; CASTRO, C. O manejo integrado de pragas na cultura do girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, Anais... Londrina: Embrapa Soja, p. 55-64, 2014.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. The old world bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. *Outlooks on Pest Management*, v. 25, n. 4, p. 261–264, 2014.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A. D.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; ZIMMER, P.D.; KOPP, M.M.; BANDEIRA, J.M.; MAGALHÃES, T. R. Análise da estrutura e diversidade molecular de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) associadas às culturas de milho e arroz no Rio Grande do Sul. *Neotropical Entomology*, v. 31, p. 525-529, 2004.

CHANDRA, B. K. N.; RAI, O. S. Two new ornamental host plants of *Heliothis armigera* Hubner in India. *Indian Journal of Horticulture*, v, 31, p. 198, 1974.

CORRÊA, M. P. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil. Imprensa nacional. Rio de Janeiro, v.6, 1984.

CRESPO, A. M.; GONÇALVES, D. C.; SOUZA, M. N.; JUNIOR, J. S. Z.; 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. Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. (Boletim Técnico, 6), p. 20, 2021.

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

CRUZ, I.; VALICENTE, F.H.; SANTOS, J.P.; WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A. Pragas do milho. In.: Cruz I (Eds.) Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 17- 120, 2008.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A; MENDES, S. M. Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 40 p. (Documentos, 150). 2013.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013a.

CZEPAK, C.; ÁVILLA, C. J.; VIVAN, L. M.; ALVERNAZ, K. C.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHIAS, T. Como manejas: Táticas racionais, sustentáveis e integradas, adotadas em conjunto e de forma ampla são o caminho correto do complexo de lagartas Heliiothinae e o enfrentamento dos ataques sucessivos de *Helicoverpa armigera* em lavouras de soja, milho e algodão. Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, n. 171, p. 6-10, 2013b.

DAVIS, F. M., NG, S.S., WILLIAMS, W. P. Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm. Mississippi: MAFES/MSU, 9 p. (Technical Bulletin, 186). 1992.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). Data sheets on quarantine organisms n° 110: *Helicoverpa armigera*. Paris: EPPO, 1981. (Bulletin, 11).

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). Data sheets on quarantine pests: *Helicoverpa armigera*, 2017.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). *Helicoverpa armigera*. 2019. Disponível em: *Helicoverpa armigera* (HELIAR)[World distribution] EPPO Global Database . Acesso em: 26 agos. 2021.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In.: El-Shemy H (Eds.) Soybean – Pest resistance. Cairo: InTech, p. 231-280. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT), 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 01 de junho de 2021.

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n.1, p. 80-88, 2006.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v. 34, p. 17-52, 1989.

GALLO, D.; NAKARO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. 10 ed. Piracicaba: FEALQ, p. 920, 2002.

GAHUKAR, R. T. Population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on rose flowers in central India. Journal of Entomological Research, v. 26, n. 4, p. 265-276, 2002.

GANIGER, P. C.; YESHWANTH, H.M.; MURALIMOHAN, K.; VINAY, N.; KUMAR, A. R. V.; CHANDRASHEKARA, K. Occurrence of the new invasive pest, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in the maize fields of Karnataka, India. Current Science. 2018.

GAUR, P. M.; TRIPATHI, S.; GOWDA, C. L. L.; RANGA RAO, G. V.; SHARMA, H. C.; PANDE, S.; SHARMA, M. Chickpea Seed Production Manual. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Andhra Pradesh, India, p.8-19, 2010.

GAZZONI, D. L. Perspectivas do manejo de pragas. (In: Soja: Manejo Integrado de Insetos e Outros Artrópodes-Praga. C.B. HOFFMANN-CAMPO, CORRÊA FERREIRA B.S., MOSCARDI F. Eds. Embrapa, Brasília), p. 791–829, 2012.

GOERGEN, G.; KUMAR, P.L.; SANKUNG, S.B; TOGOLA, A.; TAMO, M. First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. PLoS ONE. 2016.

GOMES, E. S.; SANTOS, V.; ÁVILA, C. J. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. Entomological Science, v. 20, p. 419-426, 2017.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; PERINI, C. R.; MELLO, A. A.; ROHRIG, A.; STACKE, R. F.; MACHADO, M. R. R. *Helicoverpa armigera*: da invasão ao manejo da soja. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 137-138, p. 24-35, 2013a.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; PERINI, C. R.; ARRUE, A.; ROHRIG, A. Manejar ou perder. Revista Cultivar Grandes Culturas, Pelotas, n. 176, p.12-16, 2013b.

GUO, Y. Y. Progress in the research on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. Acta Entomologia Sinica, Beijing, v. 40, n.1, p. 1-6, 1997.

GUOQING, L.; ZHAOJUN, H.; LILI, M.; XIAORAN, Q.; CHANGKUN, C.; YINCHANG, W. Natural oviposition-deterrent chemicals in female cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). Journal of Insect Pathology, New York, v. 47, n. 9, p. 951-956, 2001.

GURJAR, G. M. G.; KOTKAR, H.; UPASANI, M.; SONI, P.; TAMHANE, M.; KADDOO, N.; GIRI, A.; GUPTA, V. Major Biotic Stresses of Chickpea and Strategies for their Control. Biochemical Sciences Division, National Chemical Laboratory, Pune. 2011. p. 87-134.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Pragas. Embrapa Soja. Brasília, DF, p. 859, 2012.

JAYARAJ, S. Biological and ecological studies of *Heliothis*. In: ICRISAT CENTER. Patancheru (Proceeding of the international workshop on heliothis management), p. 17-28, 1981.

JIN, T.; LIN, Y. Y.; CHI, H.; XIANG, K. P.; MA, G. C.; PENG, Z. Q.; YI, K. X. Comparative Performance of the Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on Various Cereal-Based Artificial Diets. *Journal of Economic Entomology*, v. 113, n. 6, p. 2986-2996, 2020.

KAKIMOTO, T.; FIJISAKI, K.; MIYATAKE, T. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 96, n. 6, p. 793-798, 2003.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspective and contemporary development. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.43, p.243-270, 1998.

KUMAR, S.; SAINI, S. K.; RAM, P. Natural mortality of *Helicoverpa armigera* (Hübner) eggs in the cotton ecosystem. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v. 11, n. 1, p. 17- 25, 2009.

KURBAN, A.; YOSHIDA, H.; IZUMI, Y.; SONODA, S.; TSUMUKI, H. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera*: sensitive stage for photoperiodic induction. *Applied Entomology and Zoology*. Okayama University - Kurashiki, p. 457-460, 2005.

LAMMERS, J.; MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner), p. 18, 2007. Disponível em: <Risicobeoordeling+Pest+Risk+Analysis++Helicoverpa+armigera.pdf>. Acesso em: 21 de out. de 2021.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot; Smith, 1797). *O Biológico*, São Paulo, v. 19, n. 6, p.105-113, 1953.

LIMA FILHO, O. F. de. Pulses e o grão-de-bico: importante mercado mundial para o Brasil.2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48714778/artigo---pulses-e-o-grao-de-bico-importante-mercado-mundial-para-o-brasil>>. Acesso em: 03 de fev. de 2022.

LUGINBIL, P. The fall armyworm. *Technical Bulletin United States*. Department of Agriculture, v. 34, p. 1-91, 1928.

MATTHEWS, M. Heliothinae moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups. Melbourne: CSIRO, p. 320, 1999.

MENSAH, R. K. Supresssion of *Helicoverpa spp.* (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition by use of the natural enemy food supplement Envirofeast. *Australian Journal of Entomology*, Canberra, v. 35, n. 4, p. 323-329, 1996.

MCVAY, K. A.; JHA, P.; CRUTCHER, F. Chickpea Production. Montana State University, p. 8, 2017. Disponível em: <https://aes-swerc.agsci.colostate.edu/wp-content/uploads/sites/92/2019/03/MSU-Extension-Chickpea-Production.pdf>. Acesso em: 25 de set. de 2021.

- MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. *African Entomol*, v. 26, n.2, p. 286–300, 2018.
- MORENO, M.; CUBERO, J. I. Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica*, v.27, p.465-485, 1978.
- MURÚA, G.; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). *Acta Zoológica Mexicana*, v. 20, n.1, p.199-210, 2004.
- MULTANI, J. S.; SOHI, A. S. *Helicoverpa armigera* (Hubner) on carnation, *Dianthus caryophyllus* Linn. in Punjab. *Insect Environment*, v. 8, n. 2, p. 82, 2002.
- MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F.R.; CAZADO, L.E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. *Florida Entomologist*, v. 92, n.2, p. 854-856, 2014.
- NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. (Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic complexity and migration. *Florida Entomologist*, v. 91, n. 4, p. 546-554, 2008.
- NASCIMENTO, W. M. Grão-de-bico: crescimento do mercado externo no Brasil. *Conexão Agro*, 2022. Disponível em: <<https://conexaoagro.com.br/2022/02/14/grao-de-bico-crescimento-do-mercado-externo-no-brasil/>>. Acesso em: 03 de mar. de 2022.
- NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V.; GIORDANO, L. B. Cultivo do grão-de-bico. Gama: CNPH, 1998. 13p. (Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças 14).
- NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. da.; ARTIAGA, O.P.; SUINAGA, F.A. Grão-de-bico. In: Nascimento, W. M. (Ed.). *Hortaliças leguminosas*. Brasília: Embrapa, p.89-118, 2016.
- NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology, Libertyville*, v. 13, n. 1, p.17–26, 2011.
- ÖZER, S.; KARAKÖY, O.; TOKLU, F.; BALOCH, F.S.; KILIAN, B.; ÖZKAN, H. Nutritional and physicochemical variation in Turkish kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces. *Euphytica*, v.175, n.2, p.237-249, 2010.
- PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S.; JADHAV, D. R. *Heliothis* species and their natural enemies, with their potential for biological control. *Proceedings Indian Academy of Sciences*, v. 95, n. 6, p. 695-703, 1986.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. *Entomologist's Gazette*, Wallingford, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.

PEST ALERT. *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), the Old World Bollworm. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. 2015. Disponível em: <https://www.fdacs.gov/ezs3download/download/61696/1411969/Media/Files/Plant-Industry-Files/Pest-Alerts/PEST%20ALERT%20Helicoverpa%20armigera-1.pdf>. Acesso em: 14 de dez. de 2021.

POGUE, M. G. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). *Memoirs of the American Entomological Society*, v. 43, p.1-202, 2002.

POGUE, M. G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 101-105, 2015.

QUEIROGA, V. de P.; GIRÃO, E. G.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Grão de bico (*Cicer arietinum* L.): Tecnologias de plantio e utilização. 1ed. Campina Grande: AREPB, p. 199, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349723431_GRAO_DE_BICO_Cicer_arietinum_L_TECNOLOGIAS_DE_PLANTIO_E_UTILIZACAO. Acesso em: 23 de out. de 2021.

QUEIROZ-SANTOS, L.; CASAGRANDE, M. M.; SPECHT, A. Morphological characterization of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). *Neotropical Entomology*, v. 47, n. 4, p. 517–542, 2018.

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

RAZMJOU. J.; NASERI, B.; HEMATI, S. Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. *Journal of Pest Science*, v. 87, p. 29-37, 2014.

REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. *Bulletin of Entomological Research*, London, v. 56, n. 1, p. 127-140, 1965.

REED, W.; PAWAR, C. S. *Heliothis*: a global problem. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON HELIOTHIS MANAGEMENT, 1982, Patancheru. Proceedings... Patancheru: ICRISAT, 1982. Disponível em: <http://oar.icrisat.org/4046/1/CP_054.pdf>. Acesso em: 12 de nov. 2021.

- SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis* δ - endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the 43 parasitoid *Campoletis chloridae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 126, n. 1, p. 1-8, 2008.
- SALVADORI, J. R.; SUZANA, C. S. Saldo da *Helicoverpa*. *Cultivar Grandes Culturas*, n.187, p. 26-28, 2014.
- SHANOWER, T. G.; ROMEIS, J. Insect pests of pigeonpea and their management. *Annual Review of Entomology*, p. 77-96, 1999.
- SILVA, I. F.; BALDIN, E. L. L.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUESPECHT, V. F.; MORANDO, R.; PAULA-MORAES, S. V. Biotic potential and life table of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) from three brazilian regions. *Neotropical Entomology*, v. 47, n. 3, p. 344-351, 2018.
- SILVA, D. M. da.; BUENO, A. F.; ANDRADE, K.; STECCA, C. S.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources, *Scientia Agricola*, v. 74, n.1, p. 18–31, 2017.
- SINGH, V. K.; KHAN, A. W.; JAGANATHAN, D.; THUDI, M.; ROORKIWAL, M.; TAKAGI, H.; GARG, V.; KUMAR, V.; CHITIKINENI, A.; GAUR, P. M.; SUTTON, T.; TERAUCHI, R.; VARSHNEY, R. K. QTL-seq for rapid identification of candidate genes for 100-seed weight and root/total plant dry weight ratio under rainfed conditions in chickpea. *Plant biotechnology journal*, v.14, n.11, p.2110-2119, 2016.
- SINGH, K. B.; SAXENA, M. C. Chickpeas. *The Tropical Agriculturalist Series*. CTA/Macmillan/ICARDA. London: Macmillan Education Ltd. UK, p.134, 1999.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja. 3.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014.
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. BOTTON, M.; ZENKER, M. M.; AZEVEDO-FILHO, W. S. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 101-104, 2016.
- STEVENSON, P.C.; D’CUNHA, R.F.; GRZYWACZ, D. Inactivation of *Baculovirus* by Isoflavonoids on *Chickpea* (*Cicer arietinum*) Leaf Surfaces Reduces the Efficacy of Nucleopolyhedrovirus Against *Helicoverpa armigera*. *Journal of Chemical Ecology*, v. 36, n. 2, p. 227-235, 2010.
- SULLIVAN, M.; MOLET, T. CPHST. Pest Datasheet for *Helicoverpa armigera*. USDA-APHIS-PPQ-CPHST. Revised April, Chicago, p. 1-17, 2014.

THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; PEREIRA, E. J. G.; DEGRANDE, P. E. *Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso. Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2013. (Circular Técnica, 5).

TRUZI, C. C. *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): Dieta artificial, produtos para controle e efeitos em polinizadores. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de São Paulo. Jaboticabal, p.156, 2020.

TRUZI, C. C.; VIEIRA, N. F.; LAURENTIS, V. L. de; VACARI, A. M.; BORTOLI, S. A. de. Development and feeding behavior of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different sunflower genotypes under laboratory conditions. *Arthropod-plant Interactions*. Dordrecht: Springer, v. 11, n. 6, p. 797-805, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/163453>>. Acesso em: 02 de nov. de 2021.

VALICENTE, F.H. Manejo integrado de pragas na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 13 p. (Circular Técnica, 208). 2015.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? *Australian Journal of Zoology*, Melbourne, v. 34, n. 6, p. 779-814, 1986.

CAPÍTULO I

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Helicoverpa armigera* (Hübner) E *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA DO GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)

Giovane Franco Rodrigues¹, Ivana Fernandes da Silva¹, Crébio José Ávila²

¹Programa de Pós-Graduação e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agropecuária Oeste), Dourados, MS, Brasil

Autor correspondente: giovanerodrigues09@hotmail.com

Resumo

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) está entre as leguminosas mais consumidas do mundo, principalmente nos países do continente asiático. *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* são pragas polífitas com ampla capacidade de distribuição e que causam sérios danos a diversos cultivos agrícolas, dentre os quais o grão-de-bico. Diante disso, determinou-se a flutuação populacional de *H. armigera* e *S. frugiperda* na cultura do grão-de-bico e a sua correlação com fatores climáticos no ambiente de amostragem. Para tanto, o grão-de-bico foi cultivado a campo, utilizando-se uma área de aproximadamente 0,8 hectares. O monitoramento dos insetos adultos de *H. armigera* e *S. frugiperda*, ocorreu empregando-se armadilhas do tipo delta iscadas com os feromônios sexuais destas duas espécies. As lagartas foram também amostradas através do pano de batida, em pontos aleatórios na área cultivada com grão-de-bico. Os resultados mostraram que *H. armigera* ocorreu praticamente durante todo o ciclo fenológico do grão-de-bico, com seus picos populacionais sendo observados na fase reprodutiva da cultura. Os valores de amostragem de adultos e de lagartas de *H. armigera* apresentaram correlação positiva com os valores registrados de temperaturas mínimas e máximas, enquanto que para a umidade relativa do ar, foi constatada correlação negativa. Em adição, os valores de lagartas amostradas no pano de batida apresentaram relação significativa com os valores de adultos capturados nas armadilhas de feromônio, indicando um aumento na quantidade de lagartas na medida que a população de adultos cresce. Já *S. frugiperda* apresentou também a população de adultos ocorrendo durante todo o ciclo da cultura, porém a população de lagartas foi baixa e não apresentou correlações com os fatores climáticos registrados. Não houve também correlação do número de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio com a quantidade de lagartas de *S. frugiperda* amostradas. Os resultados obtidos nesta pesquisa poderão auxiliar no manejo integrado dessas duas espécies na cultura do grão-de-bico, principalmente para *H. armigera*, em que a captura de adultos apresentou relação significativa com o número de lagartas, podendo a espécie ser monitorada também com o uso de armadilhas na cultura do grão-de-bico.

Palavras chave: Amostragem, correlação, fatores climáticos.

CHAPTER I

POPULATION FLUCTUATION OF *Helicoverpa armigera* (Hübner) AND *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ON CHICKPEA CROP (*Cicer arietinum* L.)

Abstract

Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) are among the most consumed legumes in the world, especially in countries on the Asian continent. *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera frugiperda* are polyphagous pests with wide distribution capacity and that cause serious damage to several agricultural crops, including chickpeas. Therefore, we determined the population fluctuation of *H. armigera* and *S. frugiperda* in chickpea culture and its correlation with climatic factors in the sampling environment. For this purpose, chickpea was grown in the field, using an area of approximately 0.8 hectares. The monitoring of adult insects of *H. armigera* and *S. frugiperda*, occurred using delta-type traps baited with the sex pheromones of these two species. The caterpillars were also sampled using a rag, at random points in the area cultivated with chickpeas. The results showed that *H. armigera* occurred practically during the entire phenological cycle of chickpea, with its population peaks being observed in the reproductive phase of the crop. The sampling values of adults and caterpillars of *H. armigera* showed positive correlation with the recorded values of minimum and maximum temperatures, while for relative humidity, a negative correlation was found. In addition, the values of caterpillars sampled on the rag showed a significant relationship with the values of adults captured in the pheromone traps, indicating an increase in the amount of caterpillars as the adult population grows. *S. frugiperda* also showed a population of adults occurring throughout the entire cycle of the crop, but the caterpillar population was low and showed no correlation with the climatic factors recorded. There was also no correlation between the number of moths captured in the pheromone traps and the number of *S. frugiperda* caterpillars sampled. The results obtained in this research may help in the integrated management of these two species in chickpea culture, especially for *H. armigera*, in which the capture of adults showed a significant relationship with the number of caterpillars, and the species can also be monitored with the use of traps in chickpea culture.

Key words: Sampling, correlation, climatic factors.

Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é considerado uma das leguminosas mais importantes entre os grãos alimentares em todo o mundo (ERLER et al., 2009). Seu ciclo é anual, podendo ser cultivado sob uma grande variedade de climas, desde o subtropical até o árido e semiárido do mediterrâneo (NASCIMENTO et al., 2016). Em 2019 a produção mundial de grão-de-bico foi de 14,2 milhões de toneladas, onde a Índia se destaca como maior produtor do mundo com 9.937.990 toneladas, sendo responsável por 69,7% da produção global de grão-de-bico (FAOSTAT, 2019).

A produção brasileira de grão-de-bico é escassa e não atende à demanda do consumo interno, sendo necessária a importação de outros países produtores como a Argentina e México (ARTIAGA et al., 2015; NASCIMENTO et al. 2016). Todavia, o Brasil possui condições territoriais, climáticas e tecnológicas que podem elevar a produção de grão-de-bico, sendo alguns dos entraves, a escassez de conhecimentos fitotécnicos e fitossanitários sobre o seu cultivo, incentivos fiscais e a própria disponibilidade de sementes. Para obtenção de uma boa produtividade é necessário o conhecimento de vários fatores que estão envolvidos no ambiente na qual a cultura está inserida, como exemplo, o manejo eficaz do solo, doenças, pragas e plantas daninhas. Dentre esses desafios, podemos destacar o manejo de pragas e ressaltar a importância do entendimento do comportamento dos insetos na cultura do grão-de-bico ao longo do espaço e do tempo, ou seja, a sua flutuação populacional. Entre as principais pragas polífagas que atacam anualmente diferentes cultivos, estão as espécies *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), as quais têm distribuições cosmopolitas e elevada capacidade de se desenvolverem em uma ampla gama de hospedeiros, como a cultura do grão-de-bico (CARVALHO et al., 2013; CUNNINGHA; ZALUCKI, 2014).

Os prejuízos causados por *H. armigera* e *S. frugiperda* às culturas são significativos e estão relacionados aos danos provocados pelas lagartas aos órgãos vegetativos e reprodutivos das plantas. Lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda* se alimentam de folhas, flores, vagens e frutos de culturas agrícolas em geral (SARWAR et al., 2009, PRATISSOLI et al., 2015; MONTEZANO et al., 2018).

Normalmente para o monitoramento de pragas utiliza-se como estratégia a captura de insetos adultos através de armadilhas adesivas iscadas com o feromônio sexual, atraindo principalmente os machos das espécies monitoradas (BAKER et al., 2011). Para

monitorar lagartas e fazer uma observação precisa sobre a real densidade populacional das pragas no campo é utilizado o pano de batida (CORRÊA-FERREIRA, 2012).

Os dados referentes aos insetos adultos capturados em armadilhas, juntamente com o conhecimento do nível da infestação de imaturos ou do dano da praga na cultura, servem de base para o desenvolvimento de modelos de previsão de infestação quando se faz uma correlação entre estes parâmetros de amostragens (PRASANNAKUMAR et al., 2009; NEVES et al., 2018). Diversos fatores podem estar relacionados à flutuação populacional de adultos de lepidópteros no campo, dentre eles, os climáticos tais como temperatura e umidade relativa do ar.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a flutuação populacional de adultos e de lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda* ao longo do ciclo da cultura do grão-de-bico, bem como correlaciona-la com os fatores climáticos presentes no ambiente de amostragem.

Material e Métodos

Monitoramento de adultos com armadilhas de feromônio

A cultura do grão-de-bico, cultivar “BRS Aleppo”, foi instalada na estação experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (22°14’S 54°49’W), em Dourados-MS, no mês de abril do ano de 2021. Foi utilizado uma área de aproximadamente 0,8 hectares, seguindo as recomendações de adubação e tratos culturais recomendados para a cultura (NASCIMENTO et al., 2016). Após 30 dias da semeadura a área foi limpa por meio da capina manual para que não ocorresse interferência de plantas daninhas no desenvolvimento da cultura.

Para monitorar a flutuação populacional de adultos de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram instaladas na área seis armadilhas do tipo delta, iscadas com feromônio sexual específico para ambas as espécies, sendo utilizado três armadilhas para cada espécie. As armadilhas foram instaladas aos 15 dias após a semeadura do grão-de-bico, sendo as mesmas suspensas com arame e presas em estacas a 1 metro do solo, onde ficaram dispostas na área experimental distanciadas cerca de 25 metros uma da outra. As avaliações para contagem de adultos capturados e a troca dos pisos adesivos das armadilhas foram realizadas semanalmente enquanto os septos dos feromônios foram trocados a cada 21 dias.

Monitoramento de lagartas com o pano de batida

O monitoramento de lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda* com o pano de batida, foi iniciado juntamente com o monitoramento de adultos nas armadilhas, sendo utilizadas 10 unidades amostrais em locais escolhidos aleatoriamente na área. A identificação e contagem das lagartas amostradas foram feitas no campo e quando não foi possível, as mesmas foram levadas para o laboratório de fitossanidade da Embrapa Agropecuária Oeste para identificação. As avaliações foram feitas semanalmente e seguiram até o fim da cultura no campo, com duração de 23 semanas. Ressalta-se que a cultura do grão-de-bico não foi submetida a nenhum tratamento químico ou biológico, para não influenciar a incidência natural dos insetos na área de amostragem.

Fatores climáticos correlacionados

Os fatores climáticos utilizados foram: temperatura mínima e máxima, umidade relativa e precipitação pluviométrica. Ressaltando que foram utilizadas as médias de cada semana de avaliação para as temperaturas (mínima e máxima) e umidade relativa, enquanto que, para a precipitação pluviométrica foram utilizadas as somatórias de cada semana. Correlacionou-se insetos adultos com lagartas amostradas, e ambos com dados climáticos provenientes da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste (GUIA CLIMA, 2021).

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e correlacionados através do coeficiente de Pearson. Também foi realizada a análise de regressão, tendo o número de lagartas como variável dependente e o número de mariposas como variável independente, selecionando-se assim o melhor modelo de ajuste, comparado pelo teste F a 5% de probabilidade. As análises foram feitas através do programa R 4.1.1 (R CORE TEAM, 2021).

Resultados

Os primeiros adultos e lagartas *H. armigera* foram observadas na 2ª semana de avaliação, correspondendo a 29 dias após a semeadura (DAS) do grão-de-bico e continuaram relativamente baixos até a 15ª semana (Figura 1). Ressaltando que na 11ª semana de avaliação (92 DAS), correspondendo ao período de floração, foi observado uma queda acentuada na população tanto dos adultos nas armadilhas quanto das lagartas amostradas na cultura, chegando a zero indivíduos nas amostragens nesta época de avaliação. A partir da 11ª semana o número de lagartas e de mariposas começou a ter um incremento nas avaliações, voltando a cair novamente na 15ª semana (Figura 1). Em seguida, a população de mariposas e de lagartas teve um acentuado aumento populacional, com picos na 19ª semana de avaliação (148 DAS), correspondendo ao final do período de enchimento de grãos da cultura (Figura 1). Posteriormente, foi observado uma queda gradativa na população de mariposas e lagartas de *H. armigera* na cultura do grão-de-bico, chegando a praticamente nula ao final das avaliações (Figura 1).

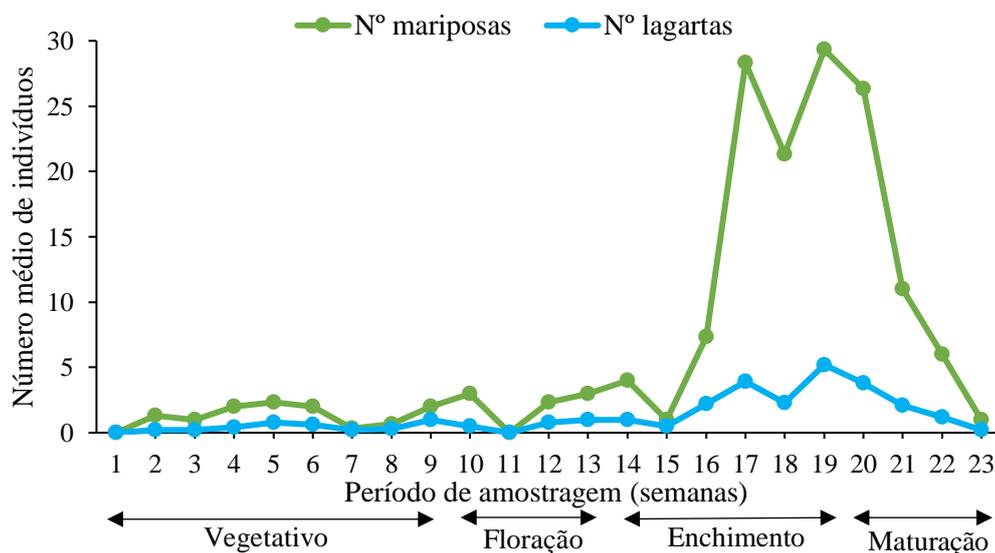


Figura 1. Flutuação populacional de mariposas e de lagartas de *H. armigera* na cultura do grão-de-bico, durante 23 semanas de amostragens. Dourados, MS. 2021.

Foram constatadas correlações positivas entre os valores de lagartas e adultos de *H. armigera* capturados nas armadilhas com os registros de temperaturas mínima e máxima (Tabelas 1 e 2). Diferentemente, os valores registrados de umidade relativa apresentaram correlações negativas com os valores de capturas de mariposas e lagartas

amostradas (Tabelas 1 e 2). Já para a precipitação pluviométrica não foi observada correlação significativa entre a quantidade de lagartas e adultos capturados na cultura do grão-de-bico (Tabelas 1 e 2).

Os valores de lagartas de *H. armigera* amostradas apresentaram correlação positiva com a quantidade de adultos coletados nas armadilhas, sendo esta relação ajustada no modelo de regressão linear (Figura 2).

Tabela 1. Fatores climáticos registrados durante o período de amostragem de adultos e de lagartas de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* na cultura do grão-de-bico. Dourados, MS, 2021.

Período de amostragem (semanas)	Avaliação	Temperatura (C°)		Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
		Mínima	Máxima		
1 ^a	28/04/2021	13,8	29,0	68,3	24,1
2 ^a	05/05/2021	14,5	27,8	60,6	0,0
3 ^a	12/05/2021	14,8	26,1	69,1	0,0
4 ^a	19/05/2021	15,1	27,6	77,3	2
5 ^a	26/05/2021	18,3	28,8	59,3	2,2
6 ^a	02/06/2021	16,8	29,1	74,3	32
7 ^a	09/06/2021	13,7	23,4	75,9	39,5
8 ^a	16/06/2021	12,1	20,2	87,1	91,1
9 ^a	23/06/2021	14,1	25,5	84,7	0,3
10 ^a	29/06/2021	12,2	23,6	74,6	1,4
11 ^a *	07/07/2021	6,57	28,7	78,4	0,0
12 ^a	14/07/2021	11,3	24,5	48,6	0,0
13 ^a	21/07/2021	10,9	30,0	65,4	0,9
14 ^a	28/07/2021	11,8	21,1	45,7	0,7
15 ^a *	04/08/2021	6,37	29,7	50,4	0,0
16 ^a	11/08/2021	13,4	29,4	50,3	0,0
17 ^a	18/08/2021	20,1	36,3	40,3	0,0
18 ^a	25/08/2021	18,5	26,5	29,8	0,0
19 ^a	01/08/2021	19,8	34,1	71,3	45,9
20 ^a	08/09/2021	19,5	31,5	45,6	3,1
21 ^a	15/09/2021	20,4	35,5	53,1	6,3
22 ^a	22/09/2021	20,9	37,7	62,3	39,6
23 ^a	29/09/2021	20,6	37,1	55,6	0,4
Média geral		15,02	28,83	62,08	12,58

*geadas: 0.3 °C (30/06/21); 2.1°C (01/07/21); 0.2 °C (29/07/21); 0.5 °C (30/07/21)

■ Vegetativo ■ Floração ■ Enchimento ■ Maturação

Tabela 2: Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre fatores climáticos, capturas de mariposas machos com feromônio sexual e a densidade populacional de lagartas de *Helicoverpa armigera* amostradas com o pano de batida na cultura grão-de-bico. Dourados, MS, 2021.

<i>Helicoverpa armigera</i>	T C° mínima	T C° máxima	Umidade relativa	Precipitação
Mariposa	0,576*	0,440*	-0,504*	-0,013 ^{ns}
Lagarta	0,534*	0,456*	-0,428*	0,019 ^{ns}

*Correlação é significativa no nível 0,05.

^{ns} Não-significativo.

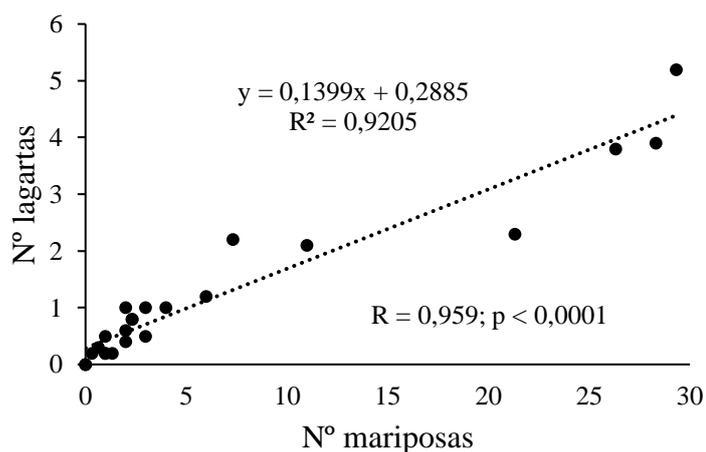


Figura 2. Relação entre o número de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio e de lagartas de *H. armigera* amostradas com o pano de batida na cultura do grão-de-bico. Dourados, MS. 2021.

Com relação ao monitoramento de *S. frugiperda* verificou-se que os primeiros adultos capturados nas armadilhas de feromônio foram coletados em relativamente alta população já na 1ª semana de avaliação (Figura 3). Nas duas semanas seguintes (2ª e 3ª) foi observada uma queda na quantidade de adultos e a partir da 4ª semana começou a subir novamente, voltando a cair na 11ª semana, quando nenhum inseto adulto foi capturado nas armadilhas (Figura 3). Posteriormente, a quantidade de mariposas de *S. frugiperda* passou a aumentar nas semanas subsequentes, atingindo o maior pico populacional na 19ª semana de avaliação. A partir da 20ª semana a população de mariposas começou a cair consistentemente, até o término das avaliações no campo (Figura 3).

As primeiras lagartas de *S. frugiperda* amostradas com o pano de batida foram encontradas na 6ª semana de avaliação (0,6 lagartas). Mesmo assim, a população de lagartas foi baixa praticamente durante todo o período de avaliação (Figura 3).

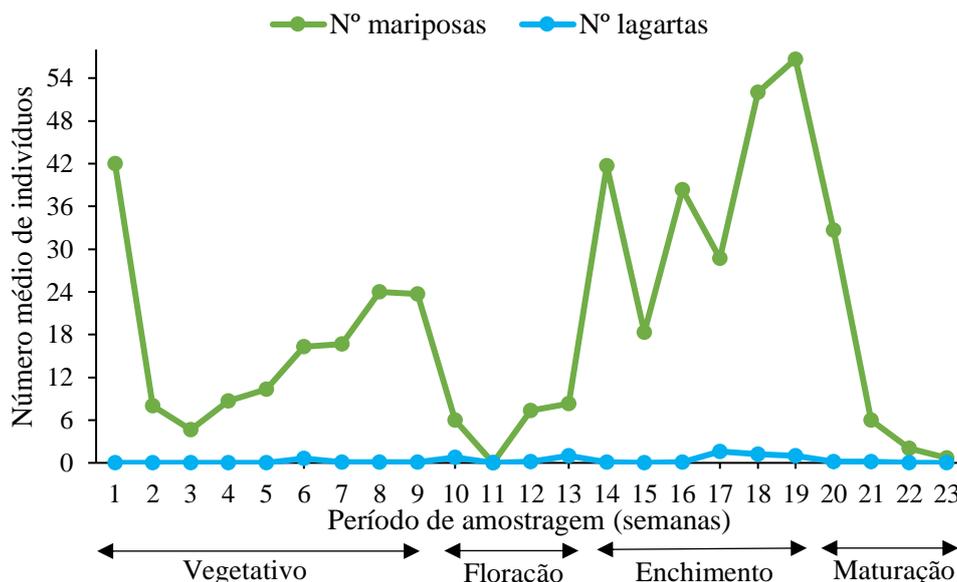


Figura 3. Flutuação populacional de mariposas e de lagartas de *S. frugiperda* na cultura do grão-de-bico, durante 23 semanas de amostragens. Dourados, MS. 2021.

Para os valores de amostragens de adultos e de lagartas de *S. frugiperda* na cultura do grão-de-bico não houve correlação significativa com nenhum dos fatores climáticos registrados (Tabela 3). Da mesma forma, a quantidade de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio não apresentou relação significativa com o número médio de lagartas amostradas (Figura 4).

Tabela 3. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre fatores climáticos, capturas de mariposas machos com feromônio sexual e a densidade populacional de lagartas de *Spodoptera frugiperda* amostradas com o pano de batida na cultura grão-de-bico.. Dourados, MS, 2021.

<i>Spodoptera frugiperda</i>	T C° mínima	T C° máxima	Umidade relativa	Precipitação
Mariposa	0,157 ^{ns}	-0,107 ^{ns}	-0,316 ^{ns}	0,186 ^{ns}
Lagarta	0,272 ^{ns}	0,201 ^{ns}	-0,310 ^{ns}	-0,041 ^{ns}

^{ns} Não-significativo.

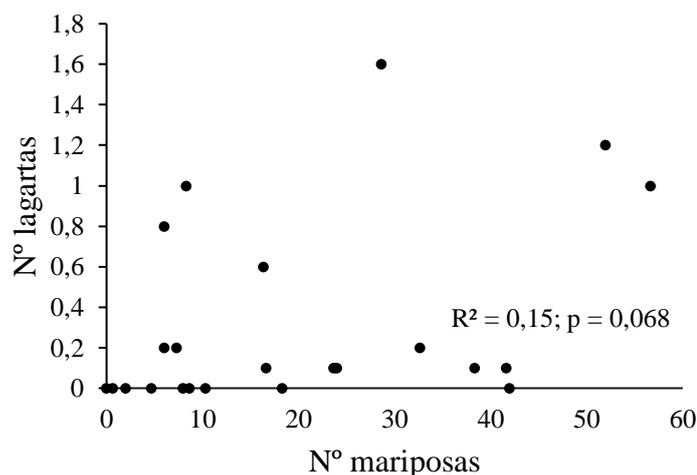


Figura 4. Relação entre o número de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio e de lagartas de *S. frugiperda* amostradas com o pano de batida na cultura do grão-de-bico. Dourados, MS. 2021.

Discussão

A flutuação populacional de adultos e lagartas de *H. armigera* no presente trabalho ocorreu desde a 2ª semana de avaliação e persistiu praticamente durante todo o ciclo da cultura do grão-de-bico. Gautam et al. (2018) observaram valores semelhantes na flutuação de lagartas de *H. armigera* em grão-de-bico, onde as mesmas foram observadas a partir da terceira semana de avaliação. Na 11ª semana de avaliação, no período de floração da cultura, não foram observadas mariposas nas armadilhas e nem lagartas amostradas no campo. Isso ocorreu devido as condições climáticas nesta semana, quando foram registradas temperaturas próximas à 0° C (GUIA CLIMA, 2021), com ocorrências de geadas no mês de junho. Nesta semana, o efeito climático também foi observado para as amostragens de lagartas e especialmente adultos de *S. frugiperda*, onde não foram registrados indivíduos.

A temperatura é um dos fatores ambientais que interfere diretamente na população de insetos, pois estes não possuem um sistema de termo regulação (BALE et al., 2002). Em condições de temperaturas desfavoráveis, principalmente baixas, alguns insetos apresentam diapausa, ou seja, interrompem seu desenvolvimento (RODRIGUES, 2004). *H. amigera* entra em diapausa pupal facultativa em temperaturas abaixo de 20° C quando associada com fotoperíodos curtos (CHEN et al., 2014). Mudanças climáticas

drásticas podem também afetar negativamente o desenvolvimento de *S. frugiperda* (SALVADOR et al., 2012). Isso explica a não captura de adultos e de lagartas de nenhuma das espécies na 11ª semana. No fim do mês de julho foram registradas novamente temperaturas próximas à 0° C, correspondendo entre a 14ª e 15ª semanas de avaliação, quando foram observadas novas reduções na população de adultos e lagartas tanto de *S. frugiperda* quanto de *H. armigera*, mas não chegando a zero indivíduos, pois as avaliações foram feitas 4 dias após a geada.

A população de *H. armigera* se manteve baixa até a 15ª semana de avaliação, mas a partir da 16ª semana (127 DAS), a população de mariposas e de lagartas passou a aumentar na mesma proporção. Isso ocorreu provavelmente devido ao fato do grão-de-bico estar na sua fase reprodutiva, na fase de formação e enchimento das vagens, estruturas preferidas para a alimentação desta espécie. Nesta fase reprodutiva do grão-de-bico foram observados os picos populacionais de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio e de lagartas no pano de batida, correspondendo a 19ª semana de avaliação. Kumar e Bisht (2013) relataram que a maior ocorrência de lagartas de *H. armigera* foi no período de formação das vagens, resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Em outro estudo, o pico populacional de mariposas e de lagartas de *H. armigera* foi também observado na fase reprodutiva do grão-de-bico (SHARMA et al., 2012). Nesta pesquisa, a população de *H. armigera* foi reduzindo a partir da 20ª semana, devido ao processo de maturação fisiológica da cultura do grão-de-bico, quando o alimento se torna menos atrativo para as lagartas.

As correlações positivas entre adultos e lagartas de *H. armigera* com as temperaturas mínimas e máximas no presente estudo mostraram evidências de que a medida que a temperatura ambiente aumenta, até um certo ponto, a população da praga também cresce. Alves (2017), relatou que em temperaturas abaixo de 15 °C e acima de 30 °C reduzem a sobrevivência de *H. armigera* para a próxima geração, sendo esse intervalo considerado bom para o desenvolvimento biológico da espécie. Nesta pesquisa foram registradas médias gerais para temperatura mínima e máxima de 15,02 e 28,83 °C, influenciando positivamente no crescimento populacional de *H. armigera*. Em estudo, Sharma et al. (2012) observaram também valores positivos para correlação de ocorrência de mariposas e lagartas de *H. armigera* com temperaturas mínimas e máximas na cultura do grão-de-bico, à semelhança do observado neste trabalho.

Para umidade relativa foram observados valores de correlação negativa com a quantidade de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio e lagartas de *H.*

armigera amostradas com o pano de batida, evidenciando que quando ocorre o aumento da umidade relativa há uma diminuição no número de adultos e de lagartas amostradas no campo. Isso ocorre provavelmente, pelo fato de valores elevados de umidade relativa favorecerem a ocorrência de fungos entomopatogênicos, reduzindo assim a sua ocorrência na área. Além disso, quando a ocorrência de chuvas for em excesso, os insetos podem ser afetados negativamente, como por exemplo, perturbações no voo, redução na eficiência de forrageamento (PENG et al., 1992; DRAKE, 1994; KASPER et al., 2008). Com resultados semelhantes, Sharma et al. (2012) registraram correlações negativas entre a ocorrência de lagartas e adultos de *H. armigera* com a umidade relativa do ar. Em outro estudo, Kumar et al. (2018) também observaram valores negativos para essa correlação. Entretanto, no presente trabalho não foi constatada correlação para precipitação pluviométrica com as amostragens de adultos e de lagartas de ambas as espécies estudadas, indicando que a chuva não afetou diretamente as populações das espécies, mas sim indiretamente com o aumento da umidade relativa do ar.

A correlação entre mariposas e lagartas de *H. armigera* coletadas mostrou-se positiva, indicando que quando a população de mariposas aumenta o número de lagartas presente na cultura acompanha este crescimento. Sendo assim, o monitoramento de adultos poderia ser utilizado como um parâmetro para a tomada de decisão visando o controle de lagartas desta espécie na cultura do grão-de-bico. Resultados semelhantes foram encontrados por Sharma et al. (2012), os quais observaram que o aumento da captura de mariposas de *H. armigera* nas armadilhas de feromônio coincidiu com o aumento populacional de lagartas. Através da análise de regressão linear foi possível verificar que o número de mariposas está associado a um aumento do número de lagartas, onde a cada uma mariposa, o número de lagartas aumenta, em média, 0,14.

Para *S. frugiperda* foi observado uma grande captura de mariposas durante todo o ciclo do grão-de-bico, mas isso não influenciou na quantidade de lagartas amostrada no campo, onde foi constatado um número baixo durante todo o período de amostragem na cultura. A obtenção de uma grande quantidade de mariposas machos de *S. frugiperda* nas armadilhas com feromônio pode ser explicada pelo fato da ocorrência de outras culturas no entorno da área cultivada com grão-de-bico, plantas essas hospedeiras da praga como o milho (*Zea mays* L.). A baixa incidência de lagartas de *S. frugiperda* no grão-de-bico pode ser devido à interferência de outras culturas próximas a área, como o milho, já que o mesmo é hospedeiro da praga. Pode ser explicado também pela inadequada adaptação

inicial da praga à essa cultura ou a presença de compostos deterrentes e/ou antibióticos na composição da planta.

Verificou-se ausência de correlação entre a quantidade de mariposas capturadas nas armadilhas de feromônio e o número de lagartas de *S. frugiperda* amostradas com o pano de batida, já que o número de lagartas amostradas nas plantas não acompanhou adequadamente o aumento populacional de adultos capturados nas armadilhas. Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se inferir que para o monitoramento desta espécie com armadilhas de feromônio e pano de batida na cultura do grão-de-bico, não foram eficientes. Ressalta-se que devem ser realizados mais estudos de monitoramento de *S. frugiperda* na cultura para ser estabelecida uma melhor tomada de decisão.

Devido as intempéries climáticas ocorridas durante o transcorrer do trabalho, isso acabou ocasionando perdas para as plantas de grão-de-bico, principalmente com as geadas nos períodos de floração e enchimento de grãos, com o mesmo abortando boa parte das estruturas reprodutivas. Entretanto, o grão-de-bico é uma cultura de ciclo indeterminado, e o seu crescimento e florescimento ocorrem de forma escalonada, e o mesmo conseguiu emitir novas flores e vagens férteis. Isto resultou também no prolongamento do ciclo da cultura, que normalmente seria de 120 a 140 dias, no presente trabalho foi de 172 dias.

Conclusões

A população de *H. armigera* ocorre desde a fase vegetativa até a maturação do grão-de-bico, com seu pico populacional na fase reprodutiva da cultura.

O aumento de temperatura, desde que dentro de uma faixa adequada, aumenta a população de adultos e lagartas de *H. armigera*. Enquanto, o aumento da umidade relativa do ar, reduz a população da espécie.

A captura de adultos de *H. armigera* com armadilhas iscadas com seu feromônio sexual pode ser utilizada para elaborar uma estimativa do número de lagartas na cultura do grão-de-bico.

A espécie *H. armigera* ocorre em maior abundância na cultura do grão-de-bico neste trabalho, quando comparada a *S. frugiperda*.

Referências bibliográficas

ALVES, C. A. Impacto de diferentes temperaturas nas características biológicas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) durante três gerações. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade de São Paulo. Botucatu, p. 51. 2017.

ARTIAGA, O. P.; SPEHARL, C. R.; BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, n. 1, p. 102–109. 2015.

BALE J.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I. D.; AWMACK, C.; BEZEMER, T. M.; BROWN, V. K.; BUTTERFIELD, J.; BUSE, A.; COULSON, J. C.; FARRAR, J.; GOOD, J. E. G.; HARRINGTON, R.; HARTLEY, S.; JONES, T. H.; LINDROTH, R. L.; PRESS, M. C.; SYMRNIUDIS, I.; WATT, L. D.; WHITTAKER, J. B. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, v. 8, n. 1, p. 1–16. 2002.

BORTOLOTTI, O. C.; FERNANDES, A. P.; BUENO R. C. O. F.; BUENO, A. F.; KRUZ, Y. K. S.; QUEIROZ, A. P.; SANZOVO, A.; FERREIRA, R. B. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. *Agronomy Science and Biotechnology*, v. 1, n. 1, p. 25-32, 2015.

CARVALHO, R. A.; OMOTO, C.; FIELD, L. M.; WILLIAMSON, M. S.; BASS, C. Investigating the molecular mechanisms of organophosphate and pyrethroid resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *PLoS One*, v. 8, n. 4, p. e62268, 2013.

CHEN, C.; XIA, Q. W.; XIAO, H. J.; XIAO, L.; XUE, F. S. A Comparison of the LifeHistory Traits between Diapause and Direct Development Individuals in the Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Science*, v. 14, n. 1, p. 14-19, 2014.

CORRÊA-FERREIRA, B. Amostragem de pragas da soja. In: HOFFMANN, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed). Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-Praga. Brasília, DF: Embrapa. 2012, p. 631-672.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. (2014). Understanding Heliiothine (Lepidoptera: Heliiothinae):What is a host plant? *Journal of Economic Entomology*, v.107, n. 3, p. 881–896, 2014.

DRAKE, V. The influence of weather and climate on agriculturally important insects: an Australian perspective. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 45, n. 3, p. 487-509, 1994.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de Produção 15: Tecnologias de produção de soja - da região central do Brasil 2012 e 2013. Embrapa Soja, p. 264, 2011.

ERLER, F.; CEYLAN, F.; ERDEMIR, T.; TOKER, C.; LIU, T. X. Preliminary results on evaluation of chickpea, *Cicer arietinum*, genotypes for resistance to the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. Journal of Insect Science, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAOSTAT), 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 01 de jun. de 2021.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* in relation to agroecosystems. Annual Review of Entomology. v. 34, p.17-52,1989.

GAUTAM, M. P.; CHANDRA, U.; YADAV, S. K.; JAISWAL, R.; GIRI, S. K.; SINGH, S. N. Studies on population dynamics of gram pod borer *Helicoverpa armigera* (Hubner) on chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Entomology and Zoology Studies. v. 6, n.1, p. 904-906, 2018.

GUIA CLIMA. Embrapa Agropecuária Oeste, 2021. Disponível em: <https://clima.cpao.embrapa.br/>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

KASPER M. L.; REESON A. F.; MACKAY D. A.; AUSTIN A. D. Environmental factors influencing daily foraging activity of *Vespula germanica* (Hymenoptera, Vespidae) in Mediterranean Australia. Insectes Sociaux, v. 55, n. 3, p. 288-295, 2008.

KUMAR, P.; AHMAD, M. A.; KUMARI, L.; KUMAR, R.; KUMAR, A.; SINGH, A. Population dynamics of gram pod borer (*Helicoverpa armigera* Hübner) on chickpeas. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. v. 7, n. 5, p. 967-969, 2018.

KUMAR, L.; BISHT, R. S. Population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hubner) on chickpea crop. Pantnagar Journal of Research. v. 11, n.1, p. 35-38, 2013.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. Entomological Society of Southern Africa, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. da.; ARTIAGA, O.P.; SUINAGA, F.A. Grão-de-bico. In: Nascimento, W. M. (Ed.). Hortaliças leguminosas. Brasília: Embrapa, p.89-118, 2016.

NEGAHBAN, M.; SEDARATIAN-JAHROMI, A.; GHANEE-JAHROMI, M.; HAGHANI, M. Monitoring of an Iranian population of *Grapholita funebrana* TreiTschke, 1835 (Lepidoptera: Tortricidae) using sex pheromone traps: An applicable procedure for sustainable management. Entomofauna-Zeitschrift für Entomologie, v.37, n.14, p. 241-252, 2016.

NEVES, R.C.S.; TORRES, J.B.; BARROS, E.M.; VIVAN, L.M. V. Boll weevil within season and off-season activity monitored using a pheromone-and-glue reusable tube trap. Scientia Agricola, v. 75, n. 4, p. 313-320, 2018.

PRASANNAKUMAR, N.; CHAKRAVARTHY, A.; KUMAR, L. V. Relationship between pheromone trap catches and field damage of selected lepidopterous pests on vegetable crops. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, v. 15, p. 63-67, 2009.

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 101-105, 2015.

PENG, R. K.; FLETCHER, C. R.; SUTTON, S. L. The effect of microclimate on flying dipterans. *International Journal of Biometeorology*, v. 36, n. 2, p. 69-76, 1992.

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

SALVADOR, M. C.; MOSCARDI, F.; DE OLIVEIRA, M. C. N.; VIEIRA, S. S.; GRAÇA, J. P.; JANEGITZ, T.; UEDA, T. E.; SOUZA, M, A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Influência de diferentes temperaturas sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24., 2012.

SHARMA, P. K.; KUMAR, U.; VYAS, S.; SHARMA, S.; SHRIVASTAVA, S. Monitoring Of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) Through Pheromone Traps In Chickpea (*Cicer Arietinum*) Crop And Influence Of Some Abiotic Factors On Insect Population. *Journal of Environmental Science*. v.1, n.5, p. 44-46, 2012.

SARWAR, M.; AHMAD, N.; TOUFIQ, M. Host plant resistance relationships in chickpea (*Cicer arietinum* L.) against gram pod borer (*Helicoverpa armigera* Hubner). *Pakistan Journal of Botany*. v. 41, n. 6, p. 3047-3052, 2009.

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009.

CAPÍTULO II

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Helicoverpa armigera* (Hübner) E *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)

Giovane Franco Rodrigues¹, Ivana Fernandes da Silva¹, Crébio José Ávila²

¹Programa de Pós-Graduação e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Agropecuária Oeste), Dourados, MS, Brasil

Autor correspondente: giovanerodrigues09@hotmail.com

Resumo

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa amplamente consumida no mundo, principalmente nos países de origem asiática. No Brasil, a demanda é complementada por importações, uma vez que a produção é insuficiente para atender a demanda nacional. *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) são importantes pragas agrícolas e com ampla adaptação alimentar, são polífitas e altamente destrutivas, e causam danos em diversos cultivos, incluindo o grão-de-bico. Verificou-se a influência do grão-de-bico na biologia de *H. armigera* e *S. frugiperda* em comparação com uma dieta artificial, bem como uma análise dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade para ambas espécies. Para tanto, porções de dieta artificial e estruturas vegetativas e reprodutivas de grão-de-bico da cultivar “BRS Aleppo” foram oferecidas como alimento às lagartas de *H. armigera* e *S. frugiperda*. Para isso, lagartas neonatas de ambas as espécies foram individualizadas e mantidas em recipientes plásticos com capacidade de 100 mL em condições de laboratório, onde permaneceram neste ambiente até a pupação. O estudo de biologia foi composto por 4 tratamentos, sendo duas dietas (dieta artificial e grão-de-bico) e duas espécies de lagartas (*H. armigera* e *S. frugiperda*) com 17 repetições/tratamento, sendo cada repetição composta por um grupo de 10 lagartas, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Para obtenção da tabela de vida de fertilidade, os insetos adultos obtidos do estudo de biologia (4 tratamentos), foram separados em casais, em gaiolas de PVC forradas com papel filtro e cobertas com tecido tipo tule, onde as mariposas realizavam suas posturas. Foi utilizado um casal por gaiola (repetição), totalizando 20 repetições/tratamento, no delineamento inteiramente casualizado. Os resultados evidenciaram que o grão-de-bico proporcionou maior período larval e pupal para ambas as espécies, bem como menor viabilidade larval e pupal, quando comparada à dieta artificial. O grão-de-bico também proporcionou menores valores de taxa líquida de reprodução (R_0), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e razão finita de aumento (λ) para ambas as espécies. Apesar dos resultados inferiores obtidos com o grão-de-bico em relação à dieta artificial, as duas espécies completaram o seu ciclo e se reproduziram, evidenciando-se como pragas para a cultura.

Palavras-chave: Leguminosa, reprodução, lagarta-do-velho-mundo, lagarta-do-cartucho.

CHAPTER II

BIOLOGY AND FERTILITY LIFE TABLE OF *Helicoverpa armigera* (Hübner) AND *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Abstract

Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) are a legume widely consumed in the world, especially in countries of Asian origin. In Brazil, demand is complemented by imports, since production is insufficient to meet national demand. *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) are important agricultural pests with wide food adaptation, are polyphagous and highly destructive, and cause damage to several crops, including chickpeas. We verified the influence of chickpeas on the biology of *H. armigera* and *S. frugiperda* in comparison with an artificial diet, as well as an analysis of the fertility life table parameters for both species. To this end, portions of artificial diet and vegetative and reproductive structures of chickpea cultivar "BRS Aleppo" were offered as food to caterpillars of *H. armigera* and *S. frugiperda*. For this, neonate caterpillars of both species were individualized and kept in plastic containers with 100 mL capacity under laboratory conditions, where they remained in this environment until pupation. The biology study was composed of 4 treatments, being two diets (artificial diet and chickpea) and two caterpillar species (*H. armigera* and *S. frugiperda*) with 17 repetitions/treatment, each repetition composed of a group of 10 caterpillars, using an entirely randomized design. To obtain the fertility life table, the adult insects obtained from the biology study (4 treatments) were separated into pairs, in PVC cages lined with filter paper and covered with tulle type fabric, where the moths laid their eggs. One couple per cage (repetition) was used, totaling 20 replicates/treatment, in an entirely randomized design. The results showed that chickpeas provided longer larval and pupal periods for both species, as well as lower larval and pupal viability, when compared to the artificial diet. Chickpeas also provided lower values of net reproduction rate (R_0), intrinsic growth rate (r_m), and finite increase ratio (λ) for both species. Despite the lower results obtained with chickpeas in relation to the artificial diet, both species completed their cycle and reproduced, evidencing themselves as pests for the crop.

Key-words: Legume, reproduction, old world bollworm, fall armyworm.

Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) (Fabales: Fabaceae) é considerado uma das mais importantes leguminosas cultivadas, sendo a segunda mais consumida no mundo (ARTIAGA et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2016), pois é considerado uma boa fonte de proteínas, carboidratos e minerais (COTA et al., 2010). Cerca de 18 a 25% de sua constituição é proteína e 41 a 51% são carboidratos, além de conter diversos minerais, fibras e gorduras (FERREIRA et al., 2006; ARTIAGA et al., 2011; SINGH et al., 2016).

Apesar de ser considerada uma leguminosa de clima frio, o grão-de-bico tem se adaptado bem em regiões de clima tropical, onde vem sendo também utilizada como alternativa na rotação de culturas, por ser uma planta rústica, que utiliza pouca água, altamente mecanizada e de baixo custo de produção (BRICK et al., 1998; SNA, 2017), além de possuir elevada capacidade de fixação de nitrogênio no solo (ARTIAGA et al., 2015). Entretanto, a produção no Brasil é escassa e insuficiente para o consumo local, levando a importação de quase a totalidade consumida de países como Argentina e México (NASCIMENTO et al., 2016).

Fatores que influenciam positivamente o aumento da produção brasileira de grão-de-bico e a possibilidade de autossuficiência do país, são a existência de informações fitotécnicas e fitossanitárias disponíveis, como a ocorrência de insetos que podem ser considerados pragas no cultivo e o qual rentável será o cultivo do grão-de-bico no sistema de produção. Dentre as principais pragas que atacam as plantações agrícolas, anualmente, estão as espécies *Helicoverpa armigera* (Hübner) e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), pragas polípagas e que ocorrem em diversas espécies de plantas, incluindo culturas de grande importância econômica como a soja, milho e o grão-de-bico, bem como em plantas daninhas e aquelas utilizadas como cobertura (BARROS et al., 2010; EPPO, 2019). As perdas mundiais causadas por *H. armigera* são estimadas em 5 bilhões de dólares (LAMMERS; MACLEOD, 2007), enquanto, para *S. frugiperda* os prejuízos anuais no Brasil já ultrapassam mais de 400 milhões de dólares (ROSA, 2011).

Sabe-se que insetos herbívoros polípagos se alimentam de plantas nutricionalmente diferentes na sua composição, o que pode impactar diretamente no seu desenvolvimento larval, sendo que o ponto mais importante a ser considerado é o teor de proteínas e carboidratos e, especialmente as suas proporções (BAE; SICHER, 2004; SARATE et al., 2012). Já foi observado que dietas pobres em proteínas promovem

alterações no período de desenvolvimento, peso, mortalidade de lagartas, taxa de pupação e porcentagem de emergência dos adultos de *H. armigera* e *S. frugiperda* (TRUZI et al., 2019; TRUZI et al., 2020).

Compreender os parâmetros biológicos e ecológicos de uma espécie de praga em uma determinada cultura é extremamente importante para a adoção de estratégias visando o seu manejo. A partir dos resultados obtidos nesta modalidade de pesquisa, é possível verificar se a planta, utilizada como alimento, é uma boa hospedeira para a praga ou não, especialmente quando se faz uma análise da tabela de vida de fertilidade que é fundamental para interpretar parâmetros biológicos como a taxa de mortalidade e de desenvolvimento, a sobrevivência e a capacidade de reprodução de uma espécie (RAZMJOU et al., 2014; GOMES et al., 2017).

Desta forma, avaliou-se a adequabilidade do grão-de-bico, como alimento, quando comparado com a dieta artificial no desenvolvimento de *H. armigera* e *S. frugiperda*, bem como foram analisados os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de ambas as espécies, visando estimar a adequação do grão-de-bico para a sobrevivência e reprodução dessas pragas.

Material e Métodos

Obtenção das plantas para o experimento

Plantas de grão-de-bico da variedade ‘BRS Aleppo’ foram cultivadas na estação experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (22°14’S 54°49’W), visando a obtenção de estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas para serem oferecidas como alimento às lagartas das duas espécies estudadas. As plantas receberam tratamentos culturais adequados para o seu desenvolvimento (Avelar et al., 2018). A cultura do grão-de-bico não foi submetida a aplicações de defensivos químicos ou biológicos durante todo o seu ciclo de desenvolvimento.

*Biologia comparada de *H. armigera* e *S. frugiperda* alimentadas com dieta artificial e grão-de-bico*

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de fitossanidade da Embrapa Agropecuária Oeste, com a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. As lagartas utilizadas foram provenientes da criação massal do

laboratório de entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados, onde as mesmas eram alimentadas com dieta artificial diferente da utilizada neste trabalho e faziam parte da segunda geração parental. Para avaliar a biologia de *H. armigera* e de *S. frugiperda* foram utilizadas estruturas vegetativas e reprodutivas de plantas de grão-de-bico (folhas, flores, botões florais e vagens) para alimentar as lagartas, além da dieta artificial modificada de Greene et al. (1976). As estruturas vegetativas e reprodutivas das plantas de grão-de-bico foram fracionadas e porções da dieta artificial foram preparadas e transferidas para potes plásticos de 100 ml, onde lagartas de primeiro instar larval de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram individualizadas e submetidas a alimentação. O fundo de cada recipiente foi forrado com papel filtro umedecido com água destilada para evitar o ressecamento das estruturas das plantas, bem como da dieta artificial, sendo realizada a troca das dietas diariamente para evitar contaminações por fungos e bactérias. Foram utilizadas 170 lagartas por tratamento, sendo o ensaio conduzido no esquema 2 x 2 (duas espécies de lagartas x dois tipos de alimentos), obtendo assim 4 tratamentos, alocados no delineamento experimental inteiramente casualizado com dezessete repetições/tratamento, sendo cada repetição constituída por um grupo de 10 lagartas.

Quando as lagartas atingiram a fase de pupa, estas foram separadas e sexadas conforme Zenker et al. (2007). Dos adultos emergidos foram separados casais e individualizados em gaiolas constituídas por tubos de PVC de 10 cm de diâmetro x 30 cm de altura, tendo no seu interior recipientes com algodão embebido em solução de mel (10%) para alimentação das mariposas. Para *H. armigera* as gaiolas foram cobertas com tecido do tipo tule, no qual as mariposas realizavam as posturas enquanto para *S. frugiperda* as gaiolas foram forradas interiormente com papel sulfite e fechadas por uma tampa plástica, na qual também foi colocado o papel, onde as mariposas realizavam suas posturas. Cada repetição foi representada por um casal, totalizando 20 casais por tratamento no delineamento inteiramente casualizado.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração das fases de desenvolvimento de ovos, larvas e pupas, ciclo total, peso, largura e o comprimento de pupas e a viabilidade de ovos, larvas e pupas. A viabilidade consiste na porcentagem de indivíduos que passam para o próximo estágio do seu ciclo de vida, como exemplo, a viabilidade de ovos é a quantidade que originou larvas. O peso das pupas foi determinado com balança analítica, enquanto o comprimento e a largura foram mensurados utilizando um paquímetro digital. Na fase adulta determinou-se a fecundidade das espécies estudadas, registrando-se os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição,

além do número de ovos por fêmea diariamente e a fecundidade total, bem como a mortalidade de machos e fêmeas em cada tratamento, para se determinar a longevidade dos mesmos. Para determinação do período de incubação e a viabilidade dos ovos foram separadas 10 posturas/tratamento, as quais foram mantidas em caixas de poliestireno transparentes com algodão umedecido em água.

Tabela de vida de fertilidade

Para obtenção dos parâmetros de tabela de vida de fertilidade foram utilizadas fêmeas adultas de *H. armigera* e de *S. frugiperda* baseando-se no trabalho de Silveira Neto et. al. (1976). Os dados biológicos de ambas as espécies foram analisados, determinando-se a taxa líquida de reprodução (**R₀**), que corresponde ao número de vezes que a população cresce durante o ciclo de vida; o intervalo de tempo entre a geração (**T**); a taxa intrínseca de crescimento (**rm**); o tempo que leva para a população duplicar em número (**TD**) e a razão finita de aumento (**λ**), que corresponde ao número de indivíduos adicionados à população/fêmea/dia que darão origem a fêmeas. Os parâmetros da tabela de vida foram calculados a partir das seguintes fórmulas:

$$R_0 = \sum (m_x \cdot l_x)$$

$$T = \sum (m_x \cdot l_x \cdot x) / (\sum m_x \cdot l_x)$$

$$rm = \ln R_0 / T$$

$$TD = \ln (2) / rm$$

$\lambda = e^{rm}$, onde: **m_x** é o número de descendentes produzidos/fêmea no estágio x (fertilidade específica) e que produzirão fêmeas; **l_x** é a taxa de sobrevivência e **m_x·l_x** é o total de fêmeas produzidas/fêmea durante o intervalo de tempo. Para calcular **m_x** usou-se a razão sexual, que foi determinada dividindo-se o número de fêmeas pelo somatório do número de fêmeas + machos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk), homogeneidade (Bartlett) e análise de variância. Quando constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste T de Student (LSD) a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa R 4.1.1 (R CORE TEAM, 2021).

Resultados

Biologia comparada de H. armigera e S. frugiperda alimentadas com dieta artificial e grão-de-bico

Os resultados obtidos em relação ao período embrionário dos ovos de *H. armigera* e *S. frugiperda* evidenciaram que quando a dieta artificial ou as estruturas das plantas do grão de bico foram oferecidas às lagartas, a duração deste período não foi alterada em nenhuma das espécies (Tabela 1). No entanto, a viabilidade de ovos apresentou diferença entre os tratamentos para *S. frugiperda*, sendo maior com a dieta artificial do que com o grão-de-bico, enquanto para *H. armigera* não foi observado diferença na viabilidade de ovos para os dois tipos de alimentos estudados (Tabela 2).

A duração da fase larval de ambas as espécies foi maior quando alimentadas com grão-de-bico (Tabela 1), enquanto a viabilidade nessa fase de desenvolvimento foi menor em grão-de-bico para as duas espécies estudadas quando comparada à viabilidade verificada com a dieta artificial (Tabela 2).

A duração da fase de pupa foi diferente apenas para *H. armigera*, apresentando valor maior quando alimentada com o grão-de-bico em relação à dieta artificial (Tabela 1), enquanto a viabilidade pupal foi menor para ambas as espécies quando alimentadas com o grão-de-bico em relação a dieta artificial (Tabela 2).

Para a longevidade dos adultos em *H. armigera*, foi observado diferença para os machos, sendo o menor valor para os insetos alimentados com grão-de-bico, quando comparado a dieta artificial, enquanto para a longevidade de fêmeas não houve diferenças entre os dois alimentos (Tabela 1). Já para *S. frugiperda* ocorreram diferenças de longevidade entre os tratamentos para machos e fêmeas, sendo os valores menores de longevidade observados com o grão-de-bico (Tabela 1). Considerando o ciclo total dos insetos em dias, verificou-se que o grão-de-bico proporcionou maior valor, tanto para *H. armigera* quanto para *S. frugiperda* (Tabela 1).

Tabela 1. Duração média (dias + EP*) dos diferentes estágios de desenvolvimento imaturo, longevidade de machos e de fêmeas e ciclo total de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* quando alimentadas com grão-de-bico e dieta artificial. Dourados, MS, 2021.

<i>Helicoverpa armigera</i>						
Tratamentos	Ovo (Dias)	Larva (Dias)	Pupa (Dias)	Longevidade (Dias)		Ciclo total (Dias)
				Macho	Fêmea	
Grão-de-bico	3,18 ± 0,04 a	23,97 ± 0,41 a	17,59 ± 0,38 a	15,05 ± 1,08 b	18,95 ± 0,95 a	60,24 ± 1,32 a
Dieta artificial	3,04 ± 0,02 a	18,98 ± 0,13 b	15,47 ± 0,31 b	16,85 ± 1,39 a	19,01 ± 1,34 a	53,36 ± 1,44 b
CV (%)	5,31	9,65	9,06	16,56	15,45	8,55
<i>Spodoptera frugiperda</i>						
Grão-de-bico	3,27 ± 0,05 a	15,91 ± 0,32 a	11,23 ± 0,25 a	8,95 ± 0,52 b	10,70 ± 0,65 b	41,16 ± 0,68 a
Dieta artificial	3,21 ± 0,06 a	13,05 ± 0,15 b	11,07 ± 0,19 a	10,05 ± 0,52 a	12,20 ± 0,67 a	39,24 ± 0,58 b
CV (%)	8,18	7,43	8,29	17,07	14,82	5,14

*Erro padrão. Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada espécie, diferem estatisticamente entre si pelo teste T (LSD) ($p < 0,05$).

Tabela 2. Viabilidade média (% \pm EP*) de ovos, larvas e pupas de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* quando alimentadas com grão-de-bico e dieta artificial. Dourados, MS, 2021.

<i>Helicoverpa armigera</i>			
Tratamentos	Ovos (%)	Larva (%)	Pupa (%)
Grão-de-bico	82,11 \pm 1,89 a	59,23 \pm 2,33 b	53,58 \pm 2,70 b
Dieta artificial	85,58 \pm 1,62 a	87,17 \pm 2,18 a	83,52 \pm 1,50 a
CV (%)	8,70	12,73	10,55
<i>Spodoptera frugiperda</i>			
Grão-de-bico	83,17 \pm 1,44 b	65,88 \pm 2,47 b	59,82 \pm 1,79 b
Dieta artificial	87,47 \pm 1,10 a	85,29 \pm 1,25 a	80,58 \pm 1,68 a
CV (%)	6,22	10,68	10,24

*Erro padrão. Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada espécie, diferem estatisticamente entre si pelo teste T (LSD) ($p < 0,05$).

Os valores médios de peso e largura de pupas tanto de machos quanto de fêmeas de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram menores quando as lagartas foram alimentadas com o grão-de-bico, quando comparado à dieta artificial (Tabela 3). Já para o comprimento de pupas macho e fêmeas, não houve diferenças entre os tratamentos para *H. armigera*, enquanto que para *S. frugiperda*, o grão-de-bico proporcionou menores valores quando comparado com a dieta artificial (Tabela 3).

Os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição não apresentaram diferenças entre os dois tipos de alimentos estudados para ambas as espécies (Tabela 4). No entanto, a fecundidade diária em grão-de-bico foi menor que na dieta artificial para as duas espécies, enquanto a fecundidade total não houve diferença entre os tratamentos para *H. armigera*, mas foi menor com o grão-de-bico para *S. frugiperda* (Tabela 4).

Tabela 3. Peso (g), largura e comprimento médios (mm) (\pm EP*) de pupas machos e fêmeas de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* quando alimentadas com grão-de-bico e dieta artificial. Dourados, MS, 2021.

<i>Helicoverpa armigera</i>						
Tratamentos	Peso (g)		Largura (mm)		Comprimento (mm)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Grão-de-bico	0,25 \pm 0,01 b	0,27 \pm 0,01 b	5,35 \pm 0,09 b	5,29 \pm 0,09 b	17,90 \pm 0,36 a	17,92 \pm 0,31 a
Dieta artificial	0,32 \pm 0,01 a	0,32 \pm 0,01 a	5,63 \pm 0,03 a	5,56 \pm 0,05 a	17,35 \pm 0,11 a	17,44 \pm 0,10 a
CV (%)	8,04	12,96	5,63	5,28	6,26	5,67
<i>Spodoptera frugiperda</i>						
Grão-de-bico	0,22 \pm 0,01 b	0,20 \pm 0,01 b	4,59 \pm 0,03 b	4,52 \pm 0,03 b	14,93 \pm 0,20 b	14,87 \pm 0,11 b
Dieta artificial	0,24 \pm 0,01 a	0,23 \pm 0,02 a	4,79 \pm 0,02 a	4,87 \pm 0,02 a	16,00 \pm 0,18 a	15,90 \pm 0,10 a
CV (%)	8,69	5,78	2,40	2,81	5,29	2,86

*Erro padrão. Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada espécie, diferem estatisticamente entre si pelo teste T (LSD) ($p < 0,05$).

Tabela 4. Duração média (dias \pm EP*) dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, fecundidade diária e total de fêmeas de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* quando alimentadas com grão-de-bico e dieta artificial. Dourados, MS, 2021.

<i>Helicoverpa armigera</i>					
Tratamentos	Pré-oviposição (Dias)	Oviposição (Dias)	Pós-oviposição (Dias)	Fecundidade	
				Diária	Total
Grão-de-bico	2,25 \pm 0,48 a	15,9 \pm 1,01 a	2,75 \pm 0,50 a	34,19 \pm 4,67 b	541,75 \pm 81,75 a
Dieta artificial	2,20 \pm 0,45 a	14,1 \pm 1,00 a	2,55 \pm 0,35 a	54,60 \pm 5,11 a	605,80 \pm 47,84 a
CV (%)	21,81	19,65	25,02	18,83	18,17
<i>Spodoptera frugiperda</i>					
Grão-de-bico	2,70 \pm 0,13 a	7,25 \pm 0,46 a	1,25 \pm 0,32 a	100,03 \pm 13,51 b	706,09 \pm 97,32 b
Dieta artificial	2,90 \pm 0,12 a	7,95 \pm 0,42 a	1,35 \pm 0,36 a	133,06 \pm 8,79 a	1033,54 \pm 86,71 a
CV (%)	20,07	16,90	35,25	21,80	18,46

*Erro padrão. Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada espécie, diferem estatisticamente entre si pelo teste T (LSD) ($p < 0,05$).

Tabela de vida de fertilidade

A taxa líquida de reprodução (R_0), a taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ) das fêmeas de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram menores no tratamento com o grão-de-bico para ambas as espécies quando comparado à dieta artificial (Tabela 5). Já para o intervalo de tempo entre as gerações (T) e o tempo gasto para população duplicar em número (TD) foram observados o inverso, ou seja, os maiores valores destes parâmetros tanto para *H. armigera* quanto para *S. frugiperda* foram observados com o tratamento grão-de-bico (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios (\pm EP*) da taxa líquida de reprodução (Ro), taxa intrínseca de crescimento (rm), taxa finita de aumento da população (λ), tempo decorrido entre gerações (T) e duplicação da população (TD) de *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* quando alimentadas com grão-de-bico e dieta artificial. Dourados, MS, 2021.

<i>Helicoverpa armigera</i>					
Tratamentos	Ro	Rm	λ	T (Dias)	TD (Dias)
Grão-de-bico	99,48 \pm 14,91b	0,126 \pm 0,001 b	1,11 \pm 0,022 b	41,44 \pm 0,98 a	4,65 \pm 0,14 a
Dieta artificial	284,17 \pm 19,59a	0,177 \pm 0,027 a	1,28 \pm 0,016 a	36,44 \pm 0,45 b	3,82 \pm 0,29 b
CV (%)	20,93	23,35	11,79	18,85	22,49
<i>Spodoptera frugiperda</i>					
Grão-de-bico	250,89 \pm 40,92 b	0,170 \pm 0,016 b	1,19 \pm 0,036 b	32,91 \pm 0,34 a	4,29 \pm 0,23 a
Dieta artificial	455,90 \pm 41,11 a	0,204 \pm 0,034 a	1,37 \pm 0,049 a	29,80 \pm 0,16 b	3,51 \pm 0,28 b
CV (%)	39,58	28,26	15,25	27,58	24,47

*Erro padrão. Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada espécie, diferem estatisticamente entre si pelo teste T (LSD) ($p < 0,05$).

Discussão

Biologia comparada de H. armigera e S. frugiperda alimentadas com dieta artificial e grão-de-bico

Após as comparações dos desenvolvimentos biológicos de *H. armigera* e *S. frugiperda* quando alimentadas com grão-de-bico e dieta artificial, foram identificadas diferenças significativas na duração e na taxa de sobrevivência da fase imatura, bem como na longevidade de adultos e no ciclo total das espécies estudadas. Os resultados evidenciam possivelmente que a qualidade do alimento oferecido às larvas, interferiu no ciclo biológico dos insetos, indicando que o grão-de-bico foi menos adequado para o desenvolvimento das espécies em relação à dieta artificial.

O grão-de-bico proporcionou maior período larval para ambas as espécies, sendo de 23,97 dias para *H. armigera* e 15,91 dias para *S. frugiperda*, enquanto que a dieta artificial proporcionou 18,98 e 13,05 dias, respectivamente. Fite et al. (2019) observaram valores menores para o período larval de *H. armigera* em grão-de-bico (15,8 dias), possivelmente esse valor menor é devido a utilização de uma cultivar diferente, na qual *H. armigera* esteja mais adaptada e pelo local de realização do trabalho, já que a cultura do grão-de-bico é mais difundida. Avaliando diferentes tratamentos no desenvolvimento de *H. armigera*, Gomes et al. (2017) observaram valores de períodos larvais em algodão e soja de 23,85 e 23,20 dias, respectivamente. Valores semelhantes ao encontrado neste trabalho para o grão-de-bico, que foi de 23,97 dias, indicando uma boa aceitação da espécie ao grão-de-bico quando comparado a outras culturas conhecidas e mais cultivadas. Em estudo avaliando-se a resistência de cultivares de grão-de-bico à *S. frugiperda*, Correa et al. (2021) observaram um valor de 14,43 dias para o período larval para a cultivar BRS Aleppo, valor semelhante ao encontrado no presente trabalho, provavelmente devido ao uso da mesma cultivar de grão-de-bico.

Um parâmetro alimentar muito importante para avaliar o desenvolvimento dos insetos é a duração e a viabilidade do período imaturo, pois mostra se uma espécie vegetal é adequada ou não para a alimentação das larvas (PARRA, HADDAD, 1989; KOUHI et al., 2014). Com base nisso, valores maiores de duração do período larval, baixa viabilidade larval e pupal, tanto para *H. armigera* quanto para *S. frugiperda* quando alimentadas com o grão-de-bico, evidenciam que esse hospedeiro foi menos adequado para o desenvolvimento destas espécies quando comparado com a dieta artificial. Isto provavelmente, aconteceu pelo fato do grão-de-bico apresentar substâncias antibióticas

e/ou deterrentes em sua composição, como ácidos orgânicos, como os ácidos oxálico e málico, compostos estes ausentes na dieta artificial (GOLLA et al., 2018). Foi observado que as larvas de *H. armigera* e *S. frugiperda*, especialmente dos primeiros instares larvais, pouco se alimentavam das folhas do grão-de-bico, preferindo as estruturas reprodutivas, principalmente as vagens, evidenciando a possibilidade da presença destes ácidos orgânicos (ácidos oxálico e málico), por apresentarem textura com mais pilosidades nas folhas ou pelo fato dos grãos (vagens) serem mais nutritivos.

Em relação à duração do período pupal, foi observado diferença somente para *H. armigera*, apesar de ser considerada uma diferença numérica pequena. Avaliando diferentes genótipos de grão-de-bico, Dwivedi et al. (2020) observaram valores inferiores para o período de desenvolvimento de pupas, pois quando as larvas de *H. armigera* foram alimentadas somente com vagens do grão-de-bico, foi observado um valor de 10,82 dias para o período pupal, indicando um desenvolvimento mais rápido da espécie quando alimentadas somente com vagens. Para *S. frugiperda* não houve diferença entre os tratamentos, mostrando que o grão-de-bico não afetou a duração dessa fase de desenvolvimento, quando comparado à dieta artificial.

Já a viabilidade de pupas foi menor para ambas as espécies quando alimentadas com o grão-de-bico, em comparação com à dieta artificial, neste trabalho. Provavelmente é decorrente de algum componente essencial não obtido durante a fase larval quando alimentada com o grão-de-bico, mas que estava presente na dieta artificial ou a presença de algum composto que foi tóxico para a fase pupal. San et al. (2021) avaliaram o efeito de diferentes genótipos de grão-de-bico para *H. armigera* e observaram valores médios de viabilidade pupal de 63,17% entre os diferentes tratamentos avaliados, mesmo utilizando cultivares de grão-de-bico diferentes do presente trabalho, os valores foram semelhantes. Em outro estudo avaliando a viabilidade pupal de *S. frugiperda* em grão-de-bico, Correa et al. (2021) observaram uma viabilidade pupal de 62,50% com a cultivar “BRS Aleppo”, valor este próximo ao encontrado neste estudo, visto que a cultivar é a mesma.

Os valores de peso e largura de pupas machos e fêmeas de *H. armigera* e *S. frugiperda* foram menores quando as larvas foram alimentadas com grão-de-bico, reforçando a ideia de uma menor adequação deste alimento para estas duas espécies em comparação com a dieta artificial.

Espera-se que pupas mais pesadas originem fêmeas com maior fecundidade, mesmo passando por fatores adversos na sua fase larval (BERNARDI et al., 2014). Isso

foi confirmado no presente estudo para *S. frugiperda*, onde as pupas mais pesadas, observadas com a dieta artificial em comparação com o grão-de-bico, proporcionaram valores maiores de fecundidade diária e total, enquanto que para *H. armigera* o peso de pupas interferiu na fecundidade média diária, mas não na fecundidade total. Uma explicação possível é que a conversão alimentar na fase larval não foi adequada para o alimento grão-de-bico e isso afetou a fecundidade das fêmeas, uma vez que o consumo e a utilização do alimento são condições básicas para o crescimento, desenvolvimento e a reprodução dos insetos, já que a quantidade e a proporção de nutrientes na fase larval influenciam a aceitação do alimento, além de afetar o desempenho dos adultos (PANIZZI; PARRA, 2009).

Os resultados evidenciaram que, apesar de não ser muito adequado para a fase larval e pupal de *H. armigera*, o grão-de-bico não afetou a fecundidade total das fêmeas que sobreviveram. Naseri et al. (2014) observaram maiores valores de fecundidade total de *H. armigera* em cultivares de feijão, obtendo-se de 815 a 1411 ovos/fêmea, indicando provavelmente uma menor adaptação de *H. armigera* ao grão-de-bico quando comparado a cultivares de feijão. Em outro estudo avaliando-se o desenvolvimento *S. frugiperda* quando submetida a diferentes dietas artificiais, dentre elas, foi avaliada uma dieta a base de farinha de grão-de-bico, onde foi observado um valor de fecundidade total de 877,2 ovos/fêmea (JIN et al., 2020). Valor este superior ao encontrado neste estudo, devido a composição da mesma, com a presença de vitaminas e outros nutrientes prontamente disponíveis.

Em relação a longevidade de adultos, para *H. armigera* foi observado diferença entre os tratamentos somente nos machos, com o grão-de bico proporcionando menor valor, embora apresentasse pequena diferença numérica. As fêmeas apresentaram longevidade maior quando comparada aos machos, com mais de 2 dias de diferença. Mesmo não havendo diferença entre os tratamentos para as longevidades de fêmeas, o ciclo total tanto de *H. armigera* quanto de *S. frugiperda* foi maior com grão-de-bico, demonstrando que estas espécies levam mais tempo para completar o seu ciclo de desenvolvimento imaturo quando comparado ao desenvolvimento na dieta artificial.

Para *S. frugiperda* houve diferença de longevidade de adultos entre os tratamentos para ambos os sexos, obtendo-se um menor valor em grão-de-bico, indicando que o mesmo quando foi oferecido para as larvas, pode ter afetado a fase adulta da espécie. O ciclo total de *S. frugiperda* também foi afetado, sendo maior com o grão-de-bico, à

semelhança do observado para *H. armigera*, isto porque foi observado um maior período larval de ambas as espécies quando alimentadas com o grão-de-bico.

Tabela de vida de fertilidade

A taxa líquida de reprodução (R_0) constitui uma estimativa do número esperado de descendentes por fêmea durante o transcorrer de uma geração. Dessa forma, verificou-se que a R_0 foi inferior em grão-de-bico tanto para *H. armigera* quanto para *S. frugiperda* quando comparadas com a dieta artificial. Os resultados obtidos mostraram que com o grão-de-bico a população de *H. armigera* aumentou cerca de 99 vezes e com a dieta artificial 284 vezes, enquanto para a *S. frugiperda* foi cerca de 250 e 455 vezes, respectivamente.

Essa menor capacidade de a população aumentar durante o seu ciclo de vida foi provavelmente decorrente da menor longevidade de adultos e de fecundidade, especialmente no caso de *S. frugiperda* bem como menores pesos de pupas, observado para ambas espécies estudadas. Para cultivares de tomate, Safuraie-Parizi et al. (2014) encontraram um valor médio da R_0 , que foi de 59,93 descendentes/fêmea para *H. armigera*, enquanto Gomes et al. (2017) observaram um valor para R_0 de 546 descendentes/fêmea quando *H. armigera* foi alimentada com folhas e vagens de soja. Busato et al. (2004) avaliando o desenvolvimento de *S. frugiperda* em áreas adjacentes de “milho/milho” e “arroz/arroz”, observaram valores de taxa líquida de reprodução de 204,6 e 263,8 fêmeas/fêmea, respectivamente. Valores esses semelhantes aos encontrados neste trabalho para grão-de-bico, embora se tratasse de hospedeiros diferentes, ressaltando uma boa adaptação da praga quando comparada a outras culturas.

A taxa intrínseca de crescimento (r_m), que representa a velocidade de crescimento da população, foi positiva para as duas espécies estudadas, tanto no grão-de-bico quanto na dieta artificial, indicando um crescimento da população ao longo do período de estudo, sendo o grão-de-bico 28,8% inferior a dieta artificial para *H. armigera* e 16,6% para *S. frugiperda*. Naseri et al. (2014) avaliaram diferentes cultivares de feijão no desenvolvimento de *H. armigera*, observando um valor para a taxa intrínseca de crescimento de 0,142 por dia na cultivar de feijão comum. Valor este, quando comparado ao grão-de-bico neste estudo, mostra uma superioridade de 11,26%.

Já para a razão finita de aumento da população (λ), que é o número de fêmeas adicionado por fêmea, ao dia, ao longo de uma geração, foi menor com o grão-de-bico

para ambas espécies de pragas, em comparação à dieta artificial. O crescimento da população de *H. armigera* teve um aumento diário de 11% com grão-de-bico e 28% na dieta artificial, enquanto que para *S. frugiperda* foi de 19% e 37%, respectivamente. Para outras plantas hospedeiras, como feijão, grão-de-bico e tomate no desenvolvimento de *H. armigera*, Razmjou et al. (2014) constataram valores semelhantes de razão finita de aumento, com valores variando de 13,1% a 27,7% de aumento diário da população entre os diferentes tratamentos avaliados.

O tempo médio de uma geração (T), que é o período compreendido do nascimento dos pais ao nascimento dos descendentes, ou seja, a duração média de uma geração (ovo a ovo) e o tempo necessário para a população duplicar em número (TD), foram maiores tanto para *H. armigera* quanto para *S. frugiperda* no tratamento com o grão-de-bico. Esse maior tempo de duplicação (TD) e do intervalo entre gerações (T) observado com o grão-de-bico evidencia que as populações de *H. armigera* e *S. frugiperda* terão menos gerações ao longo do tempo em comparação à dieta artificial. Com isso, espera-se que os insetos alimentados com grão-de-bico irão se reproduzir e crescer em uma menor intensidade em comparação aos insetos alimentados com a dieta artificial. Razmjou et al. (2014) avaliando diferentes cultivares de grão-de-bico no desenvolvimento de *H. armigera*, observaram valores menores de tempo médio de uma geração e intervalo entre gerações com médias de 30,11 e 2,95 dias, respectivamente. Valores esses provavelmente por serem cultivares diferentes e uma maior adaptação da praga a cultura no local de produção. Dietas artificiais com diferentes composições foram avaliadas para o desenvolvimento de *S. frugiperda* por Jin et al. (2020), no qual foi testada uma dieta a base de grão-de-bico, onde foi observado um tempo médio de geração de 31,10 dias e de 4,01 dias para o tempo de duplicação da população, valores esses semelhantes aos relatados neste trabalho.

Com base na análise dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade pode-se concluir que o grão-de-bico se comportou como um alimento menos adequado para o desenvolvimento e reprodução tanto de *H. armigera* quanto de *S. frugiperda* quando comparado à dieta artificial. Todavia, embora o grão-de-bico tenha se comprovado como um alimento menos adequado que a dieta artificial, tanto *H. armigera* quanto *S. frugiperda* completaram o seu ciclo biológico e conseguiram se reproduzir, aumentando a sua população quando alimentadas com a cultura.

Conclusões

As espécies *H. armigera* e *S. frugiperda* são capazes de completar seu ciclo de vida e se reproduzirem quando alimentadas com plantas de grão-de-bico.

O grão-de-bico proporcionou o desenvolvimento de adultos (machos e fêmeas) menos longevos para *S. frugiperda*, enquanto que, para *H. armigera* não houve diferença na longevidade de fêmeas.

Para criação em laboratório, o grão-de-bico proporciona uma maior duração do ciclo total, proporcionando menos gerações ao longo do tempo para ambas as espécies estudadas, além de uma menor reprodução de *S. frugiperda* quando comparado com a dieta artificial.

Referências bibliográficas

ARTIAGA, O. P.; SPECHAR, C.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Genótipos de grão de bico para cultivo na região geoeconômico do Distrito Federal. In: Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso (ALICE). Horticultura Brasileira, v. 29, n. 2, p. 4265-4271, 2011.

ARTIAGA, O. P.; SPEHARL, C. R.; BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 10, n. 1, p. 102–109, 2015.

AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; PARAÍSO, H. A.; NASCIMENTO, W. M. Production and quality of *chickpea* seeds in different sowing and harvest periods. Journal of Seed Science. v.40, n.2, p.146-155, 2018.

BAE, H.; SICHER, R. Changes of soluble protein expression and leaf metabolite levels in *Arabidopsis thaliana* grown in elevated atmospheric carbon dioxide. Field Crops Research, v. 90, n.1, p. 61-73, 2004.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. Neotropical Entomology, v. 39, n. 6, p.996–1001, 2010.

BERNARDI, O.; SORGATTO, R. J.; BARBOSA, A. D.; DOMINGUES, F. A.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Low susceptibility of *Spodoptera cosmioides*, *Spodoptera eridania* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to genetically-modified soybean expressing Cry1Ac protein. Crop Protection. v. 58, p. 33-40, 2014.

BRICK, M. A.; BERRADA, A.; SCHWARTZ, H. F.; KRALL, J. Garbanzo bean producción trials in Colorado and Wyoming. Technical bulletin TB 98-2. USA, p. 27, 1998.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; GIOLO, F.P.; ZOTTI, M.J.; MAGALHÃES, T.R. Tabela de vida de fertilidade de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de milho e arroz irrigado. Revista Brasileira de Agrociência, v.10, n. 4, p.449-455, 2004.

CORREA, F.; SILVA, C. L. T.; NASCIMENTO, W. M.; ALMEIDA, A. A. C, De. S.; JESUS, F. G. De. Antibiosis to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in chickpea genotypes. Bulletin of Entomological Research, p. 1-8, 2021.

COTA, A. G.; YAÑEZ, G. A.; ESQUER, E. J.; ANDUAGA, R.; & BARRÓN, J. M. Efecto de la variedad y la fertilización en indicadores de calidad proteica in-vitro de las variedades y una línea de garbanzo (*Cicer arietinum*). Revista chilena de nutrición, v. 37, n. 2, p. 193- 200, 2010.

DWIVEDIL, S. A.; MONU.; DEVI, S. S. Studies On The Biology Of Chickpea Pod Borer *Helicoverpa Armigera* (Hubner) On Different Types Of Food Materials. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, v. 7, n. 7, p. 2397-2410, 2020.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). *Helicoverpa armigera*. 2019. Disponível em: *Helicoverpa armigera* (HELIAR)[World distribution]| EPPO Global Database . Acesso em: 26 agos. 2021.

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 1, p. 80-88, 2006.

FITE, T.; TEFERAL, T.; NEGERI, M.; DAMTE, T.; SORI, W.; HUTCHISON, W. D. Comparative Performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Chickpea and Faba Bean. International Journal of Biology; v. 11, n.1, p. 29-41, 2019.

GOLLA, S. K.; RAJASEKHAR, P.; SHARMA, S. P.; HARI PRASAD, K. V.; & SHARMA, H. C. Antixenosis and antibiosis mechanisms of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of chickpea, *Cicer arietinum*. Euphytica, v. 214, n. 88, p. 1-16, 2018.

GOMES, E. S.; SANTOS, V.; ÁVILA, C. J. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. Entomological Science, v. 20, p. 419-426, 2017.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial diet. Journal of Economic Entomology, Lanham, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

JIN, T.; LIN, Y. Y.; CHI, H.; XIANG, K. P.; MA, G. C.; PENG, Z. Q.; YI, K. X. Comparative Performance of the Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on Various Cereal-Based Artificial Diets. *Journal of Economic Entomology*, v. 113, n. 6, p. 2986-2996, 2020.

KOUHI, D.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A. Nutritional performance of the tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera*, on different tomato cultivars. *Journal of Insect Science*, Oxford, v. 14, n.2, p. 1-12, 2014.

LAMMERS, J.; MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner), p. 18, 2007. Disponível em: <Riscobeoordeling+Pest+Risk+Analysis++Helicoverpa+armigera.pdf>. Acesso em: 21 de out. de 2021.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. da.; ARTIAGA, O.P.; SUINAGA, F.A. Grão-de-bico. In: Nascimento, W. M. (Ed.). Hortaliças leguminosas. Brasília: Embrapa, p.89-118, 2016.

NASERI, B.; GOLPARVAR, Z.; RAZMJOU, J.; GOLIZADEH, A. Age-stage, two-sex life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on different bean cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v.16, n.1, p.19-32, 2014.

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L. Determinação do número de ínstaes de insetos. Piracicaba, FEALQ, p. 45, 1989.

RAZMJOU, J.; NASERI, B.; HEMATI, S. Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. *Journal of Pest Science*, v. 87, p. 29-37, 2014.

R CORE TEAM (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 15 de dez. de 2021.

ROSA, A. S. A. da. Monitoramento da lagarta-do-cartucho do milho. Pelotas: EMBRAPA, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37326/1/Monitoramento-da-lagarta.pdf>>. Acesso em: 14 de dez. de 2021.

SAFURAIE-PARIZI, S.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A. Evaluation of tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* using two-sex life table parameters in laboratory. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. v. 17, n. 4, p. 837-844, 2014.

SAN, S. H.; SAGAR, D.; KALIA, V. K.; KRISHNANL, V. Effect of Different Chickpea Genotypes and Its Biochemical Constituents on Biological Attributes of *Helicoverpa armigera* (Hubner). *Legume Research- An International Journal*. v. 1, p. 1-7, 2021.

SARATE, P. J.; TAMHANE, V. A.; KOTKAR, H. M.; RATNAKARAN, N.; SUSAN, N.; GUPTA, V.S.; GIRI, A. P. Developmental and digestive flexibilities in the midgut of a polyphagous pest, the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Science*, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2012.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba:Ceres, p. 419, 1976.

SINGH, V. K.; KHAN, A. W.; JAGANATHAN, D.; THUDI, M.; ROORKIWAL, M.; TAKAGI, H.; GARG, V.; KUMAR, V.; CHITIKINENI, A.; GAUR, P. M.; SUTTON, T.; TERAUCHI, R.; VARSHNEY, R. K. QTL-seq for rapid identification of candidate genes for 100-seed weight and root/total plant dry weight ratio under rainfed conditions in *chickpea*. Plant biotechnology journal, v.14, n.11, p.2110-2119, 2016.

SNA - Sociedade Nacional de Agricultura. Grão-de-bico: a grande nova aposta do agro brasileiro. AGROLINK, 31 ago. 2017. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/grao-de-bico--a-grande-nova-aposta-do-agro-brasileiro_397598.html . Acesso em: 14 de setem. de 2021.

TRUZI, C. C. *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): Dieta artificial, produtos para controle e efeitos em polinizadores. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade de São Paulo. Jaboticabal, p.156, 2020.

TRUZI, C.C.; HOLZHAUSEN, H. G.; ÁLVARO, J.C.; LAURENTIS, V. L.; VIEIRA, N. F.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, A.S. Food consumption utilization, and life history parameters of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) reared on diets of varying protein level. Journal of Insect Science, v.19, n. 1, p.1-7, 2019.

ZENKER, M. M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios Imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae). Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 99-107, 2007.

Conclusões Gerais

A população de *H. armigera* ocorre durante todo o ciclo do grão-de-bico, com seu pico populacional na fase reprodutiva da cultura.

O aumento da temperatura dentro de uma faixa adequada, propicia o crescimento da população de *H. armigera*. Enquanto, o aumento da umidade relativa do ar, reduz a população da espécie.

A captura de adultos de *H. armigera* com armadilhas iscadas com feromônio sexual pode ser utilizada para estimar a população de lagartas no campo.

As espécies *H. armigera* e *S. frugiperda* são capazes de completar seu ciclo de vida e se reproduzirem quando alimentadas com plantas de grão-de-bico.

Para criação em laboratório, o grão-de-bico proporciona uma maior duração do ciclo total e menores gerações ao longo do tempo para as espécies estudadas, quando comparado à dieta artificial, além de proporcionar também menores reproduções de *S. frugiperda*.

Os resultados dessa pesquisa podem ser utilizados para o conhecimento do desenvolvimento das espécies de pragas na cultura do grão-de-bico e posteriormente auxiliar o manejo das mesmas. Ressaltando a importância da realização de mais estudos como este, com a utilização de novas cultivares de grão-de-bico e de outras espécies cultivadas para comparação.