

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

Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera*
(Lepidoptera: Noctuidae) criada em diferentes hospedeiros

Elias Soares Gomes

Dourados-MS
Abril - 2016

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

Elias Soares Gomes

Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) criada em diferentes hospedeiros

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: Entomologia

Orientador: Dr. Crébio José Ávila

Dourados - MS
Abril - 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G631b Gomes, Elias Soares.
Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. / Elias Soares Gomes. – Dourados, MS : UFGD, 2016.
47f.

Orientador: Prof. Dr. Crébio José Ávila.
Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. *Glycine max.* 2. *Gossypium hirsutum.* 3. *Zea mays.* 4. Heliothinae. 5. *Helicoverpa.* I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

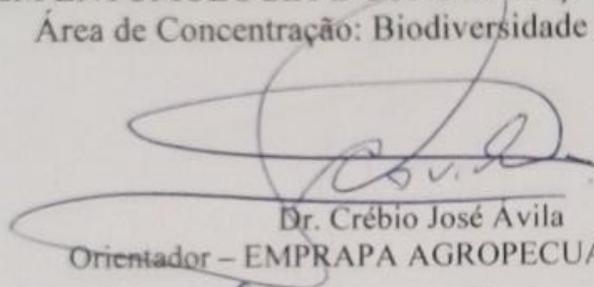
©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**"BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Helicoverpa armigera*
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CRIADA EM DIFERENTES HOSPEDEIROS"**

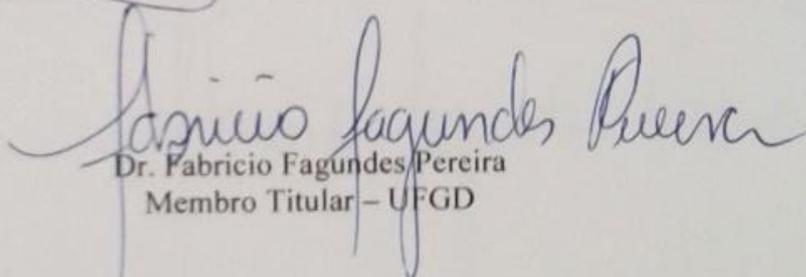
Por

ELIAS SOARES GOMES

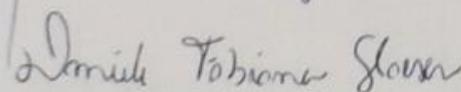
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



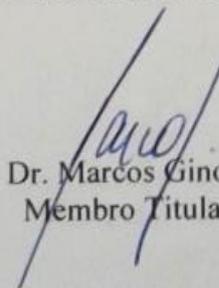
Dr. Crébio José Ávila
Orientador – EMPRAPA AGROPECUÁRIA OESTE



Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Membro Titular – UFGD



Dra. Daniele Fabiana Glaeser
Membro Titular – Bolsista Pós-Doc
EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE



Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular – UFGD

Aprovada em: 22 de abril de 2016

BIOGRAFIA DO ACADÊMICO

Elias Soares Gomes, natural da cidade de Fátima do Sul – estado de Mato Grosso do Sul, nascido aos 29 de Janeiro de 1990, sendo filho de João Adilson Moreira Gomes e Maria Soares Gomes.

Cursou parte do ensino fundamental nas Escolas Estaduais Cândido Mariano (1996 – 2002) e Dóris Mendes Trindade (2003 – 2005) e o ensino médio na Escola Estadual Cândido Mariano (2006 – 2008), todas do Município de Aquidauana, MS.

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade de Aquidauana no período de 2009 a 2013, na qual foi também bolsista de iniciação científica no período de 1 ano. Atualmente desenvolve projeto relacionado a Biologia de Lepidoptera, no Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter sido meu refúgio e amparo nos momentos difíceis e o melhor amigo nas minhas conquistas.

À minha família em especial, aos meus pais João Adilson Moreira Gomes e Maria Soares Gomes que me educaram e ensinaram a respeitar o próximo bem como sempre me incentivaram a lutar pelos meus sonhos.

Ao meu orientador Dr. Crébio José Ávila e co-orientadora, Dra. Viviane Santos por me ajudarem no crescimento e desenvolvimento acadêmico.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da UFGD, juntamente com os professores, funcionários e alunos pelos ensinamentos e convivência.

Ao CNPq pela concessão de bolsa do mestrado.

À *Embrapa Agropecuária Oeste* pelo apoio logístico na condução dos experimentos à campo, bem como aos acadêmicos Daniele Zulin, Denner Manthay Potin, Suélen Cristina da Silva Moreira e Tiago Mota e os estagiários Ely Regina Firmino dos Santos, Fernanda Ramirez de Medeiros, Geicielle Karina Soares Gomes e Maicon André Zorzo que trabalharam no laboratório de entomologia da Embrapa, prestando grande auxílio na condução dos experimentos.

À minha namorada Bianca Gomes pela sabedoria, convivência e incentivo acadêmico.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais João Adilson Moreira Gomes e Maria Soares Gomes e a minha irmã Ellen Cristina Soares Gomes.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO GERAL	14
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
1.1 Identificação de lagartas de <i>H. armigera</i>	16
1.2 Ocorrência e distribuição geográfica de <i>H. armigera</i>	16
1.3 Danos de <i>H. armigera</i>	17
1.4 Bioecologia de <i>H. armigera</i>	18
1.5 Manejo de <i>H. armigera</i>	19
2. REFERÊNCIAS	20
CAPÍTULO 1	24
ABSTRACT	24
RESUMO	25
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	27
Biologia de <i>H. armigera</i> alimentada com diferentes hospedeiros e dieta artificial..	27
Ritmo diário de emergência e postura de <i>H. armigera</i>	28
Tabela de vida de fertilidade.....	29
RESULTADOS	29
Biologia de <i>H. armigera</i> alimentada com diferentes hospedeiros e dieta artificial..	29
Ritmo diário de emergência e postura de <i>H. armigera</i>	35
Tabela de vida de fertilidade.....	37
DISCUSSÃO	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1- Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) criada em diferentes hospedeiros

Tabela		Página
1	Duração das diferentes fases de desenvolvimento, longevidade de machos e fêmeas e ciclo total de <i>H. armigera</i> criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	30
2	Viabilidade das diferentes fases de desenvolvimento de <i>H. armigera</i> criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	31
3	Peso (g), comprimento e largura (mm) de pupas macho e fêmea de <i>H. armigera</i> criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	33
4	Duração do período de pré-oviposição, oviposição, fecundidade diária e total dos adultos fêmea de <i>H. armigera</i> criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	34
5	Taxa líquida de reprodução (R_0), capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (λ), tempo entre cada geração (T) e tempo de duplicação da população (TD) de <i>Helicoverpa armigera</i> . Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	37

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1- Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) criada em diferentes hospedeiros

Figura		Página
1	Ritmo de emergência (dias) de machos e fêmeas de <i>H. armigera</i> criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	35
2	Ritmo de postura de fêmeas de <i>H. armigera</i> criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.....	36

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CRIADA EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

RESUMO GERAL- *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie polífaga que tem causado danos em diversas culturas agrícolas, como algodão, soja, trigo, feijão, tomate, milho bem como de plantas daninhas em vários estados brasileiros. Para que ocorra um efetivo controle de *H. armigera* nos sistemas de produção, baseando-se no Manejo Integrado de Pragas (MIP), é necessária a realização de estudos bioecológicos com essa praga. Objetivou-se com este trabalho estudar a biologia e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* quando suas lagartas foram alimentadas em plantas de algodão, milho, soja, trigo e dieta artificial. Sementes de algodão, soja, milho e trigo foram semeados em casa-de-vegetação na *Embrapa Agropecuária Oeste* (Dourados-MS) para produção de estruturas vegetativas e reprodutivas que foram oferecidas como alimento às lagartas de *H. armigera*. Folhas e estruturas reprodutivas de soja, trigo, algodão, milho, além da dieta artificial foram fornecidos desde o primeiro instar larval da praga e mantido sob condições ambientais controladas (Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 14 h). As lagartas foram individualizadas em placas de Petri de plástico (60 x 15 mm) e permaneceram neste recipiente de criação até a pupação e posterior emergência dos adultos. A largura e comprimento das lagartas e das pupas foram mensurados utilizando-se um parquímetro digital. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 170 lagartas individualizadas/tratamento, sendo cada repetição constituída de 10 lagartas, totalizando assim 17 repetições para cada tratamento (plantas hospedeiras e dieta artificial). Os adultos foram individualizados em gaiolas constituídas por tubos de PVC de 100 mm cobertas com tecido tipo tule no qual as mariposas realizaram as posturas. Utilizou-se um casal por gaiola (repetição), totalizando 20 repetições/tratamento. Registrou-se diariamente o número de ovos/fêmea, bem como a mortalidade de machos e fêmeas provenientes dos diferentes tratamentos. A biologia e os parâmetros da tabela de vida de *H. armigera* quando alimentada em diferentes plantas hospedeiras e dieta artificial foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando constatado efeito significativo de tratamento, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ciclo total de *H. armigera* foi maior para os insetos alimentados com trigo (52,7 dias) e soja (52,2 dias). O peso médio

de pupas fêmea não foi influenciado pelos diferentes hospedeiros utilizados como alimento. Em relação ao ritmo de postura, os insetos alimentados em soja e algodão, apresentaram um padrão de oviposição mais uniforme no período reprodutivo em relação aos alimentados com dieta artificial, trigo e milho. Para o ritmo de emergência de adultos de *H. armigera*, verificou-se que a maioria dos insetos emergiu até os onze dias, não sendo constatado o fenômeno protandria. Os hospedeiros algodão, soja e dieta artificial apresentaram maior viabilidade das fases de desenvolvimento, taxa de sobrevivência de adultos fêmea no período reprodutivo e fecundidade, em comparação aos demais hospedeiros, mostrando-se ser estes alimentos mais adequados para o desenvolvimento de populações de *H. armigera*.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Gossypium hirsutum*, Heliothinae, *Helicoverpa*, tabela de Vida

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) CRIADA EM DIFERENTES HOSPEDEIROS

GENERAL ABSTRACT- *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) is a polyphagous species that has caused damage to several crops, such as cotton, soybean, wheat, beans, tomatoes, corn and weeds in several Brazilian states. So that there is an effective control of *H. armigera* in production systems, based on the Integrated Pest Management (IPM), conducting bio-ecological studies of this pest is required. The objective of this work was to study the biology and the parameters *Helicoverpa armigera* fertility life table when their larvae were fed on cotton plants, corn, soybeans, wheat and artificial diet. Cotton seed, soybean, corn and wheat were sown at home-a greenhouse at Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados-MS) for the production of vegetative and reproductive structures that were offered as food the *H. armigera* caterpillars. Leaves and reproductive soybean structures, wheat, cotton, corn, as well as artificial diet were provided from the first instar of the pest and kept under controlled environmental conditions (temperature: 25 ± 1 ° C, RH: $70 \pm 10\%$, photoperiod: 14 h). Larvae were individually placed in plastic petri dishes (60 x 15 mm) and kept at this setting until pupation container and subsequent adult emergence. The width and length of larvae and pupae were measured using a digital caliper. The experimental design was completely randomized, with 170 individual / treatment caterpillars, with each replicate consisting of 10 tracks, totaling 17 repetitions for each treatment (host plants and artificial diet). Adults were kept individually in cages consist of PVC pipes covered with tulle 100 mm tissue type in which the moths performed postures. We used a couple per cage (repeat), totaling 20 repetitions / treatment. Were recorded daily number of eggs / female and mortality of males and females from the different treatments. Biology and the parameters of *H. armigera* life table when fed on different host plants and artificial diet were subjected to analysis of variance (ANOVA) and when found significant effect of treatment, the means were compared by Tukey test at 5% probability. The total cycle of *H. armigera* was higher for insects fed wheat (52.7 days) and soybeans (52.2 days). The average weight of female pupae was not influenced by different hosts used as food. Regarding the pace of posture, the insects fed on soybeans and cotton, had a more uniform oviposition pattern in reproductive period than those fed with artificial diet, wheat and corn. For emergency rate of *H. armigera* adults, it was

found that most insects emerged to eleven days, the protandry phenomenon is not observed. Cotton hosts, soy and artificial diet have higher variability of the stages of development, adult female survival rate in the reproductive period and fecundity compared to other hosts, showing, these to be most suitable food for the development of populations of *H. armigera*.

Keywords: *Glycine max*, *Gossypium hirsutum*, Heliothinae, *Helicoverpa*, Table of Life

INTRODUÇÃO GERAL

No ano de 2013 foi constatada uma nova espécie de lepidóptero da família Noctuidae, subfamília Heliothinae, a *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), em cultivos de algodão, soja e milho e plantas daninhas da Bahia, Mato Grosso, Paraná, Distrito Federal e Goiás (CZEPAK et al., 2013a). Somente no estado da Bahia na safra de 2011/2012, as perdas causadas por essa praga chegaram a 80% na cultura de algodão, sendo que as culturas de soja e de milho transgênico (Bt) ou não, também sofreram perdas expressivas (ÁVILA et al., 2013). Na safra de 2013/14, estima-se que essa praga causou uma perda de mais de dois bilhões de dólares no Brasil, decorrente da redução de produtividade das culturas bem como dos custos da utilização de produtos fitossanitários para o seu controle nas lavouras (LEITE et al., 2014).

Apesar de o Brasil ter alcançado nestes últimos anos altos índices de produtividade em diferentes cultivos, os danos causados por doenças e pragas tem sido também expressivos. Embora a soja possa apresentar um alto potencial produtivo, uma de suas limitações é justamente a ocorrência de pragas e doenças, já que 42% da produção dessa leguminosa podem ser perdidas como resultado somente do ataque de pragas (SHARMA et al., 2005). Desse modo, fica eminente um risco de queda de produção em várias culturas de importância econômica decorrente do ataque de *H. armigera*, uma vez que essa praga pode estar dispersa em todas as regiões agrícolas, gerando uma preocupação tanto da pesquisa como dos produtores para obtenção de informações visando a sua correta identificação e o seu manejo nos diferentes ambientes em que ocorre no Brasil (ÁVILA et al., 2013).

O conhecimento da biologia e dos fatores que influenciam a dinâmica populacional das pragas é de importância fundamental para o manejo adequado das

mesmas (GALLO et al., 2002). A determinação da biologia e a tabela de vida de fertilidade para *H. armigera* em diferentes hospedeiros fornecerá subsídios para a implementação do manejo integrado dessa espécie nos cultivos. Através do estudo dos aspectos biológicos (ciclo de vida), por exemplo, pode-se saber qual o período (dias) de cada fase de desenvolvimento até a emergência dos adultos e, com isso, planejar qual o momento mais adequado para o seu controle e qual a melhor ferramenta (MIP) a ser utilizada. Com os parâmetros da tabela de vida, pode-se também estimar a taxa de sobrevivência, a reprodução e o crescimento populacional dessa praga em diferentes plantas hospedeiras. Essas informações poderão identificar as plantas hospedeiras mais ou menos adequadas para o desenvolvimento da praga e assim fornecer subsídios para o seu manejo nos sistemas agrícolas.

Algumas informações sobre a biologia de *H. armigera* são relatadas na literatura internacional. Razmjou & Naseri (2014) estudaram a performance dessa espécie em várias plantas hospedeiras, como grão de bico (variedades Arman, Hashem, Azad e Binivich), variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão branco (Dehghan), feijão vermelho (Goli) e tomate (Meshkin). Os autores registraram que o período larval, pupal e tempo de desenvolvimento de *H. armigera* foram mais longos no tomate e menor em grão de bico. Baseado nos parâmetros da biologia e a tabela de vida, estes mesmos autores concluíram que, em comparação com outras plantas, o tomate mostrou ser um hospedeiro inadequado para o desenvolvimento de *H. armigera*. Ali & Choudhury (2009) estudaram as características biológicas, desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade de *H. armigera* em grão de bico e registraram a média de 413 ovos/fêmea e um período de oviposição de 5,8 dias. Segundo os autores, o período de incubação foi de 3,37 dias, a fase larval de 19,1 dias, a fase de pupa de 13,15 dias e o ciclo total da espécie completou-se em 45,8 dias. Kouhi et al. (2014) estudaram a performance dessa espécie em diferentes cultivares de tomate, Naseri et al. (2011) determinaram os parâmetros de reprodução de *H. armigera* quando alimentada com 13 variedades de soja, enquanto Hosseininejad et al. (2015) estudaram a performance de *H. armigera* em 11 híbridos de milho.

Informações sobre a bioecologia de *H. armigera* podem servir de apoio para tomadas de decisões quando fundamentado com as diretrizes do manejo integrado de pragas, ou seja, com base em um controle econômico e sustentável. Um dos fatores que podem influenciar no ciclo de vida e no potencial de reprodução de uma praga está o

alimento (PARRA, 1991). Assim, foram conduzidos estudos com o objetivo geral de estudar a biologia e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *H. armigera* quando suas lagartas foram alimentadas em plantas de algodão, milho, soja, trigo e dieta artificial.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Identificação de lagartas de *Helicoverpa armigera*

No Brasil lagartas pertencentes à família Noctuidae e subfamília Heliothinae têm sido observadas causando danos em vários cultivos agrícolas, com destaque para as espécies *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (ÁVILA et al., 2013). Apesar de as duas primeiras já serem muito bem conhecidas pelos produtores de algodão e de milho do Brasil, sua diferenciação ainda é um desafio. Segundo Thomazoni et al. (2013) a lagarta de *H. virescens* possui no quarto segmento microcerdas ao redor das protuberâncias em que ocorre a inserção do pelo (pinácula), enquanto que em *Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera* essas microcerdas são ausentes. Já a distinção entre *H. armigera* e *H. zea* pode ser realizada somente através de análise de DNA e da análise da genitália do macho (POGUE, 2004; SPECHT et al., 2013). Uma das características das lagartas de *H. armigera* é a grande quantidade de cerdas brancas sobre o corpo e a textura do seu tegumento coriáceo (CZEPAK et al., 2013b).

1.2 Ocorrência e distribuição geográfica de *H. armigera*

É conhecida a ocorrência de 18 espécies de *Helicoverpa* distribuídas no mundo, sendo cinco consideradas de maior importância econômica como segue: *H. zea*, *H. punctigera* (Wallengren), *H. assulta* (Guenée) e *H. armigera*, com a mais ampla distribuição geográfica e *H. gelotopoeon* (Dyar) (THOMAZONI et al., 2013). *H. armigera* é uma praga cosmopolita de ampla distribuição mundial sendo registrada na Europa, Ásia, África e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997). No continente americano essa praga não havia sido detectada até 2013, quando sua presença foi constatada em várias regiões agrícolas do Brasil (CZEPAK et al., 2013a; ÁVILA et al., 2013) e, posteriormente, no Paraguai (SENAVE, 2013) e na Argentina (MURÚA et

al.,2014). Mais recentemente esta espécie foi também confirmada pelo Serviço de Inspeção Sanitária do Departamento de Agricultura nos Estados Unidos (USDA, 2014).

A primeira ocorrência no Brasil foi registrada a partir de insetos coletados em 2013 nos estados de Goiás, em cultivos de soja, no Mato Grosso, em cultivos de algodão (*Gossypium herbaceum*) e na Bahia, em soja tiguera (CZEPAK et al., 2013a). Até então, essa praga não havia sido registrada no continente americano e era considerada praga quarentenária no Brasil. Segundo Ávila et al. (2013), no estado de Mato Grosso do Sul, lagartas de *H. armigera* foram verificadas em lavouras de algodão e soja tanto na região dos Chapadões como em soja na região Sul do Estado. Por ser considerada uma espécie extremamente polífaga (SHARMA et al., 2005), uma vez que se alimenta de várias espécies de plantas, essa característica pode ser determinante na dinâmica populacional dessa praga (MOSCARDI et al., 2012).

1.3 Danos de *H. armigera*

Apesar de as lagartas de *H. armigera* apresentarem preferência por brotos, inflorescências, frutos e legumes, elas também podem se alimentar de folhas e do caule das plantas (REED, 1965; SULLIVAN, 2014). O fato das lagartas preferirem as partes apicais da planta, podem limitar o seu crescimento e causar danos, tanto na fase vegetativa, quanto reprodutiva (CZEPAK et al., 2013b, SALVADORI et al., 2013), o que maximiza as perdas econômicas (FITT 1989; CZEPAK et al., 2013a).

No Brasil, as lagartas de *H. armigera* foram constatadas se alimentando de várias culturas de importância econômica, tais como algodão, soja, milho, tomate, feijão, sorgo, milho, guandu, trigo, canola, aveia-preta, crotalária e citros, bem como em algumas espécies de plantas daninhas (CZEPAK et al., 2013a; SALVADORI et al., 2013). Esse amplo número de hospedeiros já registrados no Brasil podem assumir papel decisivo na sobrevivência e na dinâmica sazonal da praga, podendo dar suporte à manutenção de suas populações nos períodos em que os hospedeiros preferenciais não estão presentes (FITT, 1989; ÁVILA et al., 2013).

Estima-se que a perda mundial causada por lagartas de *H. armigera*, nas diferentes culturas em que ataca, chega anualmente a cinco bilhões de dólares (LAMMERS & MACLEOD, 2007). No estado da Bahia, somente na safra de 2011/2012, as perdas chegaram a 80% na cultura de algodão, sendo que as culturas de soja e de milho transgênico (Bt) ou não, também sofreram perdas expressivas (ÁVILA

et al., 2013). Nas safras de 2012/2013 e 2013/2014 as perdas causadas por esta praga se intensificaram nas principais culturas agrícolas do Brasil. Para a safra de 2013/14 estimou que essa praga tenha causado uma perda de mais de dois bilhões de dólares, decorrente da redução da produtividade das culturas e dos custos com a aplicação de defensivos (LEITE et al., 2014).

1.4 Bioecologia de *H. armigera*

A espécie *H. armigera* é um inseto holometábolo, com o ciclo de vida completando-se em média entre 30 e 60 dias, sendo o seu desenvolvimento influenciado pela qualidade nutricional do alimento e por fatores ambientais, como temperatura e umidade (GUEDES et al., 2013a). O período de incubação varia, em média, de 2 a 12 dias dependendo da temperatura ambiente. Os ovos têm cerca de 0,5 mm de diâmetro, inicialmente são claros, quase brancos e vão escurecendo à medida que se aproxima do período de eclosão das larvas (ALBERNAZ et al., 2014).

A fase larval dura em torno de 14 a 18 dias, sendo que nos períodos mais quentes do ano constatou-se que a lagarta pode durar apenas 12 dias e atingir 40 mm de comprimento, com grande variação quanto à coloração (SALVADORI & SUZANA, 2014). O período larval é constituído de cinco a sete instares, sendo seis é o mais comum. A duração das diferentes fases de desenvolvimento diminui com o aumento de temperatura (SULLIVAN, 2014) e, conforme relatado por Fitt (1989), em condições extremas, o período larval pode se estender por 41,1 dias a 15°C ou durar apenas 10,9 dias, a 35°C. Nos primeiros instares, a lagarta de *H. armigera* apresenta corpo com cerdas escuras abundantes com a sua base brilhante, demonstrando certa semelhança com lagartas de outras espécies da subfamília Heliothinae. A partir do quarto instar, a lagarta começa a exibir inúmeros pelos esbranquiçados, inclusive na cápsula cefálica, uma saliência escura no quarto segmento abdominal e tegumento com aspecto coriáceo (ALBERNAZ et al., 2014).

A magnitude da duração das fases larvais mostra se uma planta é adequada ou não para o desenvolvimento do inseto. Larvas de lepidópteros abastecidas com alimentos altamente nutritivos apresentam taxas de crescimento maiores e período de desenvolvimento completo mais rápido em comparação com larvas alimentadas com alimentos de baixa qualidade (HWANG et al., 2008). Na estação quente, a duração da fase de pupa de *H. armigera*, que ocorre no solo, não varia muito (10 a 12 dias)

(SALVADORI & SUZANA, 2014). Porém, nessa fase pode ocorrer diapausa facultativa e, nesta condição, as pupas podem passar até 140 dias no solo, geralmente em resposta às condições de dias curto (ALBERNAZ et al., 2014; CHEN et al., 2014). Altas temperaturas, entre 33 e 39°C, induzem diapausa de verão (LIU et al., 2006), da mesma forma que temperaturas baixas também promovem diapausa de inverno. A adequação nutricional das plantas hospedeiras pode afetar o potencial de hibernação das pupas e a sua sobrevivência durante esta fase e, conseqüentemente, determinar a intensidade dos surtos da praga nos anos subsequentes (LIU et al., 2006).

Os adultos desta espécie apresentam grande facilidade de dispersão a campo, são migrantes naturais com capacidade de se movimentar por longas distâncias, podendo voar de 1000 a 2000 km nesta fase de desenvolvimento (PEDGLEY, 1985; NIBOUCHE et al., 1998), fato este comprovado devido à sua rápida expansão no território brasileiro (GUEDES et al., 2013b). As mariposas apresentam hábito predominantemente crepuscular, com isso a oviposição ocorre geralmente durante a noite (ALBERNAZ et al., 2014). Cada fêmea tem capacidade média de oviposição de 1000 a 1500 ovos, sendo a postura feita de forma isolada ou em pequenos grupos (dois a três ovos), preferencialmente na face adaxial da folha, sobre talos, flores, frutos e brotações apicais especialmente com superfícies pubescentes. O período de oviposição dura aproximadamente 5,3 dias (NASERI et al., 2011). A longevidade média das fêmeas é de 11,7 dias e dos machos é de 9,2 dias (ALI & CHOUDHURY, 2009).

1.5 Manejo de *H. armigera*

A aplicação de métodos de controle eficientes no manejo de pragas agrícolas deve ser feito a partir dos conhecimentos da bioecologia dessas pragas. Para a *H. armigera* não há ainda nível de dano econômico definido para as condições brasileiras, embora estejam sendo conduzidos estudos para determiná-lo (THOMAZONI et al., 2013).

Para avaliar a adequação potencial de plantas hospedeiras no desenvolvimento de populações de *H. armigera* visando o seu controle, são necessários estudos comparativos da biologia e dos parâmetros da tabela de vida de fertilidade que estima a taxa de sobrevivência, a capacidade reprodutiva e o crescimento populacional dessa praga nas diferentes plantas hospedeiras em que se alimenta (SOUTHWOOD & HENDERSON, 2000). Diante desse esboço faz-se necessário o estudo dos aspectos

biológicos e da tabela de vida de *H. armigera*, a fim de obter subsídios para a implementação de táticas de controle dessa praga nos sistema de produção, tendo como base o manejo integrado de pragas (MIP).

2. REFERÊNCIAS

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. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian Journal of Plant Protection*, Tuniscie, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.

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, 2013. (Circular Técnica, 23).

CHEN, C.; XIA, Q. W.; XIAO, H. J.; XIAO, L.; XU, F. S. A comparison of the life-history traits between diapause and direct development individuals in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. *Journal of Insect Science*, Oxford, v. 14, n. 19, p. 1536- 2442, 2014.

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 *Heliothinae* 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.

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, 2002. 920p.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; PIRINI, 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.; PIRINI, C. R.; ARRUÉ, A.; ROHRIG, A. Manejar ou perder. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, v. 15, 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.

HOSSEININEJAD, A. S.; NASERI, B.; RAZMJOU, J. Comparative Feeding Performance and Digestive Physiology of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae-Fed 11 Corn Hybrids. *Journal of Insect Science*, Oxford, 15(12):1-6. 2015.

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.

HWANG, S. Y.; LIU, C. H.; SHEN, T. C. Effects of plant nutrient availability and host plant species on the performance of two *Pieris* butterflies (Lepidoptera: Pieridae). *Biochemical Sistemática e Ecologia*, New York, v. 36, p. 505- 513, 2008.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). 2007. Disponível em: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>. Acessado em 20 de jan. de 2016.

LEITE, N. A.; PEREIRA, A. A.; CORRÊA, A. S.; ZUCCHI, M.; OMOTO, C. Demographics and Genetic Variability of the New World Bollworm (*Helicoverpa zea*) and the Old World Bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Brazil. *Plos One*, Califórnia, v. 9, n. 11, p. 1-9, 2014.

LIU, Z.; GONG, P.; WU, K.; SUN, J.; LI, D. A true summer diapause induced by high temperatures in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v. 52, p. 1012–1020, 2006.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, B. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Brasília: Embrapa, 2012. p. 213-333.

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 Society*, Flórida, v. 97, n. 2, p. 854- 856, 2014.

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, 17–26, 2011.

NIBOUCHE, S.; BUES, R.; TOUBON, J. F.; POITOUT, S. Allozyme polymorphism in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): comparison of African and European populations. *Heredity*, Oxford, v. 80, p. 438–445, 1998.

PARRA, J. R. P. *Consumo e utilização de alimento por insetos*. In: Panizzi AR, Parra JRP. (Ed). *Ecologia nutricional e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, 1991. p.9-65.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hubner) (Lepidoptera Noctuidae) to the British Isles. *Entomologist's Gazette*, Buckinghamshire, v. 36, p. 15–20, 1985.

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*, Lexington, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

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

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SPECHT, A. *Helicoverpa armigera* no Sul. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, v. 176, n.15, p. 22-23, 2013.

SALVADORI, J. R.; SUZANA, C. S. Saldo da *Helicoverpa*. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, v.15, n. 187, p. 26-28, 2014.

SENAVE. Serviço Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas. Asunción: Senave em alerta tras ingresso de peligrosa plaga agrícola, 2013. Disponível em: <<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alertatrasingresso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 15 de novembro de 2015.

SHARMA, H. C.; PAMPATHY, G.; DHILLON, M. K.; RIDSDILLSMITH, J. T. Detached leaf assay to screen for host plant resistance to *Helicoverpa armigera*. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 98, n. 2, p. 568-576, 2005.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. *Ecological methods*, 3rd edn. *Blackwell Science*, Oxford, p. 592, 2000.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V. DE.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.48, n.6, p.689-692, 2013.

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).

USDA, Animal and Plant Health Inspection Service (2014). Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/NPRG_H_armigera.pdf. Acessado em: 22 de setembro de 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 1

Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) criada em diferentes hospedeiros

ELIAS S. GOMES¹; VIVIANE SANTOS²; CRÉBIO J. ÁVILA²

¹Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Caixa Postal 322, 79804-980 Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. E-mail: eliasjv_gomes@hotmail.com

²Embrapa Agropecuária Oeste, caixa postal 449, 79804-970, Dourados, MS

Abstract

In the year 2013 was found a new species of insect pest in Brazil, *Helicoverpa armigera* (Hübner) on cotton, soybean, corn and weeds in various regions of the country. The objective of this work was to study the biology and the parameters of fertility life table of this kind, when created in different host plants and artificial diet. Caterpillars were created using vegetative and reproductive structures of cotton, soybean, corn, wheat and artificial diet under controlled laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, RH $70 \pm 10\%$ and photoperiod of 14 hours) and individualized on cards plastic Petri (60 x 15 mm), which remained in the breeding container until pupation and adult emergence later. The experimental design was completely randomized with 17 repetitions for each treatment (host plants and artificial diet), being each repetition represented by a group of 10 caterpillars. Adults were kept individually in cages consist of PVC pipes covered with tulle 100 mm tissue type in which the moths performed postures. We used a couple per cage (repeat), totaling 20 repetitions / treatment. It was verified that significant effects of different types of food tested on the development of insect fecundity and laying rate. The results showed that the cotton, soybean and artificial diet showed greater viability of development stages and adult female survival rate of reproductive age and higher fertility compared to crops of corn and wheat.

Keywords: Biological parameters, *Glycine max*, Heliothinae, pest management

Resumo

No ano de 2013 foi constatada uma nova espécie de inseto-praga no Brasil, a *Helicoverpa armigera* (Hübner), em cultivos de algodão, soja, milho e plantas daninhas em várias regiões do país. O objetivo deste trabalho foi estudar a biologia e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade desta espécie, quando criada em diferentes plantas hospedeiras e dieta artificial. As lagartas foram criadas utilizando-se estruturas vegetativas e reprodutivas de algodão, soja, milho, trigo e dieta artificial, sob condições controladas de laboratório ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas). As lagartas foram individualizadas em placas de Petri de plástico (60 x 15 mm), onde permaneceram neste recipiente de criação até a pupação e posterior emergência dos adultos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 17 repetições para cada tratamento (plantas hospedeiras e dieta artificial), sendo cada repetição representada por um grupo de 10 lagartas. Os adultos foram individualizados em gaiolas constituídas por tubos de PVC de 100 mm cobertas com tecido tipo tule no qual as mariposas realizaram as posturas. Utilizou-se um casal por gaiola (repetição), totalizando 20 repetições/tratamento. Verificou-se que houve efeito significativo dos diferentes tipos de alimento testados sobre o desenvolvimento, fecundidade e ritmo de postura do inseto. Os resultados evidenciaram que as plantas do algodão, soja e a dieta artificial proporcionaram maior viabilidade das fases de desenvolvimento, maior taxa de sobrevivência de adultos fêmea no período reprodutivo e fecundidade superior em comparação às culturas do milho e trigo.

Palavras- chave: Parâmetros biológicos, *Glycine max*, Heliiothinae, manejo de pragas

Introdução

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie cosmopolita, que apresenta alto grau de polifagia (JALLOW & ZALUCKI, 1996), sendo considerada uma das principais pragas agrícolas do mundo (REDDY et al., 2004; YU et al., 2008). Essa espécie possui elevado potencial biótico e de danos, plasticidade ecológica (FITT, 1989) e alta capacidade de dispersão (DRAKE, 1991). A sua presença tem sido registrada em várias regiões do mundo, como África, Europa, Ásia e Oceania

(LIU et al., 2004). Recentemente, esta espécie foi confirmada pelo Serviço de Inspeção Sanitária do Departamento de Agricultura nos Estados Unidos (USDA 2014).

Em 2013, lagartas de *H. armigera* foram constatadas alimentando-se de diferentes culturas e plantas daninhas em alguns estados brasileiros (CZEPAK et al., 2013), causando redução de até 80% na produção de algodão e perdas expressivas na soja e no milho, o que exigiu a aplicação de inseticidas para o seu controle, elevando-se assim o custo de produção dessas culturas (LEITE et al., 2014). O fato de o Brasil estar localizado em uma região tropical onde permite o cultivo de diversos hospedeiros ao longo do ano estima-se que esta espécie esteja atualmente presente em praticamente todos os estados brasileiros (ÁVILA et al., 2013).

Lagartas de *H. armigera* se desenvolvem nos diferentes estágios fenológicos de várias famílias de plantas, mas possuem preferência para se alimentar de estruturas reprodutivas dos hospedeiros, como botões florais, frutos, maçãs, espigas, panículas e inflorescências, o que aumenta o seu potencial de danos nas culturas (WACKERS et al., 2007). Segundo estes mesmos autores, essas estruturas vegetais podem exercer influência sobre a busca do inseto pelo hospedeiro, devido à presença de voláteis que podem indicar a presença de recursos nutricionais importantes para garantir o desenvolvimento e a reprodução do inseto. As plantas hospedeiras influenciam a sobrevivência, a duração, o número de instares, a intensidade do consumo larval (SUZANA et al., 2015), bem como a fecundidade e longevidade dos adultos de *H. armigera* (KULKARNI et al., 2004; RUAN & WU, 2001). Apesar das lagartas de muitas espécies de lepidópteros terem adquirido, ao longo do tempo, ampla capacidade para a digestão de alimentos, os mecanismos de antibiose presentes em algumas plantas, podem influenciar diretamente a sobrevivência, o tamanho e o peso dos insetos produzidos (BERNAYS, 1998; SARFRAZ et al., 2006).

Através da biologia completa de uma espécie, pode-se calcular a capacidade intrínseca de crescimento (rm) da população de *H. armigera*, por meio da análise de tabela de vida de fertilidade. Essa análise é essencial para se compreender a taxa de mortalidade, de sobrevivência, o tempo de desenvolvimento, a capacidade reprodutiva e a esperança de vida de uma população (RAZMJOU & NASERI, 2014). Compreender a dinâmica de oviposição de uma praga pode auxiliar no seu manejo como, por exemplo, mantê-la abaixo do nível de dano econômico. Esses parâmetros ecológicos são fundamentais para se avaliar a adequação potencial de diferentes plantas hospedeiras

com relação ao desenvolvimento de *H. armigera* (SOUTHWOOD & HENDERSON, 2000).

Estudaram-se neste trabalho os efeitos de diferentes plantas hospedeiras e da dieta artificial no desenvolvimento de *H. armigera* e nos parâmetros da tabela de vida de fertilidade para esta espécie visando determinar a adequação dos diferentes hospedeiros testados sobre a capacidade de sobrevivência e de reprodução dessa praga.

Material e Métodos

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Entomologia da *Embrapa Agropecuária Oeste*, em Dourados, MS, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa (UR) de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Utilizaram-se insetos provenientes da criação de *H. armigera* em laboratório, com a dieta artificial de Greene et al. (1976). Plantas de algodão, soja, milho e trigo foram cultivadas em vasos (6 litros), em casa-de-vegetação, cujas folhas e estruturas reprodutivas foram utilizadas para alimentar as lagartas.

Biologia de *H. armigera* alimentada com diferentes hospedeiros e dieta artificial

As espécies vegetais utilizadas para alimentação de lagartas de *H. armigera* foram: algodão (cv.CNPA 293 RF), soja (cv. Brasmax Potência), milho (cv.BRS 1010) e trigo (cv. BR 18). A dieta artificial de Greene et al. (1976) foi utilizada como padrão comparativo, pois é empregada com sucesso na criação de *H. armigera*, em laboratório.

170 lagartas neonatas (recém-eclodidas) foram individualizadas em placas de Petri (60 x 15 mm) e alimentadas com discos foliares e partes reprodutivas (vagens de soja; panículas de trigo; flor, botão floral e maçãs de algodão; grãos de milho) das diferentes plantas hospedeiras, além da dieta artificial. Para evitar o ressecamento dos discos foliares, o fundo da placa foi forrado com papel-filtro e umedecido com água destilada. Os insetos foram mantidos nessas placas até a pupação. A troca do alimento era feita à medida que a lagarta se desenvolvia.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração das fases de desenvolvimento, viabilidade de ovo, lagarta e pupa, peso, largura e comprimento de pupa, fecundidade e longevidade de adultos. A pesagem de pupas foi realizada 24 horas após a pupação. Utilizou-se um paquímetro digital para mensurar a largura e comprimento das pupas. A sexagem dos insetos foi realizada nas pupas baseando-se nos caracteres morfológicos descrito por Zenker et al. (2007).

O ensaio foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (quatro espécies vegetais e dieta artificial), com dezessete repetições/tratamento, sendo cada repetição constituída por um grupo de 10 lagartas. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância, utilizando-se o programa R e quando constatado efeito significativo de tratamento, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ritmo diário de emergência e postura de *H. armigera*

Para verificar se ambos os sexos emergem simultaneamente ou se há assincronia na emergência dos adultos, foram sexadas 10 pupas machos e 10 pupas fêmeas/tratamento de mesma idade e individualizadas em recipientes de plástico (60 x 15 mm). Os recipientes foram mantidos nas mesmas condições de temperatura, umidade relativa e fotofase nas quais as lagartas foram criadas. A emergência foi observada diariamente e, em seguida, os adultos foram transferidos para as gaiolas de criação. Após emergência, foram individualizados 20 casais (adultos)/tratamento em gaiolas de tubos de PCV de 100 mm, sendo a parte superior das gaiolas coberta com tecido tipo tule, substrato no qual as mariposas realizaram a postura. Foram considerados para avaliação apenas os adultos normais, desconsiderando adultos com asas mal formadas.

Diariamente era registrado o número de ovos colocados no substrato de oviposição, para se acompanhar o ritmo de postura de *H. armigera*. Para verificar o período de incubação e sobrevivência dos ovos, foram separadas 10 posturas/tratamento, as quais foram mantidas em caixas de poliestireno transparentes. O fundo das gaiolas continha um frasco com solução de água e mel (a 10%) utilizada como fonte de alimento para as mariposas.

Algumas lagartas de terceiro e quinto instar foram armazenadas em frascos de vidro contendo álcool 70% e alguns adultos foram montados em alfinete entomológico e, após secagem em estufa (60 °C), foram depositados na coleção entomológica da Embrapa Agropecuária Oeste. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância, por meio do programa estatístico R e quando constatado efeito significativo de tratamento, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela de vida de fertilidade

Para obtenção dos dados da tabela de vida de fertilidade utilizaram-se apenas adultos fêmea de *H. armigera*, baseando-se no trabalho de Silveira Neto et al. (1976) e calculando-se os seguintes parâmetros:

$$R_0 = \sum mx \cdot lx$$

$$T = \sum (mx \cdot lx \cdot x) / (\sum mx \cdot lx)$$

$$rm = \ln R_0 / T$$

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

$$\lambda = e^{rm}$$

onde,

R₀ é a taxa líquida de reprodução, que corresponde ao número de vezes que a população cresce durante o ciclo de vida; **T** é o intervalo de tempo entre cada geração (dias); **rm** é a capacidade inata de aumentar em número; **TD** é o tempo que leva para a população duplicar em número; λ é a razão finita de aumento populacional, que corresponde ao número de indivíduos adicionados á população/fêmea/dia que darão origem a fêmeas; **mx** é o número de descendentes produzidos/fêmea no estágio x (fertilidade específica) e que produzirão fêmeas; **lx** é a taxa de sobrevivência e **mx.lx** é o total de fêmeas produzidas/fêmea durante o intervalo de tempo. Para calcular **mx** 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).

Resultados

Biologia de *H. armigera* alimentada com diferentes hospedeiros e dieta artificial

O período embrionário de *H. armigera*, referente aos ovos advindos da reprodução da espécie após sua criação em diferentes plantas hospedeiras e na dieta artificial, não foi alterado (Tabela 1). No entanto, a viabilidade de ovos foi maior para os insetos criados em dieta artificial em comparação aos criados em milho, enquanto que para àqueles criados em algodão, soja e trigo não foram constatadas diferenças entre estes e os demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 1. Duração das diferentes fases de desenvolvimento, longevidade de machos e fêmeas e ciclo total de *H. armigera* criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Tratamento	Ovo (dias)	Lagarta (das)	Pupa (dias)	Longevidade		Ciclo Total (dias)
				Macho	Fêmea	
Algodão	3,38 ± 0,32 a ¹	23,85 ± 0,69 a	15,10 ± 0,50 b	12,40 ± 0,52 b	14,85 ± 0,33 a	50,15 ± 1,14 ab
Soja	3,75 ± 0,31 a	23,30 ± 0,33 a	17,60 ± 0,54 a	12,70 ± 0,58 b	16,30 ± 0,87 a	52,20 ± 1,18 a
Dieta artificial	3,25 ± 0,37 a	20,75 ± 0,37 b	14,15 ± 0,60 b	13,55 ± 0,67 b	16,05 ± 0,70 a	46,30 ± 1,61 b
Milho	4,00 ± 0,57 a	24,70 ± 0,40 a	16,15 ± 0,75 ab	10,35 ± 0,72 c	14,15 ± 0,42 a	51,20 ± 1,97 ab
Trigo	4,38 ± 0,32 a	24,95 ± 0,41 a	13,90 ± 0,57 b	15,45 ± 1,00 a	15,55 ± 0,61 a	52,70 ± 1,29 a

Médias ± EP seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 2. Viabilidade (%) das diferentes fases de desenvolvimento de *H. armigera* criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Tratamento	Ovo	Lagarta	Pupa
Algodão	82,60 ab	74,00 ab	86,43 a
Soja	74,70 ab	64,66 ab	67,10 ab
Dieta artificial	97,60 a	84,00 a	82,01 a
Milho	71,20 b	60,70 b	50,70 b
Trigo	77,90 ab	63,33 ab	49,43 b

Médias \pm EP seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A duração da fase larval foi menor quando alimentada com dieta artificial, em comparação aos demais hospedeiros, os quais não diferiram entre si (Tabela 1). Já a viabilidade nessa fase de desenvolvimento foi maior em dieta artificial em comparação ao milho, enquanto que as lagartas alimentadas com algodão, soja e trigo apresentaram viabilidade semelhantes aos demais tratamentos (Tabela 2).

A duração da fase de pupa foi maior para os insetos alimentados com soja, quando comparado aos alimentados com algodão, trigo e dieta artificial e semelhante para aqueles alimentados com milho (Tabela 1). A viabilidade pupal foi maior quando as lagartas foram alimentadas com algodão e dieta artificial, superando aquelas alimentadas com milho e no trigo, enquanto em soja apresentaram a viabilidade pupal semelhante à observada aos demais hospedeiros (Tabela 2).

A longevidade dos adultos machos foi maior para os insetos criados em trigo e menor para os criados no milho, enquanto que os criados em algodão, soja e dieta artificial apresentaram valores intermediários, porém diferentes dos demais hospedeiros (Tabela 1). Já a longevidade de adultos fêmea não diferiu entre os diferentes alimentos oferecidos às lagartas (Tabela 1). O ciclo total de *H. armigera* foi maior para os insetos alimentados com trigo e soja e menor para aqueles mantidos em dieta artificial, enquanto que os alimentados com algodão e milho apresentaram valores intermediários sem diferir dos demais hospedeiros (Tabela 1).

O peso médio de pupas macho foi maior para os insetos criados no algodão e menor para aqueles obtidos com dieta artificial e trigo, enquanto que para os alimentados com soja e milho foram observados valores intermediários, sem diferir

entre os demais hospedeiros (Tabela 3). Já o peso de pupas fêmeas não foi influenciado pelos diferentes hospedeiros utilizados como alimento. Os insetos alimentados com o algodão apresentaram maior comprimento de pupas machos, em comparação aos insetos criados nos demais hospedeiros (Tabela 3). O comprimento pupal de fêmeas criados em algodão e dieta artificial foi maior do que os insetos criados com milho e trigo. A largura pupal foi maior nos machos alimentados com dieta artificial e menor para aqueles alimentados com a soja, enquanto a largura de pupas fêmea não foi influenciada pelos diferentes hospedeiros utilizados como alimento (Tabela 3).

O período de pré-oviposição não foi influenciado pelos diferentes hospedeiros utilizados como alimento (Tabela 4). No entanto, o período de oviposição foi maior para os insetos alimentados com algodão e menores com milho e trigo, enquanto que com soja e dieta artificial apresentaram valores intermediários, sem diferirem entre si. A fecundidade diária também foi afetada pelos diferentes alimentos, sendo maior com algodão em comparação à dieta artificial, trigo e milho. Da mesma forma, a fecundidade total foi também maior para os insetos alimentados com algodão em comparação ao trigo e milho, enquanto que com soja e dieta artificial foram observados valores intermediários, sem que diferissem dos demais hospedeiros (Tabela 4).

Tabela 3. Peso (g), comprimento e largura (mm) de pupas macho e fêmea de *H. armigera* criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Tratamento	Peso Pupa (g)		Comprimento (mm)		Largura (mm)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Algodão	0,274 ± 0,00 a	0,280 ± 0,10 a	19,89 ± 0,21 a	19,78 ± 0,45 a	5,01 ± 0,08 ab	5,16 ± 0,12 a
Soja	0,237 ± 0,00 ab	0,238 ± 0,02 a	17,91 ± 0,72 b	18,52 ± 0,27ab	4,70 ± 0,06 b	5,05 ± 0,20 a
Dieta artificial	0,222 ± 0,04 b	0,343 ± 0,07 a	17,24 ± 0,41 b	19,50 ± 0,46 a	5,28 ± 0,06 a	5,41 ± 0,16 a
Milho	0,230 ± 0,02 ab	0,235 ± 0,02 a	17,74 ± 0,35 b	17,99 ± 0,39 b	4,96 ± 0,21 ab	5,25 ± 0,18 a
Trigo	0,212 ± 0,01 b	0,212 ± 0,01 a	17,25 ± 0,33 b	17,50 ± 0,22 b	4,95 ± 0,15 ab	5,03 ± 0,22 a

Médias ± EP seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Duração do período de pré-oviposição, oviposição, fecundidade diária e total dos adultos fêmea de *H. armigera* criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Tratamento	Período Pré-oviposição (dias)	Período Oviposição (dias)	Fecundidade	
			Diária	Total
Algodão	4,00 ± 0,44 a ¹	12,35 ± 0,94 a	95,72 ± 8,01 a	877,80 ± 89,00 a
Soja	4,20 ± 0,38 a	10,90 ± 0,83 ab	75,17 ± 7,80 ab	748,25 ± 117,06 ab
Dieta artificial	4,30 ± 0,26 a	10,50 ± 0,47 ab	66,27 ± 11,03 b	569,20 ± 78,71 ab
Milho	4,90 ± 0,40 a	8,90 ± 0,34 b	52,95 ± 3,65 b	532,00 ± 36,01 b
Trigo	3,80 ± 0,33 a	8,35 ± 0,46 b	66,45 ± 6,21 b	448,40 ± 48,26 b

Médias ± EP seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Ritmo diário de emergência e de postura de *H. armigera*

A proporção de macho: fêmea de *H. armigera* nos hospedeiros avaliados foi de 1:1, portanto, com uma razão sexual de 0,5. Para o ritmo de emergência de adultos macho e fêmea de *H. armigera*, verificou-se que a maioria dos insetos emergiu até aos onze dias do desenvolvimento pupal (Figura 1). Todavia, mais de 80% dos machos e fêmeas emergiram entre o terceiro e sétimo dia, quando criados com algodão, soja, dieta artificial e trigo, ao passo que em milho cerca de 90% da emergência ficou concentrada entre o sexto e décimo primeiro dia.

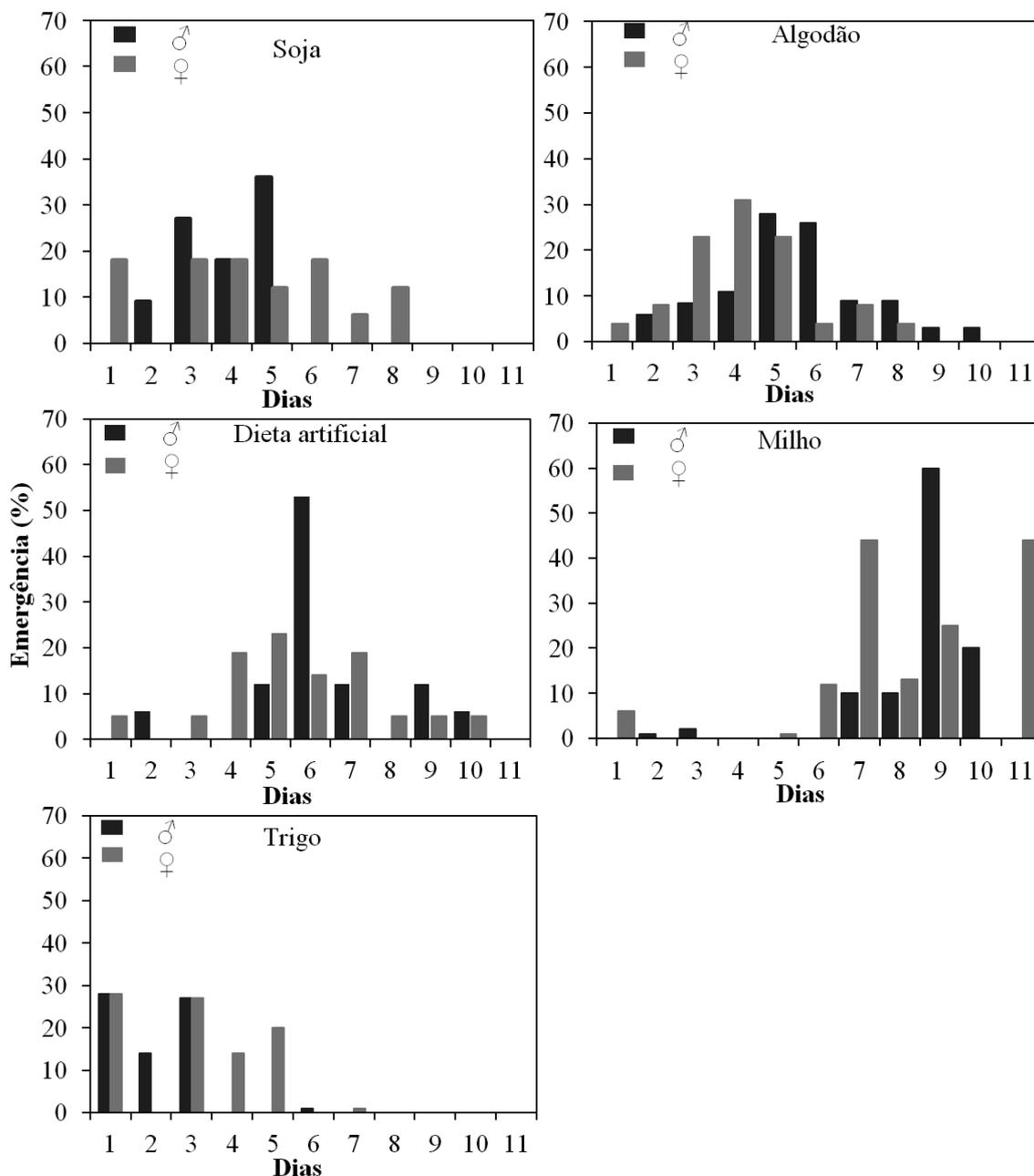


Figura 1. Ritmo de emergência (dias) de machos e fêmeas de *H. armigera* criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Em relação ao ritmo de postura de *H. armigera*, verifica-se que mais de 80% das posturas foram realizadas nas duas primeiras semanas de oviposição para todos os hospedeiros avaliados (Figura 2). O pico de oviposição das mariposas criadas em milho e trigo ocorreu nas duas primeiras semanas e decresceu progressivamente após esse período. Em soja e algodão a postura também se concentrou nas primeiras duas semanas, mas teve um padrão mais uniforme ao longo do período de oviposição (Figura 2).

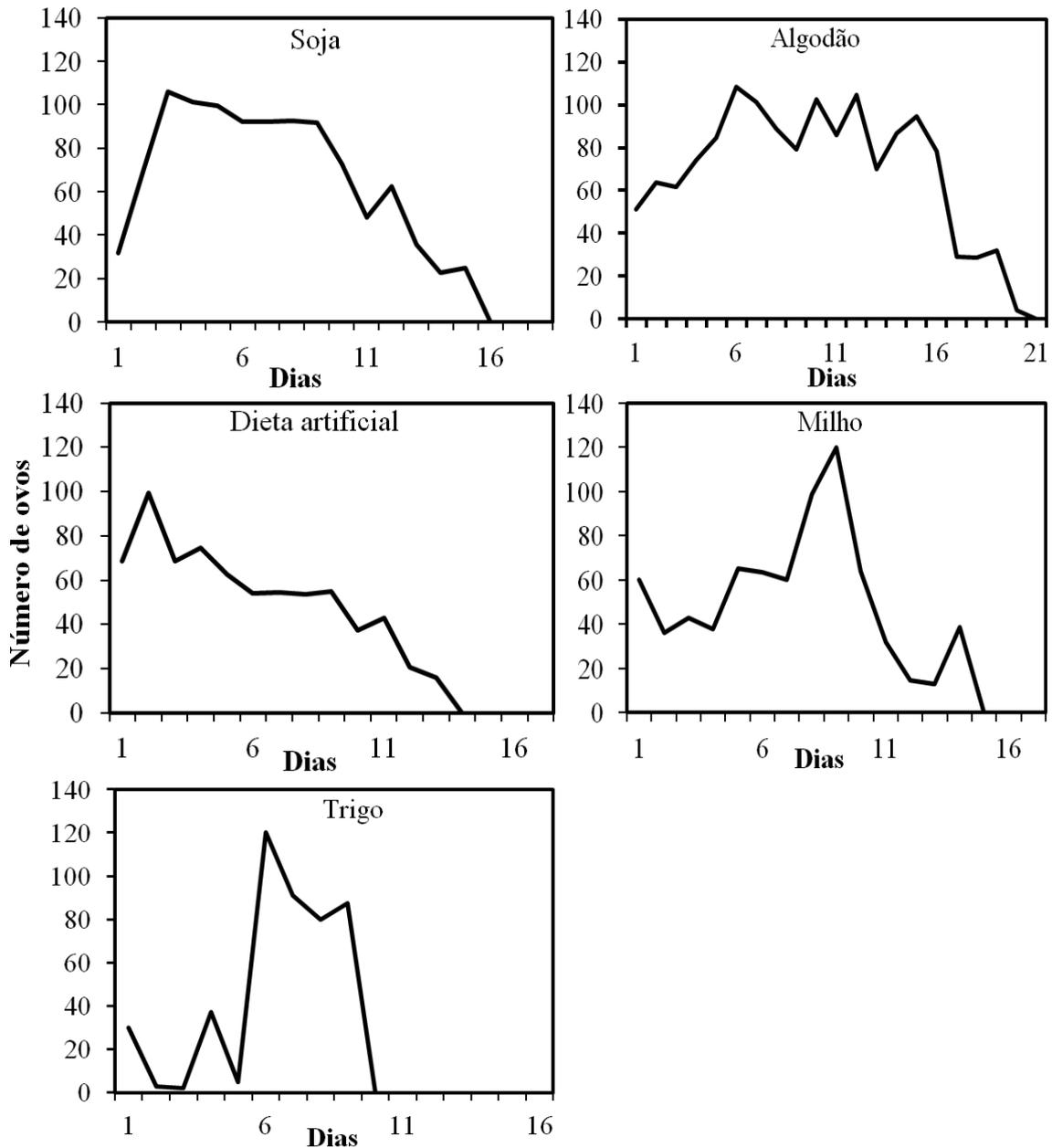


Figura 2. Ritmo de postura de *H. armigera* criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Tabela de vida de fertilidade

A taxa líquida de reprodução (R_0) de fêmeas de *H. armigera* foi maior para os insetos alimentados com o algodão, seguido da soja, e inferior com dieta artificial, milho e trigo (Tabela 5). A taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ) foram superiores com algodão, soja e dieta artificial em comparação aos hospedeiros milho e trigo. O intervalo de tempo entre as gerações (T) de *H. armigera* foi maior com algodão, soja, milho e trigo e menor com a dieta artificial. O tempo gasto para a população de *H. armigera* duplicar em número (TD) foi maior para os insetos alimentados com milho e trigo e menores com algodão, soja e dieta artificial (Tabela 5).

Tabela 5. Taxa líquida de reprodução (R_0), capacidade inata de aumentar em número (r_m), razão finita de aumento (λ), tempo entre cada geração (T) e tempo de duplicação da população (TD) de *Helicoverpa armigera* quando criada em diferentes hospedeiros. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados (MS), 2015.

Tratamento	R_0	r_m	λ	T	TD
Algodão	1.234 a	0,91 a	2,48 a	7,80 a	0,76 b
Soja	755 b	0,84 a	2,32 a	7,90 a	0,83 b
Dieta artificial	546 c	0,94 a	2,56 a	6,73 b	0,74 b
Milho	364 d	0,76 b	2,13 b	7,70 a	0,91 a
Trigo	416 d	0,79 b	2,20 b	7,68 a	0,87 a

Médias \pm EP seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Discussão

A qualidade nutricional dos diferentes hospedeiros testados interferiu significativamente na duração e na sobrevivência da fase imatura de *H. armigera*. Provavelmente, os aspectos nutricionais da dieta artificial foram determinantes para que houvesse essa diferença no desenvolvimento e na viabilidade das larvas, indicando que este alimento foi adequado para a alimentação das larvas de *H. armigera*, em comparação às plantas dos hospedeiros testados. Por outro lado, embora os insetos tenham completado o ciclo de vida nas culturas do milho e do trigo, a duração e a viabilidade larval indicaram que estes hospedeiros são menos adequados para o desenvolvimento de *H. armigera*, em comparação com aos demais tipos de alimento.

Foi observado que as lagartas de *H. armigera* pouco se alimentavam das folhas de milho e trigo, o que não ocorreu com os grãos de milho e as panículas de trigo, apesar de terem sido fornecidos (folhas e partes reprodutivas) desde o primeiro instar larval. Provavelmente as características físicas e químicas presentes nas folhas de milho e do trigo foram determinantes para que houvesse uma longevidade larval superior e uma viabilidade larval inferior em comparação à dieta artificial. Conforme relatado por Suzana et al. (2015) as larvas alimentadas apenas com folhas de milho não completaram esta fase de desenvolvimento, enquanto as que foram alimentadas com as partes reprodutivas de trigo tiveram sobrevivência de 64%, semelhante ao observado neste trabalho. Amer & El-Sayed (2014) observaram que a mortalidade larval em milho foi de 48,33%, próxima também ao valor observado neste trabalho.

Quando as larvas recebem alimentos altamente nutritivos, a tendência é apresentar período de desenvolvimento menor em comparação a alimentos de baixa qualidade (HWANG et al., 2008; PARRA, 1991). Segundo Parra & Haddad (1989) e Kouhi et al. (2014) a duração do período larval é um parâmetro importante, pois mostra se uma espécie vegetal é adequada ou não para a alimentação das larvas. Conforme Green & Ryan (1972), as plantas produzem em resposta a alimentação dos insetos, proteínas inibidoras que podem interferir no seu sistema digestivo. Além disso, os maiores índices de mortalidade larval em milho e trigo podem ser justificados pelo baixo índice nutricional destes alimentos, bem como pela dureza das folhas e/ou alto conteúdo de hemicelulose, que estão normalmente presente nas folhas, especialmente de milho (HEDIN et al., 1990).

Razmjou & Naseri (2014) constataram que diferentes plantas hospedeiras afetaram a duração do período larval, pupal e a sobrevivência das fases de desenvolvimento de *H. armigera*. Suzana et al. (2015) verificaram que a duração da fase larval de *H. armigera* foi influenciada pelo tipo de alimento testado, sendo que quando o inseto foi criado em dieta artificial teve duração de 23,1 dias e viabilidade de 72%, semelhante aos valores verificados neste trabalho.

Em relação às pupas, a elevada mortalidade pupal quando o inseto foi criado em milho e trigo, mostrou uma inadequação desses hospedeiros para esta fase de desenvolvimento de *H. armigera*. O peso de pupas é um parâmetro importante, pois pode indicar se um hospedeiro é adequado para o desenvolvimento bem como para a fecundidade do inseto (LIU et al., 2004). Normalmente pupas fêmeas mais pesadas, apresentam uma fecundidade superior em comparação às pupas com peso menor

(DARYAEI et al., 2007). Porém, os resultados deste trabalho indicam não haver correlação entre peso de pupa e a fertilidade, uma vez que o peso de pupa fêmea não foi influenciado pelos hospedeiros testados, embora tenha havido diferença quanto à fecundidade do inseto quando criado com os diferentes tipos de alimento. Suzana et al. (2015) relatou sobrevivência pupal em soja (56%) e em dieta (72%) semelhantes aos obtidos neste trabalho. Kunjun et al. (1992) registraram sobrevivência pupal em algodão de 85,7% e Amer & El-Sayed (2014) encontraram 92,7% de sobrevivência em dieta artificial.

A fecundidade diária das fêmeas de *H. armigera* registrada no algodão indica que este é um hospedeiro adequado para o desenvolvimento da espécie. O mesmo também foi observado para a fecundidade total, quando os adultos criados em algodão ovipositaram 64% e 95% a mais, respectivamente, em comparação ao milho e trigo. A capacidade de conversão do alimento assimilado na fase larval e as características do próprio inseto podem gerar consequências na fecundidade dos adultos de *H. armigera* (SHANOWER et al., 1997; KULKARNI et al., 2004; AMER & EL-SAYED, 2014). A fecundidade total de *H. armigera* relatada por Amer & El-Sayed (2014) em algodão (380 ovos) e em milho (350 ovos) foram inferiores aos encontrados neste trabalho, porém, a fecundidade total encontrada por estes autores em dieta artificial (500 ovos) assemelha-se aos resultados deste trabalho.

Para os parâmetros da tabela de vida, a taxa líquida de reprodução (R_0) foi superior em algodão, uma vez que apresentaram um número de descendentes produzidos/fêmea e taxa de sobrevivência dos adultos fêmeas elevada durante a primeira semana do período reprodutivo. Os menores valores de R_0 e r_m (taxa intrínseca de crescimento natural) são registrados para o milho e o trigo, que tiveram também baixa fecundidade e mortalidade mais alta no período reprodutivo. Isso enfatiza a baixa adequação dos hospedeiros milho e trigo para o desenvolvimento da população de *H. armigera*. O número de indivíduos adicionados à população/fêmea/dia (λ) indicam ser o algodão, a soja e a dieta artificial os hospedeiros mais adequados para o desenvolvimento da praga. O tempo que a população de *H. armigera* leva para duplicar em número (TD) foi maior em trigo e milho devido à baixa fecundidade e alta mortalidade de adultos fêmea ao final do período reprodutivo e menor no algodão e na dieta artificial, sugerindo que o inseto quando alimentado com esses hospedeiros, tendem a aumentar em número mais rapidamente.

Considerações finais

O manejo de *H. armigera* na cultura do milho e trigo, principalmente em relação à aplicação de defensivos agrícolas, deve levar em consideração que pode haver uma população inicial reduzida dessa praga no campo, em comparação aos outros hospedeiros, uma vez que estes hospedeiros apresentaram alta mortalidade larval e pupal e um baixo potencial biótico. Ao considerar que as mariposas ovipositaram por um período mais longo em algodão e soja, isso pode aumentar o potencial de dano causado pelas lagartas nesses cultivos. O estudo da tabela de vida contribui para o conhecimento do potencial biológico da espécie. Como sugestões, seria importante saber quais são os diferentes voláteis atrativos para *H. armigera* e quais mecanismos que permitem a ela se adaptar aos diferentes ambientes. Ou ainda, qual o ganho que as mudanças evolutivas ou adaptativas lhe permitiram um alto potencial biótico? Certamente, a resposta a essas perguntas, juntamente com as encontradas neste trabalho poderão auxiliar no manejo sustentável e eficaz dessa praga nos sistemas de produção, seguindo as diretrizes do manejo integrado de pragas.

Conclusões

O hospedeiro algodão e soja são adequados para o desenvolvimento de populações de *H. armigera*, pois apresentaram maior viabilidade nas fases de desenvolvimento, maior taxa de sobrevivência de adultos fêmea no período reprodutivo e fecundidade superior aos demais hospedeiros testados e semelhantes ao observado para os insetos criados em dieta artificial. Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade indicam ser o milho e o trigo os hospedeiros menos adequados para o desenvolvimento da população de *H. armigera*, uma vez que apresentaram valores inferiores de R_0 (taxa líquida de reprodução), de r_m (capacidade de aumentar em número) e de λ (razão finita de aumento) em comparação aos demais hospedeiros.

Referências

- 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, 2013. (Circular Técnica, 23).
- AMER, A. E. A.; EL-SAYED, A. A. A. Effect of different host plants and artificial diet on *Helicoverpa armigera* (Hunber) (Lepidoptera: Noctuidae) development and growth index. *Journal of Entomology*, S.I., v. 11, n. 5, p. 299- 205, 2014.
- BERNAYS, E. A. Evolution of feeding behavior in insect herbivores. *Bioscience*, 48: 35-44, 1998.
- 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, 2013.
- DARYAEI, G. M; DARVISHI, S.; ETEBARI, K.; SALEHI, M. Host preference and nutrition efficiency of the gypsy moth, *Lymantria dispar*L. (Lymantriidae: Lepidoptera), on different poplar clones. *Turk Journal Agriculture Food Chemical*, 32:469–476, 2007.
- DRAKE, V. A. *Methods for studying adult movement in Heliothis*. In: Zalucki MP (ed) *Heliothis: research methods and prospects*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 109–121, 1991.
- FAGERSTRÖM, T.; WIKLUND, C. Why do males emerge before females? Protandry as a mating strategy in male and female butterflies. *Oecologia*, Rio de janeiro, 52:164–166, 1982.
- FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 34, p. 17-52, 1989.
- 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.
- GREEN, T. R.; RYAN, C. A. Wound-induced proteinase inhibitor in plant leaves: a possible defense against insect. *Science*, Washington 175: 776–777, 1972.
- HWANG, S. Y.; LIU, C. H.; SHEN, T. C. Effects of plant nutrient availability and host plant species on the performance of two *Pieris* butterflies (Lepidoptera: Pieridae). *Biochemical Sistemática e Ecologia*, New York, v. 36, p. 505- 513, 2008.
- HEDIN, P. A.; WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; BUCKLEN, P. M. Roles of amino acids, protein, and fiber in leaf-feeding resistance of corn to the fall armyworm. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.16, p. 1977-1995, 1990.

- JALLOW, M. F. A.; ZALUCKI, M. P. Within- and between- population variation in host-plant preference and specificity in Australian *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Australian Journal of Zoology*, Osaka, v. 44, p. 503-519, 1996.
- KOUHI, D.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A. Nutritional performance of the tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera*, on different tomato cultivars. *J Insect Sci* 14(102): 1-12, 2014.
- KULKARNI, U. S.; GAWANDE, R. B.; KULKARNI, S. S.; YADGIRWAR, P. V. Comparative studies on the biology of *Helicoverpa armigera* on different food substrates. *Journal of Soils and Crops*, New Delhi, 14:207–208, 2004.
- KUNJUN, W. U.; YUPING, C.; MINGHUI, L. Performances of the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Hubner) at different temperatures and relative humidities. *Journal of Environmental Sciences*, China, 5(2): 158-168, 1992.
- LIU, Z. D.; LI, D. M.; GONG, P. Y.; WU, K. J. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. *Environmental Entomology*, Annapolis 33:1570–1576, 2004.
- LEITE, N. A.; PEREIRA, A. A.; CORRÊA, A. S.; ZUCCHI, M. OMOTO, C. Demographics and Genetic Variability of the New World Bollworm (*Helicoverpa zea*) and the Old World Bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Brazil. *Plos One*, Califórnia, v. 9, n. 11, p. 1-9, 2014.
- PARRA, J. R. P. *Consumo e utilização de alimento por insetos*. In: Panizzi AR, Parra JRP. (Ed). *Ecologia nutricional e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, 1991. p.9-65.
- PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L. *Determinação do número de ínstar de insetos*. Piracicaba, FEALQ, 1989, 45p.
- REDDY, K. S.; RAO, G.R.; RAO, P.A.; RAJASEKHAR, P. Life table studies of the capitulum borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) infesting sunflower. *Journal Entomological Research*, Lansdale, 28:13–18, 2004.
- RAZMJOU, J.; NASERI, B. Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. *Journal Pest Science*, Netherlands, 87:29–37, 2014.
- RUAN, Y. M., WU, K. J. Performances of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* on different food plants. *Acta Entomology*, Bohemoslov, v. 44, p. 205–212, 2001.
- SUZANA, C.S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 4, 2015.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamond back moth-host plant interactions: implications for pest management. *Crop Protection*, Brighton, 25:625–636, 2006.

SOUTHWOOD, T. R. E.; HENDERSON, P. A. *Ecological methods*, 3rd edn. Blackwell. Science, Oxford, p 592, 2000.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, A.; BARBIN, D. N. A. V. Nova. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, Minas Gerais, 1976. 419p.

SHANOWER, T. G.; YOSHIDA, M.; PETER, A. J. Survival, growth, fecundity, and behavior of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on pigeon pea and two wild Cajanus species. *Journal of Economic Entomology*, Oxford, 90: 837–841, 1997.

USDA, Animal and Plant Health Inspection Service (2014). Disponível em: https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/emergency/downloads/NPRG_H_armigera.pdf. Acessado em: 22 de setembro de 2015.

WACKERS, F. L.; JORG, R.; RUN, P. Néctar and pollen feeding by insect herbivores and implications for multitrophic interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, v. 52, p.301-323, 2007.

WIKLUND, C.; FAGERSTRÖM, T. Why do males emerge before females? A hypothesis to explain the incidence of protandry in butterflies. *Oecologia*, Rio de Janeiro, 31: 153–158, 1977.

YU, F. L.; WU, G.; LIU, T. J.; ZHAI, B. P.; CHEN, F. J. Effects of Irrigation on the Performance of Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) during Different Pupal Stages. *International Journal Pest Management*, 54(2): 137-142, 2008.

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