

Suscetibilidade de Cultivares de Tomateiro à *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

8 TRABALHO DECENTE
E CRESCIMENTO
ECONÔMICO



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
232**

**Suscetibilidade de Cultivares de Tomateiro à
Helicoverpa armigera (Hübner)
(Lepidoptera: Noctuidae)**

*Miguel Michereff Filho
Maria Esther de Noronha Fonseca Boiteux
Leonardo Silva Boiteux
Nayara Cristina de Magalhães Sousa
Karla Fernanda Ayres de Souza Silva
Paloma Alves da Silva
Patrícia Santos da Silva
Antônio Williams Moita
Jorge Braz Torres*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na
Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.275-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente
Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica
Flávia M. V. T. Clemente

Membros
Geovani Bernardo Amaro
Lucimeire Pilon
Raphael Augusto de Castro e Melo
Carlos Alberto Lopes
Marçal Henrique Amici Jorge
Alexandre Augusto de Moraes
Giovani Olegário da Silva
Francisco Herbeth Costa dos Santos
Caroline Jácome Costa
Iriani Rodrigues Maldonade
Francisco Vilela Resende
Italo Moraes Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica
Antonia Veras de Souza

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
André L. Garcia

Foto da capa
Miguel Michereff Filho

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Suscetibilidade de cultivares de Tomateiro à *Helicoverpa armigera* (Hübner)
(Lepidoptera: Noctuidae) / Miguel Michereff Filho ... [et al.]. - Brasília, DF:
Embrapa Hortaliças, 2021.
31 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento /
Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 232).

1. Praga de planta. 2. Planta hospedeira. 3. *Solanum lycopersicum*. I.
Michereff Filho, Miguel. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 632.7

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução.....	10
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	17
Conclusões.....	25
Referências	26

Suscetibilidade de Cultivares de Tomateiro à *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)

Miguel Michereff Filho¹

Maria Esther de Noronha Fonseca Boiteux²

Leonardo Silva Boiteux³

Nayara Cristina de Magalhães Sousa⁴

Karla Fernanda Ayres de Souza Silva⁵

Paloma Alves da Silva⁶

Patrícia Santos da Silva⁷

Antônio Williams Moita⁸

Jorge Braz Torres⁹

Resumo – *Helicoverpa armigera* é uma importante praga do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) no Brasil. Este trabalho avaliou a suscetibilidade de nove cultivares de tomateiro à infestação de *H. armigera* em casa de vegetação, com chance de escolha e determinou o desempenho da fase larval da praga nesses genótipos, em condições de laboratório. As cultivares BRS Zamir e BRS Sena apresentaram as menores infestações de lagartas, enquanto BRS Zamir apresentou a menor porcentagem de frutos danificados (11,42%) e o menor consumo de polpa (8,14 g/lagarta), respectivamente. A menor duração do período larval ocorreu em insetos alimentados com frutos da cultivar AP533 (10,94 dias), enquanto os maiores tempos de desenvolvimento foram constatados com frutos de BRS Zamir e BRS Sena (18,3 a 18,6 dias). O peso dos insetos no final da fase larval não diferiu entre os genótipos (0,43 a 0,52 g/lagarta) e os níveis de mortalidade foram inferiores a 19%. Conclui-se que, apesar de efeitos adversos apresentados por alguns genótipos de tomateiro, *H. armigera* pode utilizar estratégias de compensação para consumo e uso de alimento que permitam alto desempenho da fase larval.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Engenheira Agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁴ Bióloga, Doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

⁵ Bióloga, Doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

⁶ Engenheira Agrônoma, Estagiária na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁷ Engenheira Agrônoma, Bolsista FAPDF, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁸ Matemático, Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, Pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia, Professor do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

Nenhum dos genótipos testados apresenta nível de resistência promissor contra *H. armigera*.

Palavras-chave: Preferência hospedeira, broqueamento de frutos, resistência, alimentação, desenvolvimento larval, *Solanum lycopersicum*.

Susceptibility of Tomato Cultivars to *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae)

Abstract – *Helicoverpa armigera* is an important tomato pest (*Solanum lycopersicum* L.) in Brazil. This study evaluated the susceptibility of nine tomato cultivars to *H. armigera* infestation in a greenhouse, in a free-choice test and determined the performance of the pest larval stage in these genotypes, under laboratory conditions. The cultivars BRS Zamir and BRS Sena had the lowest infestations of larvae, while BRS Zamir had the lowest percentage of damaged fruits (11.42%) and the lowest consumption of pulp (8.14 g/caterpillar), respectively. Insects reared on cultivar AP533 showed shortest duration of the larval period (10.94 days), while the longest development times were observed with fruits of BRS Zamir and BRS Sena (18.3 to 18.6 days). The weight of the insects at the end of the larval phase did not differ between the genotypes (0.43 to 0.52 g/caterpillar) and the mortality levels were less than 19%. These results suggest that despite adverse effects presented by some tomato genotypes, *H. armigera* can use compensation strategies for consumption and use of food that allow high performance of the larval phase. None of the tested genotypes has a promising level of resistance against *H. armigera*.

Keywords: Host preference, fruit boring, resistance, feeding, larval development, *Solanum lycopersicum*.

Introdução

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Heliothinae: Noctuidae) está amplamente distribuída no mundo e pode atacar diversas hortaliças, como tomateiro, pimentão, quiabeiro, melancia, ervilha, alface, feijão-vagem, couve-flor, brócolis e milho-doce. No Brasil, esta praga tem causado grandes perdas na produção de tomate, tanto em lavouras destinadas para o mercado de mesa quanto para processamento industrial (Czepak et al., 2013; Michereff Filho et al., 2021).

Adultos de *H. armigera* são mariposas com asas de 30-45 mm de envergadura. As fêmeas depositam os ovos preferencialmente no terço apical das plantas de tomateiro, em folhas próximas às inflorescência abertas ou de cachos de frutos pequenos (Zalucki et al., 1986, 1994; Saour; Causse, 1996; Cunningham et al., 1999; Cameron et al., 2001). As lagartas de *H. armigera* ao final do último ínstar medem de 40-50 mm de comprimento, com grande variação em cores e marcações. A fase de larva tem duração de três a quatro semanas, com cinco a seis instares larvais (Fitt, 1989; Czepak et al., 2013).

Quando recém-eclodidas as lagartas de *H. armigera* raspam as folhas do tomateiro, mas também atacam as flores, podendo prejudicar a polinização e conseqüentemente o número de frutos produzidos. Em instares mais avançados, as lagartas podem causar a queda de pequenos frutos, além de broqueamento e deformação de frutos em diferentes fases de desenvolvimento, os quais podem apodrecer pela ação de microrganismos saprofitos (Czepak et al., 2013a; Pratisoli; Carvalho, 2015).

O uso de inseticidas sintéticos é o principal método de controle de *H. armigera* na cultura do tomateiro (Torres-Vila et al., 2000; Sharma, 2005; Michereff Filho et al., 2021). A limitada eficácia do controle químico de *H. armigera* em cultivos de tomateiro no Brasil tem levado a aplicações sucessivas e de forma calendarizada. Esse uso abusivo de inseticidas ocasiona aumento no custo de produção (Michereff Filho; Michereff, 2017) e pode acarretar sérios problemas, como seleção de indivíduos resistentes aos ingredientes ativos, eliminação de artrópodes benéficos na lavoura e outros danos ambientais,

intoxicações dos produtores rurais e risco à saúde dos consumidores. Diante disso, alternativas de controle dessa praga têm sido muito encorajadas, dentre elas, a resistência de plantas.

As defesas de tomateiros contra artrópodes herbívoros envolvem causas morfológicas (físicas) e químicas, pelas quais as plantas são menos preferidas para oviposição e alimentação, são menos consumidas e danificadas e/ou mostram-se inadequadas nutricionalmente, com interferência direta na preferência hospedeira, taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso corporal, sobrevivência, longevidade e no desempenho reprodutivo da espécie (Leite, 2004; Stout et al., 2018). A menor suscetibilidade dos genótipos de tomateiro à *H. armigera* está associada a características como alta densidade de tricomas glandulares do tipo IV e VI nas folhas, sépalas e superfície dos frutos, baixos teores de nitrogênio e açúcares não redutores, altos teores de orto-di-hidroxifenóis, metil-cetonas, sesquiterpenos e de ácido ascórbico e alta acidez nas folhas e frutos, bem como maior dureza do limbo foliar, superfície do fruto mais lisa, maior dureza da casca (exocarpo) e maior espessura do pericarpo. Estas causas de resistência são encontradas principalmente em acessos de tomateiros selvagens como *Solanum habrochaites* Knapp & Spooner, *S. pennelli* Correll e *S. galapagense* Darwin & Peralta e em algumas cultivares de *S. lycopersicum* (Selvanarayanan; Narayanasamy, 2006; Sharma et al., 2009; Daboul et al., 2011; Kouhi et al., 2014; Usman et al., 2015; Jooyandeth et al., 2018; Stout et al., 2018).

Apesar da grande importância de *H. armigera* para a cadeia produtiva do tomateiro no Brasil, ainda faltam informações do nível de suscetibilidade ou resistência das cultivares e da biologia da praga nesses genótipos. Isto será fundamental para o avanço do conhecimento sobre a adequação hospedeira, a relação entre magnitude de lesões e perdas na produção e a influência do genótipo na dinâmica populacional desse lepidóptero, os quais são componentes fundamentais para o aprimoramento do manejo integrado dessa praga. Assim, o presente trabalho teve como objetivos: i) determinar a suscetibilidade de cultivares de tomateiro à *H. armigera*, considerando a infestação de lagartas nas plantas e as injúrias nos frutos e ii) avaliar a adequação hospedeira desses genótipos a partir de parâmetros biológicos e do consumo e uso do alimento na fase larval da praga.

Material e Métodos

Local dos ensaios e condições de criação do inseto

Os experimentos foram conduzidos em casas de vegetação e no Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF.

A criação de *H. armigera* foi estabelecida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças. Inicialmente, foram coletadas lagartas advindas de cultivos de tomate para processamento industrial da região de Luziânia/Cristalina-GO. Para garantir a pureza da criação, a partir das mariposas da primeira geração em laboratório, foram coletados indivíduos para identificação da espécie mediante análise molecular de sequenciamento de DNA, conforme descrito por Michereff Filho et al. (2018). Após a obtenção de lagartas de *H. armigera*, essas foram individualizadas em copo plástico de 50 mL, com tampa acrílica transparente, contendo porções de dieta artificial para Noctuidae (Greene et al., 1976), com modificações conforme Montezano et al. (2013) e Truzi et al. (2019), onde permaneceram até atingirem a fase de pupa. As pupas foram retiradas dos copos plásticos e sexadas conforme Butt e Cantu (1962). Após a sexagem, as pupas foram colocadas em caixas tipo Gerbox®, contendo papel filtro levemente umedecido com água destilada, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Estes, por sua vez, foram agrupados em casais dentro de gaiolas de polietileno (50 cm x 30 cm x 30 cm), forradas internamente com papel kraft, utilizado como substrato para oviposição.

Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10% (v/v). Os ovos coletados a cada 48 horas foram armazenados em copos de plástico de 500 mL com tampa, para obtenção de novas lagartas. Uma parte das lagartas foi utilizada para a manutenção da criação e obtenção de adultos e a outra parte foi destinada aos estudos em laboratório. A colônia de *H. armigera* (adultos e lagartas) foi mantida em sala climatizada com temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Material vegetal

Foram utilizados nove cultivares de tomateiro, sendo cinco destinadas para a produção de mesa (BRS Nagai, BRS Portinari, BRS Zamir, Genlavr 6 x TGRSW-F1 e TY2006) e quatro exclusivamente para o processamento industrial (AP533, BRS Sena, H9553 e Viradoro) (Tabela 1).

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade de 5 L, contendo solo preparado com proporções iguais de solo, casca de arroz e cama de frango. Cada genótipo de tomateiro foi semeado em bandejas de poliestireno de 128 células, com substrato comercial para produção de mudas (Bioplant, Nova Ponte - MG). O transplântio das mudas de tomateiro para vasos plásticos foi realizado no momento em que as plantas atingiram 35 dias de idade, com 4-5 folhas definitivas. Todos os genótipos de tomateiro, antes de serem utilizados nos estudos, permaneceram em casas de vegetação (5 m x 3,5 m x 4,2 m) livres de infestação de pragas. Os tratos culturais foram adotados conforme recomendado para o cultivo de tomate tutorado para mesa (Filgueira, 2003; Alvarenga; Coelho, 2013) e para processamento industrial (Filgueira 2003; Clemente; Boiteux, 2012), respectivamente, porém, sem a aplicação de inseticidas.

Caracterização de cultivares de tomateiro com base na infestação e no dano

Foram conduzidos dois experimentos independentes em casa de vegetação, onde foi determinado o nível de suscetibilidade das nove cultivares de tomateiro à *H. armigera*, em teste com chance de escolha pela praga. Foram utilizadas duas casas de vegetação do tipo 'capela', com cobertura e

Tabela 1. Cultivares de tomateiro utilizados em testes com chance de escolha, nas condições de casa de vegetação. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF.

Cultivar	Empresa	Destino/Grupo	Hábito	Condução
Genlavr 6 x TGRSW-F1	Embrapa	mesa/ Santa Cruz	semi-determinado	meia-estaca
BRS Nagai	AgroCinco	mesa/Santa Cruz	indeterminado	tutorado
BRS Portinari	AgroCinco	mesa/saladete	indeterminado	tutorado
BRS Zamir	AgroCinco	mesa/cereja	indeterminado	tutorado
TY2006	Seminis	mesa/saladete industrial	semi-determinado	meia-estaca/ rasteiro
AP533	Seminis	industrial mesa/saladete	determinado	rasteiro
BRS Sena	Embrapa	industrial	determinado	rasteiro
H9553	Heinz Seed	industrial	determinado	rasteiro
Viradoro	Embrapa	industrial	determinado	rasteiro

cortinamento de vidro, tela antiáfideo nas laterais e com dimensões de 25 m x 8 m x 4,2 m. Em uma casa de vegetação foram testadas as cultivares com produção destinada para mesa e na outra estrutura foram acondicionadas aquelas cultivares para processamento industrial.

As plantas foram utilizadas nos experimentos quando atingiram 60 dias do transplântio. Na época, o primeiro cacho em desenvolvimento apresentava frutos com cerca de 2,5 cm de diâmetro. Dentro de cada casa de vegetação, os vasos foram dispostos em 12 fileiras (demarcadas como blocos) ao longo do comprimento da casa de vegetação, com uma parcela constituída por quatro plantas consecutivas da mesma cultivar.

Para as cultivares com produção destinada à mesa e tutoradas (BRS Nagai, BRS Portinari e BRS Zamir) a condução das plantas com crescimento indeterminado foi feita em haste única, com cada planta tutorada individualmente por fitilho. Para as cultivares TY2006 e Genlavr 6 x TGRSW-F1, com crescimento semi-determinado, adotou-se a condução em meio-estaca, conforme Filgueira (2003) e Alvarenga e Coelho (2013). Para as cultivares com produção destinada ao processamento industrial as plantas não foram tutoradas (Filgueira, 2003; Clemente; Boiteux, 2012). Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento nas duas casas de vegetação.

A primeira liberação de mariposas na casa de vegetação foi realizada com 100 casais, após 10 dias da disposição das plantas no local. A segunda liberação, também, com 100 casais, foi realizada sete dias após a primeira liberação. Para a liberação das mariposas foram utilizadas gaiolas plásticas cilíndricas, com 10 casais em cada gaiola. Estas gaiolas foram colocadas entre as fileiras e distanciadas quatro metros entre si. As mariposas foram liberadas mediante remoção do tecido de organza que cobria cada gaiola.

Após 20 dias da última liberação de adultos de *H. armigera* foi realizada a avaliação de infestação e danos. A densidade de lagartas por planta foi estimada a partir da inspeção de toda a planta, enquanto para a porcentagem de frutos broqueados foram considerados todos os frutos acima de 2,0 cm de diâmetro em cada planta. Os dados de cada cultivar foram agrupados por parcela. Em ambos experimentos, o delineamento foi em blocos casualizados, com 12 repetições (fileiras), cada repetição representada por uma parcela

com quatro plantas da mesma cultivar. No experimento com cultivares de tomateiro para mesa foram avaliados cinco tratamentos, enquanto no experimento com cultivares para processamento industrial contou-se com quatro tratamentos.

Aspectos biológicos de H. armigera nas cultivares de tomateiro

Os estudos foram realizados em câmara climatizada do tipo BOD ($25 \pm 1,5^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 12\%$ e fotofase de 12 horas). No primeiro experimento foi determinado o desempenho de lagartas alimentadas em frutos verdes das nove cultivares de tomateiro e em uma dieta artificial, sem chance de escolha. Foram utilizadas lagartas do terceiro ínstar individualizadas em recipientes plásticos cilíndricos (capacidade de 150 mL) com tampa telada, contendo em seu interior um fruto da respectiva cultivar sobre papel filtro e vermiculita estéreis acondicionados no fundo. Os frutos utilizados no experimento foram colhidos com o cálice, selecionando-se aqueles verdes, de tamanho médio (3,1 a 5 cm de diâmetro), com superfície lisa e ausência de manchas. Este tipo de fruto foi escolhido por representar a categoria com os maiores níveis de infestação e perdas ocasionadas por *H. armigera*, conforme constatado por Michereff Filho et al. (2020). Como tratamento padrão foi utilizada a dieta artificial para noctuídeos de Greene et al. (1976), com modificações conforme Montezano et al. (2013) e Truzzi et al. (2019). Esta dieta foi composta por: feijão branco (*Phaseolus vulgaris* L, cv. IPR Garça) (75,0 g), germe de trigo (60,0 g), proteína de soja (30g), leite em pó (30 g), extrato de levedura (37,5 g), ácido ascórbico (3,6 g), ácido sórbico (1,8 g), metilparahidroxibenzoato (Nipagin; 3,0 g); solução vitamínica de Vanderzant (9,0 mL), tetraciclina (0,12 g), formaldeído 40% (3,6 mL), ágar (23,0 g) e água destilada (1.400 mL). A solução vitamínica foi constituída por niacinamida (1,0 g), pantotenato de sódio (1,0 g), riboflavina (0,5 g), tiamina (0,25 g), piridoxina (0,25 g), ácido fólico (0,1 g), biotina (0,02 mg) e vitamina B12 (2,0 mL da solução 1.000 mg mL⁻¹); sendo que a mistura da parte em pó com a líquida foi realizada em 1.000 mL de água destilada.

Antes de serem disponibilizados aos insetos, os frutos foram previamente lavados, imersos em hipoclorito de sódio (5% v/v) e enxaguados em água destilada deionizada e o excesso de umidade foi retirado com papel toalha. Em seguida, foram pesados individualmente (peso inicial do alimento oferecido) e acondicionados nos recipientes.

Ao atingirem o terceiro ínstar, as lagartas foram retiradas da criação com pincel de cerdas finas, individualizadas em recipientes limpos, onde permaneceram quatro horas sem alimentação. Posteriormente, uma lagarta foi transferida para cada recipiente com a comida. O alimento foi substituído quando necessário. Foram registrados o peso inicial do alimento oferecido, o peso do alimento não consumido (sobra), o peso das fezes produzidas pela lagarta, o peso das lagartas e a mortalidade, até os insetos chegarem a fase de pré-pupa. Na pesagem utilizou-se uma balança analítica com precisão de 0,0001 g. Paralelamente, foram separadas alíquotas de 10 frutos verdes de cada cultivar e 2 g de dieta artificial, sem lagarta e similares aos utilizados no experimento, visando determinar a redução de peso do alimento devido à perda de água por desidratação ao longo do tempo, e os valores estimados foram deduzidos do alimento ingerido (polpa consumida) pelo inseto, conforme proposto por Kogan (1986). Todos os valores obtidos foram expressos em peso fresco (gramas). As variáveis analisadas foram: peso da lagarta no final do sexto ínstar, peso do alimento consumido, peso das fezes, peso do alimento digerido, a duração do período entre o terceiro ínstar e a pupação (correspondendo ao tempo para alcançar o máximo desenvolvimento larval) e mortalidade de lagartas, em cada cultivar de tomateiro e na dieta artificial. A quantidade de alimento consumido foi determinada mediante subtração do peso do alimento oferecido pelo alimento não ingerido (sobra) pela lagarta até o final do sexto ínstar. A quantidade de alimento digerido foi calculada pela subtração do peso do alimento consumido pelo peso das fezes produzidas pela lagarta (Kogan, 1986; Parra et al., 2009). A mortalidade foi estimada considerando-se o total de lagartas liberadas e as sobreviventes em cada tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos (cultivares) e de 5 a 10 repetições, cada repetição representada por uma lagarta individualizada em recipiente com um fruto.

No segundo experimento determinou-se o número de frutos atacados pela lagarta de *H. armigera* em razão da cultivar de tomateiro. Foram utilizados recipientes plásticos (16,0 cm x 11,5 cm x 11,5 cm) com tampas teladas, cada um contendo cinco frutos verdes de tamanho e peso similares e de uma única cultivar, acondicionados sobre papel filtro e vermiculita, de forma equidistante (aproximadamente 5 cm). Uma lagarta de terceiro ínstar foi liberada no centro de cada recipiente e diariamente avaliou-se a quantidade de frutos atacados pelo inseto até a fase de pré-pupa. Frutos injuriados e abandonados pela

lagarta ou muito danificados e com presença de fungos saprofitos foram substituídos por frutos sadios, de tamanho e peso similares. Frutos atacados durante vários dias sucessivos foram contabilizados apenas uma vez, até sua substituição. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com nove tratamentos (cultivares) e 10 repetições, cada repetição representada por uma lagarta.

Análises estatísticas

Em razão da falta de independência entre tratamentos nos experimentos com chance de escolha nas casas de vegetação, os genótipos de tomateiro testados, respectivamente, foram ordenados em postos ('ranking') dentro de cada bloco/repetição, de 1 (o menos preferido) ao mais preferido, com base na densidade de lagartas e na porcentagem de frutos broqueados, dependendo do número de tratamentos avaliados (Menezes Junior et al., 2005). Em seguida foi calculada a soma dos postos ('rank sums') para cada tratamento (genótipo de tomateiro) e estes dados foram submetidos a teste de Friedman para delineamento em blocos (Conover, 1999). Para cada experimento também foram efetuadas comparações múltiplas entre pares de tratamentos baseadas nas diferenças de somas de postos, adotando-se o ajuste sequencial de Holm para o nível de significância (Holm, 1979).

Para contemplar os pressupostos de distribuição normal e homogeneidade de variância, os dados referentes ao peso final da lagarta, do alimento consumido, das fezes e do alimento digerido, ao tempo de alimentação e ao número de frutos atacados pela lagarta foram previamente transformados em $\log(x+1)$. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Os dados de mortalidade foram comparados pelo teste exato de Fisher, a 5% de significância.

Resultados e discussão

Houve diferenças significativas na densidade de lagartas de *H. armigera* e no seu ataque aos frutos (teste de Friedman; $P > 0,05$), tanto entre as cultivares de tomateiro para mesa como entre aquelas destinadas para processamento industrial (Tabela 2). Nenhum dos genótipos foi isento da infestação de lagartas

e dos danos nos frutos, porém, constatou-se variabilidade na suscetibilidade a *H. armigera*. Nas cultivares de tomateiro para mesa, a menor densidade de lagartas ocorreu em BRS Zamir (2,50 lagartas/planta), enquanto as maiores infestações foram verificadas nos genótipos TY2006 (6,25 lagartas/planta) e Genlavr 6 x TGRSW (5,15 lagartas/planta), os quais não diferiram entre si. As demais cultivares apresentaram resultados intermediários. De forma similar, o menor nível de broqueamento de frutos foi constatado na cultivar BRS Zamir (11,42%), enquanto a cultivar TY 2006 apresentou a maior porcentagem de frutos danificados (38,27%). Nas cultivares de tomateiro para processamento industrial, a menor densidade de lagartas ocorreu na cultivar BRS Sena (2,58 lagartas/planta) e a cultivar Viradoro teve a maior infestação de lagartas (7,33 lagartas/planta), enquanto AP533 e H9553 apresentaram valores intermediários. O broqueamento de frutos foi elevado (31,54% a 42,57%) e sem diferença significativa entre as cultivares para processamento industrial (Tabela 2). Estas variações nos níveis de infestação e injúrias sugerem diferenças na preferência hospedeira para oviposição entre os genótipos de tomateiro testados, em combinação com diferenças estruturais na arquitetura das plantas e níveis variáveis de antibiose sobre as lagartas que se alimentaram de folíolos, flores e frutos (Selvanarayanan; Narayanasamy, 2006; Sharma et al., 2009).

Os níveis de infestação e injúrias do presente estudo se assemelharam aos relatos de Michereff Filho et al. (2020), os quais constataram entre 4,7% e 46,9% de frutos broqueados por *H. armigera* em cultivos de tomateiro para processamento industrial no estado de Goiás, nas safras de 2014 a 2017. Entretanto, somente a cultivar BRS Zamir se aproximou dos níveis de broqueamento de frutos (0-13,7%) verificados previamente em acessos de *S. habrochaites* e *S. pennellii*, que foram apontados por Michereff Filho et al. (2019) como altamente resistentes, sobre a mesma população local de *H. armigera*. Por outro lado, no Brasil não há registros oficiais sobre a porcentagem de frutos danificados e nem de perdas na produção por *H. armigera* em cultivos comerciais de tomate para mesa. Contudo, a partir de relatos de produtores de Goiás, estima-se que durante os surtos populacionais da praga em 2012 e 2013 vários cultivos de tomate para mesa alcançaram nível de broqueamento de frutos superior a 60% (Michereff Filho et al., 2021). Na Índia, Paquistão e Síria, onde *H. armigera* é praga severa do tomateiro, há registros entre 18% e 77,8% de frutos broqueados (Ahmed, 1994; Dhandapa-ni et al., 2003; Sharma et al., 2009; Daboul et al., 2011; Ashfaq et al., 2012).

Os parâmetros biológicos e de consumo do alimento de lagartas de *H. armigera* que foram avaliados em laboratório permitiram estabelecer uma associação entre a qualidade nutricional dos genótipos de tomateiro e o desempenho da praga.

A quantidade de alimento ingerido depende de vários fatores e pode fazer parte de diferentes estratégias de forrageamento utilizadas pelo inseto para otimizar a correta mistura e equilíbrio de nutrientes necessários para seu desenvolvimento, a partir da fonte de alimento disponível ou planta hospedeira (Behmer, 2009; Vendramim; Guzzo, 2009). Geralmente, um alimento de alta qualidade nutricional é consumido em menor quantidade simplesmente porque o inseto é capaz de convertê-lo de forma mais eficiente em biomassa e consegue suprir suas demandas metabólicas, para atingir níveis adequados de crescimento e desenvolvimento, a exemplo do que poderia acontecer com uma dieta artificial balanceada. Além disso, o inseto pode apresentar uma taxa de consumo menor para que o alimento ingerido possa passar pelo sistema digestório mais lentamente, e assim seja assimilado, convertido e utilizado de forma mais eficaz (Behmer, 2009). Por outro lado, características morfológicas (textura, dureza e espessura do pericarpo) e a presença de compostos químicos no fruto com ação repelente, deterrente ou tóxica, assim como a ausência ou a baixa proporção de compostos que estimulem o comportamento de alimentação (fagoestimulantes), são fatores do hospedeiro que podem inibir o forrageamento da lagarta, causando menor consumo de alimento (Selvanarayanan; Narayanasamy, 2006; Sharma et al., 2009; Vendramim; Guzzo, 2009; Usman et al., 2015; Jooyandeh et al., 2018; Stout et al., 2018). Neste contexto, a quantidade de alimento consumido pela lagarta, do terceiro ínstar até a pupação, diferiu entre os alimentos testados (Anova; $P < 0,01$) (Tabela 3). O menor consumo de alimento ocorreu em frutos da cultivar BRS Zamir (8,14 g/lagarta), enquanto os maiores níveis de consumo foram constatados em BRS Portinari, Genlavr 6 x TGRSW, Viradoro, AP533, H9553 e BRS Nagai (11,27 a 12,80 g/lagarta), os quais não diferiram entre si. As cultivares TY2006 e BRS Sena apresentaram valores intermediários de consumo de polpa, não diferindo da dieta artificial (9,74 g/lagarta). No conjunto dos genótipos, o consumo médio de polpa de fruto por lagarta foi de $10,69 \pm 0,53$ g.

A quantidade de fezes produzidas e de alimento digerido por lagarta e o tempo de desenvolvimento das lagartas também diferiram entre os alimentos (Anova; $P < 0,05$). O alimento digerido ou assimilado, se refere à parte do alimento ingerido que foi utilizada pelo inseto para conversão em biomassa (ganho de peso) e/ou energia para o metabolismo. Quanto menor o peso médio das fezes, maior é a assimilação do alimento consumido pelo inseto (Parra et al., 2009; Vendramim; Guzzo, 2009). Os maiores níveis de alimento digerido (Tabela 3) foram observados em lagartas alimentadas com frutos de BRS Portinari, Viradoro, AP533, Genlavr 6 x TGRSW, H9553, BRS Nagai, TY2006 e com a dieta artificial (8,19 a 10,55 g/lagarta), enquanto os menores níveis de alimento digerido foram propiciados por frutos de BRS Zamir e BRS Sena (6,81 a 7,69 g/lagarta). Baixa quantidade de alimento digerido indica que boa parte do alimento consumido não foi utilizado pelo inseto e acabou sendo excretado, em razão do baixo valor nutricional (qualidade) da dieta e/ou da presença de compostos químicos que afetaram negativamente a digestão e a assimilação daquele alimento (Behmer, 2009; Vendramim; Guzzo, 2009; Kouhi et al., 2014). Portanto, os resultados obtidos indicaram baixa adequabilidade das cultivares BRS Zamir e BRS Sena diante das exigências nutricionais para o desenvolvimento de *H. armigera* até a pupação, também podendo estar associada a algum nível de antibiose.

A duração dos ínstaras larvais e, conseqüentemente, do período de desenvolvimento de larva até adulto também pode indicar se a planta é adequada ou inadequada para alimentação do inseto. Lagartas que consomem alimentos altamente nutritivos tendem a apresentar maiores taxas de crescimento e maior velocidade para o desenvolvimento até pupa, em relação àquelas lagartas que consumiram alimentos de baixo valor nutricional (Vendramim; Guzzo, 2009; Kouhi et al., 2014). Foram constatados seis ínstaras larvais de *H. armigera*, independentemente do genótipo de tomateiro avaliado. As menores durações do período larval, entre o terceiro ínstar e a pupação, foram constatadas em lagartas alimentadas com frutos da cultivar AP533 (10,94 dias) e com dieta artificial (12,0 dias), enquanto os maiores tempos de desenvolvimento estiveram associados aos frutos de BRS Zamir e BRS Sena (18,3 a 18,6 dias); já nos demais genótipos foram obtidos valores intermediários para o tempo de desenvolvimento das lagartas. Estes valores encontram-se dentro da faixa de variação para o desenvolvimento larval em genótipos de tomateiro relatada por diversos autores (Ahmed, 1994;

Safuraie-Parizi et al., 2014; Yücel; Genç, 2018; Costa, 2017; Kumar et al., 2017; Bishit et al., 2018; Jooyandeth et al., 2018; Casimero et al., 2000). Estes resultados sugerem que, a cultivar AP533 foi altamente nutritiva e mais apropriada para as lagartas de *H. armigera*, visto que um período mais curto de desenvolvimento foi necessário para o inseto completar a fase larval.

A maior duração do período de desenvolvimento larval é considerada por alguns autores como uma ação compensatória para que as lagartas consigam se desenvolver e formar pupas com pesos maiores, apesar dos hospedeiros não atenderem satisfatoriamente as exigências nutricionais do lepidóptero ou apresentarem compostos químicos adversos que exigem maior custo metabólico (Behmer, 2009; Vendramim; Guzzo, 2009; Kouhi et al., 2014), o que poderia explicar, pelo menos em parte, os resultados obtidos com frutos das cultivares BRS Zamir e BRS Sena neste estudo.

Embora o menor consumo de polpa de fruto, a menor quantidade de alimento digerido e o maior período para desenvolvimento larval tenham sido associados a BRS Zamir e BRS Sena, não houve efeito do alimento no peso corporal das lagartas ao final do sexto instar (Anova; $P > 0,05$), variando entre 0,43 g e 0,52 g. Isto confirma a existência de uma estratégia de compensação para baixa qualidade do alimento pelas lagartas de *H. armigera*.

A mortalidade na fase larval diferiu entre as cultivares (Anova; $P < 0,05$), porém, os valores foram relativamente baixos e não corresponderam aos efeitos negativos esperados da antibiose sobre as lagartas de *H. armigera*. A menor porcentagem de mortalidade foi verificada em lagartas alimentadas com frutos da cultivar BRS Portinari (6,25%) e com dieta artificial (8,10%), enquanto nos demais genótipos a mortalidade variou entre 12,5% e 18,75%, estando dentro da faixa de valores obtidos em vários estudos com lagartas de *H. armigera* alimentadas em diferentes plantas hospedeiras e dietas artificiais (Yadav et al., 2015; Costa, 2017; Kumar et al., 2017; Nunes et al., 2017; Bishit et al., 2018, Truzi et al., 2019).

A quantidade de frutos atacados por lagartas de *H. armigera*, em condições de livre escolha e alimento abundante, dependeu do genótipo de tomateiro (Anova; $P > 0,05$), variando de 1,7 a 8,3 frutos/lagarta (Tabela 4). A cultivar BRS Zamir apresentou o maior número de frutos danificados (em média, 7 frutos/lagarta), enquanto apenas 2,5 frutos foram atacados nas cultivares BRS Sena e H9553, as quais não diferiram entre si; os demais genótipos

mostraram resultados intermediários, variando entre 3,57 a 5,6 frutos danificados por lagarta. Saour e Causse (1996) verificaram que 26% das lagartas de *H. armigera* atacaram apenas um fruto de tomate e permaneceram nele por muito tempo, 46% das lagartas danificaram dois frutos, 21,8% chegaram a atacar até três frutos e apenas 2,6% das lagartas observadas atacaram até quatro frutos. A quantidade máxima de frutos atacados pela mesma lagarta foi muito inferior ao constatado no presente estudo. Esta diferença entre resultados poderia ser devido às variações nas características físicas e na composição química dos frutos das diferentes cultivares avaliadas, bem como a diferenças comportamentais entre populações geneticamente distintas (haplótipos) de *H. armigera*. A maior quantidade de frutos atacados pela lagarta poderia estar relacionada ao comportamento de prova e, a subsequente rejeição, de alguma característica física e à presença de compostos químicos com ação deterrente e/ou tóxica nesta estrutura vegetal, provavelmente, como efeitos de antixenose ou antibiose apresentados pelo genótipo de tomateiro (Selvanarayanan; Narayanasamy, 2006; Sharma et al., 2009; Usman et al., 2015; Stout et al., 2018). Todavia, esse padrão de resposta não foi confirmado quando os parâmetros biológicos e de consumo foram confrontados para todos os genótipos (Tabelas 3 e 4). Alternativamente, o maior número de frutos atacados na cultivar BRS Zamir seria explicado pelo reduzido tamanho dos seus frutos (10-15 g), o qual é uma característica marcante do grupo cereja. A grande demanda por alimento em lagartas de quinto e sexto instares (Dalal; Arora, 2016) poderia ocasionar o consumo rápido e quase completo do fruto verde, sendo necessários vários frutos desta cultivar para atender os requisitos nutricionais do inseto em desenvolvimento. Por outro lado, um maior número de frutos danificados representa perdas potenciais maiores na produção. Isto pode ter grande impacto negativo para as cultivares de tomateiro com produção destinada à mesa, visto que qualquer tipo de injúria ocasionada por *H. armigera* inviabiliza o valor comercial dos frutos (Michereff Filho et al., 2021).

Apesar de algumas cultivares de tomateiro terem mostrado efeitos adversos sobre parâmetros biológicos e de consumo do alimento, as lagartas de *H. armigera* conseguiram atingir um peso similar entre as diferentes fontes alimentares testadas. O prolongamento do tempo de alimentação, como consequência do aumento da duração dos instares larvais, provavelmente contribuiu para as lagartas superarem as adversidades e alcançarem ganho de peso até um limite fisiológico necessário para a continuidade do ciclo

de vida (Behmer, 2009; Kouhi et al., 2014). A capacidade de compensação no consumo e uso dos alimentos, como estratégia de sobrevivência, já era esperada em razão do seu alto nível polifagia dessa espécie (Zalucki et al., 1986; Fitt, 1989; Sharma et al., 2009; Daboul et al., 2011; Suzana et al., 2018). Todavia, o prolongamento da fase larval de *H. armigera* em razão da menor suscetibilidade ou adequação nutricional da cultivar de tomateiro pode ser interessante para o manejo integrado dessa praga, uma vez que, esse efeito adverso propicia impacto altamente negativo na dinâmica populacional da praga, por aumentar o tempo de exposição do inseto aos seus inimigos naturais na lavoura e diminuir o número de gerações da espécie ao longo da safra (Sarfraz et al., 2006; Vendramim; Guzzo, 2009).

Estudos adicionais serão necessários para determinar os parâmetros demográficos de *H. armigera* nas cultivares BRS Zamir e BRS Sena em condições de campo, bem como identificar as causas morfológicas e/ou químicas envolvidas nos efeitos adversos conferidos por estas duas cultivares, visando o desenvolvimento de cultivares de tomateiro com resistência à praga.

Tabela 2. Valores médios (\pm EP) de densidade de lagartas de *Helicoverpa armigera* e de porcentagem de frutos broqueados em nove cultivares de tomateiro, em condições de telado. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF.

Cultivares	Lagartas planta ⁻¹ (1)	Frutos broqueados (%)
<i>Mesa</i>		
BRS Nagai	4,95 \pm 0,97 (41,5) ab	29,95 \pm 2,96 (39,0) ab
BRS Portinari	4,42 \pm 0,91 (37,5) b	21,50 \pm 1,72 (30,0) b
Genlavr 6 x TGRSW	5,15 \pm 0,28 (45,5) a	29,46 \pm 2,92 (42,0) ab
TY2006	6,25 \pm 0,89 (48,0) a	38,27 \pm 2,76 (56,0) a
BRS Zamir	2,50 \pm 0,36 (27,0) c	11,42 \pm 1,33 (13,0) c
<i>Processamento</i>		
AP533	3,92 \pm 0,67 (25,0) bc	35,46 \pm 2,17 (30,5) a
BRS Sena	2,58 \pm 0,36 (17,0) c	31,54 \pm 1,64 (22,5) a
H9553	6,25 \pm 0,89 (37,5) ab	35,55 \pm 2,22 (31,5) a
Viradoro	7,33 \pm 0,84 (40,5) a	42,57 \pm 3,25 (35,5) a

(1) Valores dentro de parênteses representam a soma de postos (*rank sums*) das características de infestação da praga nas diferentes cultivares de tomateiro. Estes valores seguidos pela mesma letra, dentro de cada grupo de cultivares (mesa ou processamento), não diferem significativamente entre si (comparações múltiplas pelo teste de Friedman, com ajuste de Holm, $P > 0,05$).

Tabela 3. Valores de alimento consumido, peso das fezes produzidas e alimento digerido por lagarta, tempo de desenvolvimento larval, peso da lagarta ao final do sexto ínstar e mortalidade de lagartas *Helicoverpa armigera* alimentadas em frutos de nove cultivares de tomateiro e em dieta artificial, nas condições de laboratório. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

Cultivares	Alimento consumido (g lagarta ⁻¹) ⁽¹⁾	Fezes produzidas (g lagarta ⁻¹) ⁽²⁾	Alimento digerido (g lagarta ⁻¹) ⁽³⁾	Tempo de desenvolvimento (dias) ⁽⁴⁾	Peso final da lagarta (g) ⁽⁵⁾	Mortalidade (%) ⁽⁶⁾
AP533	11,67 ± 0,39 a	1,79 ± 0,46 b	9,88 ± 0,55 a	10,94 ± 1,27 b	0,52 ± 0,01 a	12,50 a
BRS Nagai	11,27 ± 0,87 a	2,19 ± 0,49 ab	9,08 ± 0,71 a	16,00 ± 0,82 ab	0,47 ± 0,01 a	12,50 a
BRS Portinari	12,80 ± 1,31 a	2,25 ± 0,57 ab	10,55 ± 1,77 a	15,40 ± 0,81 ab	0,50 ± 0,03 a	6,25 b
BRS Sena	9,45 ± 0,60 ab	1,75 ± 0,35 b	7,69 ± 0,51 b	18,33 ± 2,28 a	0,45 ± 0,02 a	12,50 a
BRS Zamir	8,14 ± 0,16 b	1,33 ± 0,25 b	6,81 ± 0,22 b	18,60 ± 2,09 a	0,43 ± 0,01 a	18,75 a
Genlavr 6 x TGRSW	12,47 ± 1,53 a	2,75 ± 0,95 a	9,72 ± 0,81 a	15,50 ± 1,15 ab	0,51 ± 0,01 a	18,75 a
H9553	11,29 ± 0,44 a	1,81 ± 0,47 b	9,48 ± 0,50 a	16,22 ± 1,28 ab	0,47 ± 0,01 a	12,50 a
TY2006	9,96 ± 1,39 ab	1,37 ± 0,43 b	8,60 ± 0,21 a	17,00 ± 1,41 ab	0,48 ± 0,02 a	12,50 a
Viradoro	12,39 ± 1,09 a	2,51 ± 0,46 a	9,88 ± 1,03 a	17,75 ± 1,13 ab	0,45 ± 0,02 a	12,50 a
Dieta artificial	9,74 ± 0,73 ab	1,18 ± 0,32 b	8,55 ± 0,33 a	12,00 ± 1,57 b	0,54 ± 0,06 a	8,10 b

⁽¹⁾ Alimento consumido (g, em peso fresco) = Σ [alimento oferecido (g) – sobra de alimento (g)], do terceiro ínstar até o final do sexto ínstar larval.

⁽²⁾ Fezes produzida por cada lagarta (g, em peso fresco), do terceiro ínstar até o final do sexto ínstar.

⁽³⁾ Alimento digerido (g, em peso fresco) = Σ [alimento consumido pela lagarta (g) – fezes produzidas pela lagarta (g)], do terceiro até o final do sexto ínstar.

⁽⁴⁾ Tempo de desenvolvimento larval, do terceiro ínstar até o final do sexto ínstar (pupação).

⁽⁵⁾ Peso corporal da lagarta (g, em peso fresco) ao final do sexto ínstar.

^(1, 2, 3, 4, 5) Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, $P > 0,05$.

⁽⁶⁾ Valores de mortalidade seguidos pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste exato de Fisher, $P > 0,05$.

Tabela 4. Valores médios (\pm EP) da quantidade de frutos atacados por lagarta de *Helicoverpa armigera* em nove cultivares de tomateiro, em condições de laboratório. Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

Cultivares	No. Frutos atacados lagarta ^{1 (1)}
AP533	3,74 \pm 0,73 ab
BRS Nagai	3,57 \pm 0,71 ab
BRS Portinari	3,80 \pm 0,37 ab
BRS Sena	2,60 \pm 0,93 b
BRS Zamir	7,00 \pm 1,26 a
Genlavr 6 x TGRSW	4,00 \pm 0,71 ab
H9553	2,57 \pm 0,86 b
TY2006	5,60 \pm 1,40 ab
Viradoro	3,60 \pm 0,40 ab

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, $P > 0,05$.

Conclusões

- Grande variabilidade é observada na suscetibilidade dos genótipos de tomateiro à *H. armigera* com base na infestação de lagartas e no ataque aos frutos, principalmente entre cultivares e híbridos avançados para produção destinada à mesa;
- Uma lagarta de *H. armigera* consome, em média, 10,69 g de polpa de fruto e pode atacar de 1,7 a 8,3 frutos;
- A cultivar BRS Zamir destaca-se por prolongar o período de desenvolvimento larval da praga, e
- Apesar dos efeitos adversos apresentados por alguns genótipos de tomateiro, *H. armigera* utiliza estratégias de compensação para consumo e uso de alimento que permitem a conclusão da fase larval com baixa mortalidade.

Agradecimentos

A todos estagiários e bolsistas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, que contribuíram nas atividades de campo e laboratório. Ao funcionário Moises Lopes Fernandes, da Embrapa Hortaliças, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos. À Embrapa (Macroprograma 2; Projeto *Helicoverpa armigera* - subsídios para o manejo integrado e da resistência aos inseticidas e tecnologia de plantas Bt, com ênfase em paisagens agrícolas do Cerrado; 02.13.14.006.00.00) pelo suporte financeiro.

Referências

- AHMED, I. **Cultivar resistance and chemical control of tomato fruitworm, *Heliothis armigera* Hb. on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 1994. 191 p. Tese (Doutorado em Entomology) – Department of Entomology, Faculty of Crop Protection, Sindh Agriculture University, Paquistão: Tando Jam, 1994.
- ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Sistemas de produção. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, 2013. p. 204-273.
- ASHFAQ, M.; SAJJAD, M.; NOOR UL ANE, M.; RANA, N. Morphological and chemical characteristics of tomato foliage as mechanisms of resistance to *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 30, p. 7744-7750, 2012.
- BEHMER, S. T. Insect herbivore nutrient regulation. **Annual Review of Entomology**, v. 54, p. 165–187, 2009.
- BISHT, K.; VERMA, S.; SINGH, N. N. Comparison of enhanced artificial diets for mass rearing of *Helicoverpa armigera* (Hübner) under laboratory conditions. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 2, p. 2551-2553.
- BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. [Washington]: USDA, 1962. 7 p. (USDA. ARS-33-75).
- CAMERON, P. J.; WALKER, G. P.; HERMAN, T. J. B.; WALLACE, A. R. Development of economic thresholds and monitoring systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 5, p. 1104-1112, 2001.
- CASIMERO, C.; TSUKUDA, R.; NAKASUJI, F.; FUJISAKI, K. Effect of larval diets on the survival and development of larvae in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 35, n. 1, p. 69-74, 2000.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 344 p.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. New York: John Wiley and Sons, 1999. 584 p.

COSTA, N. C. R. **Acessos de tomateiro resistentes à *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e seus compostos químicos**. 2017. 29p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2019.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P.; WEST, S. A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) a new look at the behavior and control of a polyphagous pest. **Bulletin of Entomological Research**, v. 89, n. 03, p. 201-207, 1999.

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**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DABOUL, S. Y.; BSHEER, A. E. M.; BASEET, I. Y. A. Relative susceptibility of some tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) infestation in Dara'a- Syria. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v.7, n. 4, p. 617-623, 2011.

DALAL. P. K.; ARORA, R. Impact of temperature on food consumption and nutritional indices of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Noctuidae: Lepidoptera). **Journal of Agrometeorology**, v. 18, n. 1, p. 62-67, 2016.

DHANDAPANI, N. U.; SHEKHAR, R.; MURUGAN, M. Bio-intensive pest management (BIPM) in major vegetable crops: an Indian perspective. **Journal of Food, Agriculture and Environmental**, v. 1, p. 333-339, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, UFV, 2008. p. 193-238.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, n. 1, p. 17-52, 1989.

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

HOLM, S. A. simple sequentially rejective Bonferroni test procedure. **Scandinavian Journal of Statistics**, v. 6, n. 2, p. 65–70, 1979.

JOOYANDEH, A.; MOEINI-NAGHADEH, N.; VAHEDI, H. A.; HOSSEINI GHARALARI, A. H. Effect of different tomato cultivars on some biological characteristics o *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) under lab conditions. **Journal of Entomological Society of Iran**, v. 37, v. 4, supplementary, p. 479-492, 2018.

KOGAN, M. Bioassays for measuring quality of insect food. In: MILLER, J. R.; MILLER, T. A. (Ed.). **Insect-plant Interactions**. New York: Springer-Verlag, 1986. P. 155-189.

KOUHI, D.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A. Nutritional performance of the tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera*, on different tomato cultivars. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 102, p. 1-12, 2014.

KUMAR, L.; BISHT, R. S.; HEM SINGH, H.; KUMAR, M. Studies on growth and development of *Helicoverpa armigera* (Hub.) on various hosts and artificial diet under laboratory conditions. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 12, p. 1627-1637, 2017.

LEITE, G. L. D. Resistência de tomates a pragas. **Unimontes Científic**, v. 6, n. 2, p. 129-140, 2004.

MENEZES JUNIOR, A. O.; MIKAMI, A. Y.; IDE, A. K.; VENTURA, M. U. Feeding preferences of *Microtheba punctigera* (Achard) (Coleoptera: Chrysomelidae) for some Brassicaceae plants in multiple-choice assays. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 1, p. 72-75, jan. 2005.

MICHEREFF FILHO, M.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S.; MOITA, A. W.; SILVA, K. F. A. S.; SILVA, P. S.; EHRHARDT, M. V. S.; SOUSA, N. C. M. **Identificação de fontes de resistência em tomateiro para *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019. 36p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 193). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207959/1/BPD-193-3.pdf>> Acesso em: 01 ago. 2020.

MICHEREFF FILHO, M.; SOUSA, N. C. M.; BOITEUX, M. E. N. F.; SILVA, P. S.; SILVA, P. A.; SILVA, K. F. A. S.; MOITA, A. W.; SPECHT, A.; TORRES, J. B. **Perdas causadas por *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. 30 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 226). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223990/1/BPD-226-22jun2021.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

MICHEREFF FILHO, M.; BOITEUX, M. E. de N. F.; BOITEUX, L. S.; SPECHT, A.; MOITA, A. W.; SILVA, K. F. A. de S.; SILVA, P. S. da; SOUSA, N. C. de M. **Levantamento de espécies de noctuídeos em cultivos de tomateiro no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018. 36p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 159). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BORTOLIN, T. M.; FRONZA, E.; PEZZI, P.; LUZ, P. C.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 271-284, Mar. 2013.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 1-11, Jan. 2014.

NUNES, M. S.; FIGUEIREDO, L. L.; ANDRADE, R. S.; RESENDE, J. M.; CZEPAK, C.; ALBERNAZ-GODINHO, K. C. Biology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) rearing on artificial or natural diet in laboratory. **Journal of Entomology**, v. 14, n. 4, p. 168-175, 2017.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD, M. L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos, p. 37-90. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo Integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica. 2009.

PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. R. **Guia de Campo**: pragas da cultura do tomateiro. Alegre: NUDEMAFI: UFES, 2015. 35 p. (Série Técnica / NUDEMAFI).

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

SAOUR, G.; CAUSSE, R. Comportement alimentaire des chenilles d'*Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) sur tomate cultivée sous serre. **Journal of Applied Entomology**, v. 120, p. 87-92, 1996.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamondback moth-host plant interactions: implications for pest management. **Crop Protection**, v. 25, p. 625-639, 2006.

SELVANARAYANAN, V.; NARAYANASAMY, P. Factors of resistance in tomato accessions against the fruit worm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Crop Protection**, v. 25, p. 1075-1079, 2006.

SHARMA, H. C. **Heliothis/Helicoverpa management: emerging trends and strategies for future research**. New Delhi: Oxford and IBH Publishers, 2005, 469p.

SHARMA, K.C.; BHARADWAJ, S.C.; KUMAR, S. Host plant resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) against fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) - A review. **Resistant Pest Management Newsletter**, v. 19, n. 1, p. 48-51. 2009.

SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, 2013. p. 355-412.

SILVA, A. A.; ANDRADE, M. C.; CARVALHO, R. C.; NEIVA, I. P.; SANTOS, D. C.; MALUF, W. R. Resistência à *Helicoverpa armigera* em genótipos de tomateiro obtidos do cruzamento de *Solanum lycopersicum* com *Solanum galapagense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.7, p.801-808, 2016.

STOUT, M. J.; KURABCHEW, H.; LEITE, G. L. D. Host-plant resistance in tomato, cap. 9, p. 218-236. In: Wakil, W.; Brust, G.; Perring, T. (Ed.). **Sustainable management of arthropod pests of tomato**. London: Elsevier, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802441-6.00009-7>

SUZANA, C. S.; ROSA, C. F.; ALVES, F. L.; SALVADORI, J. R. Consumption and use of soybean by the caterpillar *Helicoverpa armigera*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 12, e20180188. Epub Dec 03, 2018.

TORRES-VILA, L. M.; RODRIGUEZ-MOLINA, M. C.; LACASA-PLASENCIA, A. Impact of *Helicoverpa armigera* larval density and crop phenology on yield and quality losses in processing tomato: developing fruit count-based damage thresholds for IPM decision-making. **Crop Protection**, v. 22, n. 3, p. 521-532, 2003.

TRUZI C. C.; HOLZHAUSEN, H. G.; ÁLVARO, J. C.; LAURENTIS, V. L.; VIEIRA, N. F.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. 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, 12; p. 1–7, 2019.

USMAN, A.; KHAN, I. A.; SHAH, M.; SOHAIL, K.; SYED, F. Influence of various biochemical factors on the occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in tomato. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 3, n. 3, p. 63-68, 2015.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição de insetos, p. 1055–1106. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo Integrado de pragas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica. 2009.

YADAV, S. S.; SINGH, B.; KUMAR, A.; VIR, S. Laboratory evaluation of host plant suitability for *Helicoverpa armigera* (Hübner) on growth and development. **Journal of Global Sciences**, v. 4, n. 4, p. 2044-2051, 2015.

YÜCEL, S.; GENÇ, H. Laboratory rearing of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) wild colony on different artificial diets **Journal of Applied Biological Sciences**, v. 12, n. 3, p. 26-32, 2018

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

ZALUCKI, M. P.; MURRAY, D. A. H.; GREGG, P. C.; FITT, G. P.; PTWINE, H.; JONES, C. Ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Heliothis punctigera* (Wallengren) in the inland of Australia - larval sampling and host-plant relationships during winter and spring. **Australian Journal of Zoology**, v. 42, n. 3, p. 329-346, 1994.

Embrapa

Hortaliças

CGPE 016998

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL