



## AVALIAÇÃO DE LAGARTA DA ESPIGA (*Helicoverpa zea*) EM DIFERENTES DIETAS ARTIFICIAIS

José Vagner Alves Carvalho<sup>1</sup>, Alisson Neves Harmyans Moreira<sup>2</sup>, Angelina Harmyans Ciappina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente de Engenharia Agrônoma no Centro Universitário Araguaia (jose.vagner@estudante.uniaraguaia.edu.br), Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>2</sup>Professor Doutor na Escola de Agronomia – Universidade Federal de Goiás.

<sup>3</sup>Professora Mestre no Centro Universitário Araguaia.

Recebido em: 15/06/2023 – Aprovado em: 15/07/2023 – Publicado em: 30/07/2023  
DOI: 10.18677/Agrarian\_Academy\_2023A2

### RESUMO

A *Helicoverpa zea* é um inseto que causa grandes prejuízos à agricultura, especialmente na cultura do milho. O desenvolvimento de novas tecnologias de controle está associado a criação deste inseto-praga em condições laboratoriais. Contudo, atualmente não se tem estabelecida uma dieta que favoreça a criação deste inseto em larga escala. Visando obter um protocolo eficiente para criação massal desta espécie. O objetivo deste trabalho foi analisar o uso de diferentes dietas artificiais na criação de *H. zea* em condições controladas. O experimento foi conduzido em laboratório localizado na Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia, Goiás. As lagartas utilizadas correspondem a geração F1 oriunda de parentais coletados em lavoura de milho na cidade de Balsas/MA. A instalação do experimento foi em agosto de 2021, utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos constituídos por 17 parcelas com 5 repetições. Foram feitas análises diárias e coletados os dados referentes a duração da fase larval, pré-pupa e pupa, finalizando com a emergência do adulto. Também foi avaliado o sexo das pupas e o peso das pupas. Os resultados obtidos para dias e peso foram comparados pelo teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis* (5%). A razão sexual foi avaliada através do teste  $\chi^2$ . Os resultados obtidos apontam diferenças significativas entre os tratamentos testados, contudo nenhuma das dietas obteve viabilidade superior a 75%, não sendo recomendadas para uso em condições laboratoriais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambiente Controlado, Criação massal, Inseto-praga.

## EVALUATION OF EAR CATERPILLAR (*Helicoverpa zea*) IN DIFFERENT ARTIFICIAL DIETS

### ABSTRACT

*Helicoverpa zea* is an insect that causes severe yield losses to agriculture, especially in maize. The development of new control technologies is associated with the creation of this insect pest under laboratory conditions. However, currently, a diet that favors the rearing of this insect on a large scale has not been established. In order to obtain an efficient protocol for mass rearing of this species. The objective of this work was to analyze the use of different artificial diets in the rearing of *H. zea* under controlled conditions. The experiment was carried out in the laboratory located at the Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia, Goiás. The caterpillars used correspond to the F1 generation from parents collected in a maize field in the city of Balsas/MA. The experiment was set up in August 2021, using a completely randomized design (DIC), with 5 treatments consisting of 17 plots with 5 sessions. Analyses were performed daily and data collected related to the duration of the larvae, pre-pupae, pupae stages, ending with the emergence of the adult. The sex of the pupae and the weight of the pupae were also evaluated. The results obtained for days and weight were compared using the Kruskal-Wallis non-parametric test (5%). The sex ratio was evaluated using the  $\chi^2$  test. The results obtained indicate significant differences between the treatments tested, however none of the diets obtained viability greater than 75%, not being recommended for use in laboratory conditions.

**KEYWORDS:** Controlled Environment, Mass rearing, Pest insect

### INTRODUÇÃO

A *Helicoverpa zea*, conhecida popularmente como lagarta-da-espiga, é um inseto pertencente a ordem Lepidoptera e a família Noctuidae, subfamília heliothinae, originária do México. Sua distribuição é por parte da América do Norte, América Central e América do Sul, no Brasil esta é encontrada em praticamente todo o território nacional (BRAGARD *et al.*, 2020).

A *H. zea* é uma praga polífaga, tendo como principal hospedeiro o milho, principalmente em campos destinados à produção de sementes, pois ataca diretamente as partes reprodutivas das plantas e os grãos. Além do milho, ela se alimenta de outras culturas como algodão e tomate, tendo preferência pelas partes reprodutivas. No tomate a lagarta broqueia os frutos, reduzindo seu valor comercial ou até mesmo inviabilizando a comercialização (SILVA *et al.*, 2020a).

O controle de pragas mais difundido na agricultura é o químico, mas para *H. zea* esse método de controle possui baixa eficiência, pois a praga fica protegida grande parte do tempo na espiga. Outra forma de controle possível é o varietal no qual são utilizadas plantas geneticamente modificadas, contendo tecnologia bt, que são denominadas resistentes ao ataque dos insetos-pragas. Em ambas as situações o uso inadequado da tecnologia pode resultar em desenvolvimento de resistência por parte do inseto, dificultando o controle ao longo do tempo (YANG *et al.*, 2021). Em termos práticos, a resistência ocorre em uma população de campo, quando existem insetos-pragas que se sobressaem às tecnologias utilizadas para controle e atingem número populacional suficiente para provocar danos econômicos em determinada cultura (TABASHNIK *et al.*, 2023).

Para evitar a perda de eficácia das tecnologias utilizadas a campo é imprescindível o desenvolvimento de formas de controle adaptadas à população alvo, eficientes e com menor custo ao produtor, podendo reduzir os danos causados pelo inseto-praga e favorecer os ganhos produtivos. Contudo, para que novas tecnologias sejam desenvolvidas a pesquisa deve ser iniciada no laboratório (GOMEZ *et al.*, 2020).

A fase de pesquisa não é tão simples e demanda por grande quantidade de insetos e várias repetições, não sendo viável sempre fazer coletas em campo. Além das grandes quantidades exigidas, é necessário ter padronização do tamanho dos insetos e uma dieta adaptada que favoreça a criação em condições controladas (COHEN, 2019). Em condições de campo, eles alimentam-se de partes das plantas e seus frutos, em laboratório isso se torna mais complexo e necessita de mais espaço e pessoas qualificadas para cultivar essas plantas, por isso as dietas artificiais são uma alternativa para a sua criação (GOMEZ *et al.*, 2020).

O uso de dietas artificiais proporcionou grandes avanços nas pesquisas, estas facilitaram manter os insetos em laboratórios e em grande quantidade, são mais fáceis de armazenar e de preparar, porém cada espécie possui especificidades quanto às questões alimentares. Para *H. zea* não há na literatura trabalhos atuais que abordem dietas artificiais específicas para a criação deste inseto-praga. Dentre as poucas referências disponíveis, menciona-se Giolo *et al.* (2006), que testaram duas dietas artificiais e obtiveram a viabilidade dos insetos de até 88% com ciclo total próximo a 39 dias. Barbosa *et al.* (2016) atingiram apenas 41,7% de viabilidade em *H. zea*. Trabalhos mais atuais como o de Silva *et al.* (2020b) e Oliveira *et al.* (2020) abordam, exclusivamente, o uso de diferentes fontes nutricionais para *Helicoverpa armigera*, espécie que, segundo Murúa *et al.* (2021) é geneticamente e fisiologicamente próxima a *H. zea*, possuindo, inclusive, compatibilidade reprodutiva. Sendo assim, nota-se carência de informações quanto as dietas artificiais a serem utilizadas em laboratório para criação de *H. zea*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em laboratório localizado na Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia, Goiás. O experimento teve início em 11/08/2021 e foram utilizadas lagartas da geração F1 que foram coletadas em lavoura de milho na cidade de Balsas, Maranhão, armazenadas em dieta artificial até chegarem a fase de pupa. As pupas coletadas foram colocadas em gaiolas de PVC, forradas com folhas A4 para a oviposição. Coletadas as posturas estas foram colocadas em potes até a eclosão. O experimento foi conduzido em sala com temperaturas de  $25 \pm 2$  °C com UR de  $70 \pm 10\%$ .

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos constituídos por 17 parcelas com cinco repetições, sendo adicionada apenas uma lagarta por copo. Cada tratamento foi formado por uma formulação específica de dieta, conforme apresentado na Tabela 1. Os copos utilizados foram da marca Plastilândia®, modelo PIC 025, e em cada copo foram colocados cinco mL da respectiva dieta pertencente aquele tratamento. O modo de preparo das dietas foi similar para todas, com exceção da dieta 5, que correspondeu a uma mistura pronta, da empresa *Southland products*®, sendo necessário apenas adicionar água fervente. O preparo das dietas teve início com o cozimento do feijão por 40 minutos, em seguida foi batido em um liquidificador do tipo industrial juntamente com a adição dos ingredientes sólidos e água fervente, por último, os líquidos.

Durante o ensaio foram feitas avaliações diárias, sendo observada a duração da fase larval, pré-pupa e pupa, finalizando com a emergência do adulto. A fase pré-pupa foi determinada quando a lagarta reduziu os movimentos, cessou a alimentação e desceu para a parte de baixo da dieta, semelhante ao observado na natureza quando a lagarta se enterra no solo para empupar. Também foi avaliado o sexo das pupas, de acordo com Butt e Cantu (1962) e o peso das pupas, obtido em gramas a partir do uso de balança de precisão, sendo mensurado 24h após a formação do casulo.

Os resultados obtidos para dias e peso foram comparados pelo teste não-paramétrico de *Kruskal-Wallis* (5%). A razão sexual foi avaliada através do teste  $\chi^2$ . Todas as análises foram feitas com auxílio do programa Microsoft Excel (2010).

**TABELA 1: Composição e referências das cinco dietas artificiais utilizadas para criação de *Helicoverpa zea* em ambiente controlado.**

Componente	Un. <sup>1</sup>	Dieta 01	Dieta 02	Dieta 03	Dieta 04	Dieta 05
Feijão	g	40,7	86,7	-	35,9	-
Germe de trigo	g	32,5	41,6	24	28,7	-
Proteína de soja	g	16,3	-	-	14,3	-
Caseína	g	16,3	-	28,1	14,3	-
Levedura	g	20,3	26,6	-	17,	-
Ágar	g	15	15	15	15	-
Ácido sórbico	g	1,1	0,9	1,6	0,9	-
Ácido ascórbico	g	2,1	1,6	3,2	1,7	-
Nipagin	g	1,8	1,6	1,6	1,4	-
Antibiótico	g	0,1	-	-	0,1	-
Vitaminas	mL	5,4	-	8	4,3	-
Água	mL	650,9	630,3	678,8	669,5	681,8
Formol	mL	0,9	0,7	-	0,7	-
Cloreto de colina	g	-	-	0,8	-	-
Açúcar	g	-	-	28,1	-	-
Vitagold	mL	-	-	5	-	-
Mistura pronta	g	-	-	-	-	118,8
Referência	-	Greene, 1976	Burton, 1969	Vanderzant, 1962	Giolo, 2006	Southland products®

<sup>1</sup> Unidades de medidas dos respectivos componentes utilizados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas ( $p$ -valor  $\leq 0,05$ ) entre os tratamentos analisados, conforme apresentado na Tabela 2. A dieta 3, embora também tenha sido testada, não apresentou nenhuma viabilidade para os insetos, resultando em morte nos primeiros dias após a eclosão das lagartas. Devido ao ocorrido, os dados não foram incluídos nas tabelas de resultados.

A média de dias durante as diferentes fases do desenvolvimento podem variar de acordo com a alimentação e as condições climáticas a que os insetos foram expostos. A temperatura ótima de 25°C, por exemplo, pode favorecer o desenvolvimento mais rápido e o maior número de descendentes dos insetos (RODRIGUES, 2004). Neste caso, as condições climáticas foram semelhantes e adequadas aos diferentes tratamentos, favorecendo o desenvolvimento dos insetos. A diferença observada entre tratamentos está relacionada exclusivamente às diferentes dietas testadas.

Na fase larval os tratamentos D<sub>5</sub>, com média de 13,53 dias, e D<sub>1</sub>, com média de 16,86 dias, obtiveram a menor e a maior média respectivamente. Estes valores encontram-se dentro da média esperada que, segundo Gallo *et al.* (2002), tem duração variando de 13 a 25 dias. O tempo reduzido em estágios imaturos é de grande interesse para sobrevivência do inseto, visto que diminui a exposição a condições abióticas desfavoráveis e inimigos naturais (RIOS *et al.*, 2022), sendo as dietas D<sub>4</sub> e D<sub>5</sub> mais interessantes.

No estágio de pré-pupa embora a diferença entre tratamento seja pequena, foi possível observar significância com valores oscilando de 5,94 para dieta D<sub>5</sub> e 5,55 para D<sub>1</sub>. Esses valores estão acima dos obtidos nos trabalhos de Giolo *et al.* (2006), com duração média de 3,05 dias, e Rios *et al.*, (2022) obtendo média de 4,68 dias. Já na fase de pupa as médias de dias ficaram bem próximas entre as dietas, com o maior valor sendo em D<sub>2</sub> (14,41 dias) e o menor em D<sub>4</sub> (13,08). Esses resultados estão de acordo com o esperado e são similares aos obtidos no trabalho de Giolo *et al.* (2006), com valor de 14,68 dias.

A média de dias obtida para ciclo total também se encontrou dentro do esperado, variando de 32,50 dias na dieta D<sub>4</sub> e 33,81 na dieta D<sub>2</sub>. Segundo Gallo *et al.* (2002) o ciclo total para *H. zea* é de 30 a 45 dias, contudo ciclos mais rápidos tendem a favorecer o inseto evitando exposição às adversidades, fato observado nas diferentes dietas avaliadas neste experimento. A média obtida por Rios *et al.* (2022) foi superior às que foram observadas, com média de 35,53 dias. O mesmo ocorreu no trabalho de Giolo *et al.* (2006) com ciclo médio total de 39,37 dias.

O peso das pupas tem grande importância por indicar se o alimento ofertado é adequado para seu desenvolvimento, podendo, também, apresentar relação direta com a fecundidade e, conseqüentemente, favorecer ou não o ciclo do inseto (LIU *et al.*, 2004). Uma dieta adequada para *H. zea* deve proporcionar pupas com peso próximo a 0,431 gramas (DILLARD *et al.*, 2023), valor próximo ao obtido nas diferentes dietas testadas que variaram de 0,396 em D<sub>1</sub> a 0,454 em D<sub>2</sub>, com média geral entre dietas de 0,426 gramas.

**TABELA 2.** Valores médios obtidos nos estágios da criação de *Helicoverpa zea* sob diferentes dietas artificiais.

Estágios	p-valor <sup>1</sup>	Dietas artificiais <sup>2</sup>			
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
Larva	0,00	16,86 ± 8,22 (8-52) [36]	13,87 ± 1,62 (13-16) [39]	13,54 ± 2,21 (13-16) [28]	13,53 ± 2,29 (10- 22) [38]
Pré-pupa	0,00	5,55 ± 6,31 (2-32) [33]	5,61 ± 2,66 (4-18) [39]	5,79 ± 2,56 (4-18) [28]	5,94 ± 2,45 (3-16) [38]
Pupa	0,00	14,26 ± 1,07 (12-16) [33]	14,41 ± 0,83 (13-16) [27]	13,08 ± 1,96 (9-18) [24]	13,81 ± 1,81 (11-22) [32]
Ciclo total	0,00	33,48 ± 2,75 (31-45) [23]	33,81 ± 2,88 (27-41) [27]	32,50 ± 2,69 (26-37) [24]	33,28 ± 2,81 (28-43) [32]
Peso	0,00	0,396 ± 0,091 (0,19-0,55) [32]	0,454 ± 0,076 (0,17-0,55) [36]	0,406 ± 0,087 (0,23-0,55) [27]	0,447 ± 0,075 (0,18-0,53) [37]

<sup>1</sup>p-valor para teste de Kruskal-Wallis (5%). <sup>2</sup>Média de dias para os estágios de Larva, pré-pupa, pupa, e ciclo total, peso de pupa, desvio padrão, intervalo do menor e maior valor obtido, entre parênteses, e tamanho da amostra, entre colchetes.

A análise de viabilidade resultou em diferenças significativas ( $p$ -valor  $\leq 0,05$ ) para todas as variáveis analisadas (Tabela 3). Para fase larval e pré-pupa a dieta que proporcionou maior viabilidade dos insetos foi D<sub>2</sub> com valores de 45,88% em ambos os casos. A fase larval correspondeu a fase mais crítica do desenvolvimento do inseto, pois é o momento em que são observados o maior número de mortes, dessa forma, dietas que garantam maior viabilidade são as mais indicadas. Já na fase de pupa e ciclo total a dieta D<sub>5</sub> se destacou perante as demais, mantendo viabilidade de 37,65% nos dois momentos.

Apesar das diferenças estatísticas nenhuma dieta alcançou a viabilidade desejada para manter a criação em larga escala, pois de acordo com Sigh (1983) a dieta ideal para ser utilizada em criação massal deve ter viabilidade de pelo menos 75%, valor bem superior aos que foram obtidos. As viabilidades observadas no trabalho de Giolo *et al.* (2006) foram de 88,81% na Dieta 1 e 25,97% na dieta 2, sendo que apenas a primeira dieta foi recomendada para nutrição de lagartas *H. zea* em laboratório. Já o trabalho de Rios *et al.* (2022) obteve viabilidade total para *H. zea* de 51,83% também não sendo recomendada para criação em larga escala.

A baixa viabilidade obtida pode estar relacionada à região de coleta das lagartas, pois as condições climáticas presentes no Nordeste se diferenciam consideravelmente das obtidas na região centro-oeste e em ambiente controlado, o que pode ter resultado em baixa adaptação dos insetos. Outro fato importante é que embora a dieta D<sub>4</sub> tenha sido baseada na dieta recomendada por Giolo *et al.* (2006) a janela temporal entre a execução dos trabalhos sugere mudanças na composição genética das populações, alterando suas necessidades nutricionais, além de as lagartas terem sido coletadas em campos de milho bt o que pode indicar um possível caso de resistência dos insetos a essa tecnologia, caso que não era comum no período de desenvolvimento do trabalho citado, deduzindo mais uma vez que os insetos sofreram alterações na genética dos indivíduos o que aumenta a necessidade de adaptação da dieta a ser utilizada em laboratório para criação massal.

Para razão sexual não foram obtidas diferenças entre os tratamentos ( $p$ -valor  $> 0,05$ ) considerando proporção de 1:1 para machos e fêmeas (Tabela 3). Dessa forma, os valores observados que diferem de 0,5 se devem ao acaso e não às dietas testadas.

**TABELA 3.** Viabilidade, em porcentagem, e razão sexual de *Helicoverpa zea* criadas em diferentes dietas artificiais.

Estágios	p-valor <sup>1</sup>	Dietas artificiais			
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
Larva	0,00	42,35±9,90	45,88±7,00	32,94±6,49	44,71±6,90
Pré-pupa	0,00	38,82±4,85	45,88±3,52	32,94±3,20	44,71±3,43
Pupa	0,00	27,06±6,36	31,76±6,72	28,24±5,98	37,65±6,78
Ciclo total	0,00	27,06±14,94	31,76±15,83	28,24±14,70	37,65±16,2
Razão sexual <sup>2</sup>	0,13	0,58	0,60	0,68	0,46

<sup>1</sup> p-valor para teste de Kruskal-Wallis (5%). <sup>2</sup> Teste de  $\chi^2$  (5%).

## CONCLUSÃO

Nenhuma das dietas testadas atingiu viabilidade de 75%, não sendo recomendadas para criação de *H. zea* em condições laboratoriais. Há a necessidade de mais estudos que visem estabelecer dietas ideais para criação deste inseto em ambiente controlado de forma a promover testes para desenvolvimento de novas tecnologias de controle a campo.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, T. A. N.; MENDES, S. M.; RODRIGUES, G. T. (Ed.) Comparison of Biology between *Helicoverpa zea* and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: noctuidae) reared on artificial diets. **Florida Entomologist**, [S.L.], v. 99, n. 1, p. 72-76, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1653/024.099.0113>>. doi: 10.1653/024.099.0113
- BRAGARD, C.; DEHNEN-SCHMUTZ, K.; DI SERIO, F. (Ed.) Pest categorisation of *Helicoverpa zea*. **EFSA Journal**, v. 18, n. 7, 31 p., 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6177>>. doi:10.2903/j.efsa.2020.6177
- BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962. 7p.
- COHEN, A. C. The Nature of Unnatural Insects Infrastructure of Insect Rearing, **American Entomologist**, v. 65, n. 2, p. 122-135, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ae/tmz021>>. DOI: 10.1093/ae/tmz021
- DILLARD, D.; REISIG, D. D.; REAY-JONES, F. P. *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) In-Season and Overwintering Pupation Response to Soil Type. **Environmental Entomology**, v. 52, n. 1, p. 67-73, 2023.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. (Ed.) **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002.
- GIOLO, F. P.; BUSATO, G. R.; GARCIA, M. S. (Ed.) Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 167-171, 2006.
- GOMEZ, G. C.; SALINAS, M. L. F.; BARRIONUEVO, M. J. Ciclo de vida de *Chlosyne lacinia saundersii* (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass. en condiciones controladas de laboratorio. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 79, n. 4, p. 31-38, 2020.
- LIU, Z.; LI, D.; GONG, P.; WU, K. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), On different host plants. **Environmental Entomology**, College Park, v. 33, p. 1570-1576, 2004.
- MURÚA, M. G.; FOGLIATA, S. V.; HERRERO, M. I.; VERA, M. A.; CASMUZ, A. S. (Ed.) Biological and reproductive parameters of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* reared on artificial diet in Argentina. **Bulletin Of Insectology**, v. 74, n. 1, p. 55-64. 2021.

OLIVEIRA, A. C.; FARIA, L. S.; CARVALHO, F. J.; BORGES, J. V. O.; ANDALÓ, V. Preferência alimentar de *Helicoverpa armigera* a diferentes cultivares de soja com tecnologia Bt. **Scientia Plena**, v. 16, n. 10, p. 1-13, 2020. Disponível em: <<https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/5754>>. DOI: 10.14808/sci.plena.2020.100202.

RIOS, D. A.; SPECHT, A.; ROQUE SPECHT, V. F. (Ed.) *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* hybridization: constraints, heterosis, and implications for pest management. **Pest Management Science**, v. 78, n. 3, p. 955-964, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ps.6705>>. DOI: 10.1002/ps.6705.

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

SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. **International Journal Of Tropical Insect Science**, v. 4, n. 04, p. 357-362, 1983. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/s1742758400002393>>. DOI: 10.1017/s1742758400002393

SILVA, F. R.; TRUJILLO, D.; BERNARDI, O.; VERLE RODRIGUES, J. C.; BAILEY, W. D.; GILLIGAN, T. M.; CARRILLO, D. Comparative toxicity of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) to selected insecticides. **Insects**, v. 11, n. 7, p. 431, 2020a. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/insects11070431>>. doi:10.3390/insects11070431

SILVA, I.; BALDIN, E.; SPECHT, A.; ROQUE-SPECHT, V.; MORANDO, R.; MALAQUIAS, J.; PAULA-MORAES, S. Role of nutritional composition in the development and survival of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on artificial diet and natural hosts. **Bulletin of Entomological Research**, v. 111, n. 3, p. 257-269, 2020b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0007485320000449>>. doi: 10.1017/S0007485320000449

TABASHNIK, B. E.; FABRICK, J. A.; CARRIÈRE, Y. Global patterns of insect resistance to transgenic Bt crops: The first 25 years. **Journal of Economic Entomology**, v. 116, n. 2, p. 297-309, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jee/toac183>>. DOI: 10.1093/jee/toac183

YANG, F.; GONZÁLEZ, J. C. S.; SWORD, G. A.S.; KERNS, D. L. Genetic basis of resistance to the Vip3Aa Bt protein in *Helicoverpa zea*. **Pest Management Science**, v. 77, n. 3, p. 1530-1535, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ps.6176>>. DOI: doi.org/10.1002/ps.6176