

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA
VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DESEMPENHO BIOLÓGICO EM FUNÇÃO DO
ALIMENTO E SENSIBILIDADE A INSETICIDAS EM
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA DA
LAGARTA *Helicoverpa armigera***

CRISLAINE SARTORI SUZANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, abril de 2015

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA
VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DESEMPENHO BIOLÓGICO EM FUNÇÃO DO
ALIMENTO E SENSIBILIDADE A INSETICIDAS EM
TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA DA
LAGARTA *Helicoverpa armigera***

CRISLAINE SARTORI SUZANA

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Salvadori

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, abril de 2015



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Desempenho biológico em função do alimento e sensibilidade a inseticidas em tratamento de sementes de soja da lagarta *Helicoverpa armigera*.”

Elaborada por

Crislaine Sartori Suzana

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em
Agronomia – Produção Vegetal

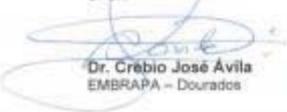
Aprovada em: 09/04/2015
Pela Comissão Examinadora


Dr. José Roberto Salvadori
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador


Dra. Simone Meredith Scheffer Basso
Coordenadora PPGAgro


Dr. Jerson Vanderlei Carus Guedes
UFSM


Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV


Dr. Crébio José Ávila
EMBRAPA – Dourados

CIP – Catalogação na Publicação

-
- S968d Suzana, Crislaine Sartori
Desempenho biológico em função do alimento e sensibilidade a inseticidas em tratamento de sementes de soja da lagarta *Helicoverpa armigera* / Crislaine Sartori Suzana. – 2015.
135 f. : il. ; 25 cm.
- Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2015.
Orientador: Prof. Dr. José Roberto Salvadori.
1. Agronomia. 2. Grãos - Doenças e pragas. 3. Soja - Doenças e pragas. 4. Soja - Sementes. 5. Plantas hospedeiras. I. Salvadori, José Roberto, orientador. II. Título.
- CDU: 633.34

BIOGRAFIA DO AUTOR

CRISLAINE SARTORI SUZANA nasceu em maio de 1989, na cidade de Constantina, RS. Em 2012 concluiu o curso de Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. No ano de 2013 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo – RS. Para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, realizou estudos inéditos no Brasil sobre a biologia de *Helicoverpa armigera* e sobre o efeito do tratamento de sementes com inseticidas nas lagartas dessa espécie, em soja.

“Entre o bom senso e o desespero, opte pelas boas palavras, delicados gestos e incansável paciência. E, dentro da modéstia ganância de suas possibilidades, continue acreditando.”

Gabriela Vieira Silva

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida e por me proporcionar força e coragem, pois sem ele nada seria possível.

À minha mãe, Joice, pelo amor e apoio na minha formação pessoal e acadêmica.

Ao meu inesquecível pai, Glauciano (*in memoriam*), que partiu antes que esse momento, tão esperado, chegasse.

À minha irmã Ana Paula, pelo carinho e amizade.

Ao meu namorado Anderson, pelo amor, companheirismo e paciência em todos os momentos.

Ao meu orientador, professor Dr. José Roberto Salvadori, pela excelência na orientação e confiança para o desenvolvimento desse trabalho. Muito obrigada por ter me aceito como sua orientada!

Às minhas amigas, Cláudia, Fabiane, Flávia, Miria, Raquel, Valdéria e Valéria, pelo carinho e fiel amizade.

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Entomologia da Universidade de Passo Fundo, Aline, Cassia, Dielli, Eduardo, Iloi, Josemar, Leonardo, Leticia, Lilian, Raquel, Rafael, Renan, Ricardo, Rodrigo e Welington, pela amizade, apoio e incansável ajuda.

À Universidade de Passo Fundo, ao Programa de Pós-graduação em Agronomia e aos professores, pelos ensinamentos e contribuições para minha formação.

À Fapergs, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários, Paulo, Cinara, Elaine, Pablo e Cassi, da FAMV/ Universidade de Passo Fundo/RS, que sempre auxiliaram durante o período de execução dos experimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xv
RESUMO	19
ABSTRACT	20
1 INTRODUÇÃO	22
2 REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 Ocorrência e distribuição geográfica de <i>H. armigera</i> ...	24
2.2 Danos.....	27
2.3 Bioecologia de <i>H. armigera</i>	29
2.4 Manejo de <i>H. armigera</i>	33
2.4.1 Resistência de plantas.....	34
2.4.2 Tratamento de sementes com inseticidas.....	38
CAPÍTULO I	40
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1 INTRODUÇÃO	43
2 MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1 Biologia de <i>H. armigera</i> alimentada com folhas.....	46
2.2 Biologia de <i>H. armigera</i> alimentada com estruturas reprodutivas.....	48
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1 Biologia de <i>H. armigera</i> alimentada com folhas.....	51
3.2 Biologia de <i>H. armigera</i> alimentada com estruturas reprodutivas.....	65
3.3 Considerações finais.....	77
4 CONCLUSÕES	82
CAPÍTULO II	83
RESUMO	83
ABSTRACT	84
1 INTRODUÇÃO	86
2 MATERIAL E MÉTODOS	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
3.1 Sensibilidade da lagarta <i>H. armigera</i> ao tratamento de semente com inseticidas, em soja convencional (não Bt)...	92
3.1.1 Lagartas neonatas.....	92
3.1.2 Lagartas de 3 ^o - 4 ^o ínstar.....	98

	Página
3.2 Sensibilidade de lagartas de <i>H. armigera</i> ao tratamento de sementes, em soja Bt.....	104
3.2.1 Lagartas neonatas.....	104
3.2.2 Lagartas de 3º- 4º ínstar.....	108
3.3 Consideração finais.....	113
4 CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS	116

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - Desempenho biológico em função do alimento de larvas e pupas de *Helicoverpa armigera*

Tabela		Página
1	Sobrevivência, número de ínstars, duração e consumo na fase larval de <i>H. armigera</i> alimentadas com folhas nas quais foi atingida a fase de pupa e em dieta artificial (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	52
2	Duração, número de ínstars e consumo na fase larval de <i>H. armigera</i> alimentada com folhas nas quais não foi atingida a fase de pupa (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	60
3	Sobrevivência, duração e peso de pupas de <i>H. armigera</i> alimentada com folhas das plantas e em dieta artificial na fase larval (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	63
4	Sobrevivência, duração larval, ganho de peso e duração até a morte de larvas de <i>H. armigera</i> alimentadas com partes reprodutivas das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015).....	71
5	Caracterização do alimento consumido e do comportamento alimentar e número de grãos danificados por larvas de <i>H. armigera</i> (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	72

Tabela		Página
6	Duração, peso e sobrevivência de pupas de <i>H. armigera</i> alimentada com partes reprodutivas das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	75

CAPÍTULO II - Sensibilidade de *Helicoverpa armigera* a inseticidas em tratamento de sementes, em soja Bt e não Bt

Tabela		Página
1	Inseticidas e doses avaliados quanto ao efeito na lagarta <i>H. armigera</i> , em tratamento de sementes de soja, em laboratório. FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	91
2	Lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> mortas e consumo em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	93
3	Lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> mortas e consumo em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 13 dias após a emergência de plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	93
4	Lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> mortas e consumo em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 21 dias após a emergência de plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	94

Tabela		Página
5	Lagartas de 3 ^o - 4 ^o ínstar <i>H. armigera</i> mortas em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 e 14 dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	101
6	Consumo de folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 e 14 dias após a emergência das plantas, por lagartas de 3 ^o - 4 ^o ínstar de <i>H. armigera</i> (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	101
7	Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8, 13 e 21 dias após a emergência das plantas, por lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	105
8	Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas aos 8, 14 e 21 dias após a emergência das plantas, por lagartas de 3 ^o - 4 ^o ínstar de <i>H. armigera</i> em (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.....	110

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - Desempenho biológico de larvas e pupas de *Helicoverpa armigera* em função do alimento

Figura		Página
1	Plantas cujas folhas foram avaliadas como alimento de larvas de <i>H. armigera</i> : A (soja), B (milho), C (trigo), D (canola), E (aveia-preta), F (buva), G (nabo-forrageiro) e H (azevém). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. Fotos: C.S.Suzana.....	47
2	Plantas cujas partes reprodutivas foram avaliadas como alimento de larvas de <i>H. armigera</i> : A (soja), B (milho), C (trigo), D (canola), E (aveia-branca), F (aveia-preta), G (nabo-forrageiro) e H (azevém). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. Fotos: C.S.Suzana.....	50
3	Duração dos ínstars larvais de <i>H. armigera</i> alimentada com folhas das plantas e em dieta artificial (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015, (1°- 2°: duração acumulada dos dois primeiros ínstars).....	58
4	Consumo de larvas de <i>H. armigera</i> nos ínstars larvais alimentada com folhas das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015, (1°- 2°: consumo acumulado dos dois primeiros ínstars).....	59
5	Partes reprodutivas de plantas danificadas por larvas de <i>H. armigera</i> : A (soja), B (trigo), C (milho), D (canola). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. Fotos: C. S. Suzana.....	74
6	Partes reprodutivas de plantas danificadas por larvas de <i>H. armigera</i> : A (aveia-branca), B (aveia-preta), C (azevém), D (nabo-forrageiro). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. Fotos: C. S. Suzana.....	75

CAPÍTULO II - Sensibilidade de *Helicoverpa armigera* a inseticidas em tratamento de sementes, em soja Bt e não Bt

Figura	Página
<p>1 Lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13 (B) e 21 (C) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$; ns: não significativo).....</p>	96
<p>2 Consumo de folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13 (B) e 21 (C) dias após a emergência das plantas, por lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$; ns: não significativo).....</p>	97
<p>3 Lagartas de 3°- 4° ínstar de <i>H. armigera</i> mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A) e 14 (B) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$; ns: não significativo).....</p>	102

Figura		Página
4	Consumo de folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A) e 14 (B) dias após a emergência das plantas, por lagartas de 3 ^o - 4 ^o ínstar de <i>H. armigera</i> em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n ^o inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$; ns: não significativo).....	103
5	Lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13 (B) e aos 21 (C) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n ^o inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$; ns: não significativo).....	106
6	Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13 (B) aos 21 (C) dias após a emergência das plantas, por lagartas neonatas de <i>H. armigera</i> em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n ^o inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$; ns: não significativo).....	107

Figura		Página
7	Lagartas de 3 ^o - 4 ^o ínstar de <i>H. armigera</i> mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas aos 8 (A), 14 (B) e 21 (C) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (N ^o inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, p≤0,05; ns: não significativo).....	111
8	Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas aos 8 (A), 14 (B) e aos 21 (C) dias após a emergência das plantas por lagartas 3 ^o - 4 ^o ínstar de <i>H. armigera</i> em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (N ^o inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, p≤0,05; ns: não significativo).....	112

**DESEMPENHO BIOLÓGICO EM FUNÇÃO DO ALIMENTO E
SENSIBILIDADE A INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE
SEMENTES DE SOJA DA LAGARTA *Helicoverpa armigera***

CRISLAINE SARTORI SUZANA¹

RESUMO – *H. armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae) é uma espécie extremamente polífaga, que pode causar danos a diferentes culturas de importância econômica. Na cultura da soja, pode ser tanto praga inicial, atacando cotilédones, brotos e folhas, como, mais tarde, consumir legumes e sementes. Conhecimentos sobre o desempenho biológico da espécie em diferentes plantas hospedeiras e a eficiência do tratamento de sementes com inseticidas e de genótipos Bt são importantes com vistas ao manejo dessa praga, na cultura da soja. Objetivou-se avaliar a influência do alimento (espécies vegetais) consumido pela forma jovem em atributos biológicos de lagartas e de pupas e o potencial de inseticidas aplicados em tratamento de sementes e da proteína Cry 1Ac para controle da praga, em soja. Foram conduzidos quatro experimentos em câmara climatizada (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase) no laboratório de entomologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo, em Passo Fundo, RS. Constatou-se que o alimento influencia na sobrevivência, na duração, no número de

¹ Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal-
crislaine_agronomia@hotmail.com

ínstares e consumo da fase larval de *H. armigera*. Lagartas neonatas e lagartas de 3º- 4º ínstar apresentam, respectivamente, sensibilidade ao inseticida clorantraniliprole em tratamento de sementes (62,5 mL/100 kg) até 13 dias e 8 dias, após a emergência das plantas de soja. Lagartas de ambos tamanhos apresentam sensibilidade à proteína Cry 1Ac pelo menos até 21 dias após a emergência das plantas de soja Bt.

Palavras- chave: Controle, manejo de pragas, plantas hospedeiras.

**BIOLOGICAL PERFORMANCE AS A FOOD FUNCTION AND
SENSITIVITY PESTICIDES IN SOYBEAN SEED
TREATMENT OF THE CATERPILLAR *Helicoverpa armigera***

ABSTRACT – *H. armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae) is an extremely polyphagous species, which can cause damage to various crops of economic importance. In soybean, can be both initial pest, attacking cotyledons, shoots and leaves, as, later consume vegetables and seeds. Knowledge of the biological performance of the species in different host plants and the efficiency of seed treatment with insecticides and Bt genotypes are important with a view to the management of this pest, in soybean crop. The objective of this study was to evaluate the influence of food (plant species) consumed by young form in biological attributes of caterpillars and pupae and the potential of insecticides applied in seed treatment and protein Cry 1AC for pest control in soybeans. Four experiments were conducted in climatic chamber (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ RH, 12 h photoperiod) in

entomology laboratory of the Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS. It was found that food influences on survival, the duration, and the number of instars and consumption of the larval stage of *H. armigera*. Neonate caterpillars and 3rd- 4th instar caterpillars present, respectively, sensitivity clorantraniliprole insecticide for seed treatment (62,5 mL/100 kg) up to 13 days and 8 days after emergence of soybean plants. Caterpillar of both sizes feature sensitivity to the protein Cry 1Ac at least until 21 days after the emergence of Bt soybean plants.

Key words: Control, host plants, pest management.

1 INTRODUÇÃO

Na soja (*Glycine max*) (Merril), nos últimos anos, pragas consideradas secundárias atingiram a condição de pragas principais, como é o caso das lagartas falsas-medideiras, principalmente *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *inclusens* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae), das lagartas *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* e *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) (HOFFMANN-CAMPO et al., 2012). Em 2013 constatou-se pela primeira vez no Brasil a presença da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) causando sérios danos não só em soja, como também em milho (*Zea mays*) (CZEPAK et al., 2013c). No Sul do Brasil, além das culturas de soja e de milho, essa nova praga foi constatada também em trigo (*Triticum aestivum*) e canola (*Brassica napus*) (SALVADORI et al., 2013a), linho (*Linum usitatissimum*), soja guaxa, nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*), aveia-preta (*Avena strigosa*), maria-mole (*Senecio brasiliensis*) e buva (*Conyza* sp.) (SALVADORI & SUZANA, 2014).

O conhecimento de atributos biológicos e os fatores que influenciam a dinâmica populacional das pragas, bem como da eficiência e das limitações das táticas de controle são fundamentais para o manejo das mesmas (GALLO et al., 2002).

O controle de *H. armigera* é feito de forma emergencial, quase que exclusivamente com o uso de inseticidas em pulverização, e sem um conjunto de informações sobre a bioecologia da praga que

servam de apoio às tomadas de decisões no sentido de que o controle tenha retorno econômico e seja ambientalmente adequado. Entre os fatores que mais podem influenciar o potencial de reprodução e a dinâmica populacional de uma praga estão o alimento, incluindo plantas hospedeiras, estágio fenológico das plantas etc. Quanto ao controle, uma das alternativas que é o tratamento de sementes com inseticidas, método que apresenta menor impacto ambiental e maior seletividade aos inimigos naturais, tem sido pouco explorada para o controle de *H. armigera*, também por falta de conhecimento a respeito.

Dessa forma, foram conduzidos trabalhos com o objetivo geral de avaliar aspectos básicos de biologia em função do alimento e relacionados ao controle via tratamento de sementes com inseticidas, que possam subsidiar o manejo integrado de *H. armigera*.

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- a) avaliar o desempenho biológico de lagartas de *H. armigera* em diferentes espécies e estádios fenológicos (vegetativo e reprodutivo) de plantas hospedeiras;
- b) avaliar o potencial de inseticidas em tratamento de sementes para o controle de lagartas de *H. armigera*, em soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A importância de um inseto fitófago como praga é determinada pela sua distribuição geográfica, pela ocorrência em culturas de grande valor socioeconômico e pelo seu potencial de causar perdas. Além disso, a dificuldade de controle também pode conferir a uma praga um maior grau de importância.

Por outro lado, os danos causados pelos insetos às plantas dependem da estrutura vegetal atacada, da duração do ataque, do estágio de desenvolvimento e da tolerância da planta e da densidade populacional da praga. Os prejuízos decorrentes podem ser quantitativos e qualitativos, maiores ou menores, em função destas circunstâncias e conforme condições climáticas, cultivares, técnicas agronômicas utilizadas etc. (GALLO et al., 2002).

H. armigera, pelos seus hábitos alimentares inespecíficos, ampla distribuição geográfica, potencial de danos e dificuldade para controle, é uma das pragas agrícolas de maior relevância socioeconômica.

2.1 Ocorrência e distribuição geográfica de *H. armigera*

No mundo, relata-se a ocorrência de 18 espécies de *Helicoverpa* distribuídas nos continentes, das quais quatro são consideradas de maior importância econômica: *H. zea* (Boddie) (Estados Unidos e Brasil), *H. punctigera* (Wallengren) (Austrália), *H.*

assulta (Guenée) (Índia) e *H. armigera*, que apresenta a mais ampla distribuição geográfica, e *H. gelotopoeon* (Dyar) (Chile, Argentina e Brasil) (THOMAZONI et al., 2013).

H. armigera é cosmopolita e apresenta ampla distribuição mundial. Sua ocorrência foi registrada na Europa, Ásia, África e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997). No continente americano, não havia sido detectada até 2013, quando sua presença foi constatada em várias regiões agrícolas do Brasil (CZEPAK et al., 2013c; ÁVILA et al., 2013) e, posteriormente, no Paraguai (SENAVE, 2013) e na Argentina (MURÚA et al., 2014).

No Brasil, a primeira ocorrência foi relatada a partir de insetos coletados, em janeiro e fevereiro de 2013 nos estados de Goiás, atacando cultivos de soja, de Mato Grosso, atacando cultivos de algodão (*Gossypium herbaceum*), e da Bahia, em soja tiguera (CZEPAK et al., 2013c). Essa praga não havia sido registrada no continente americano e, até então, era considerada praga quarentenária no Brasil (BRASIL, 2014).

Mariposas coletadas na Bahia, no Distrito Federal, em Mato Grosso e no Paraná, nas culturas de algodão, milho e soja, possibilitaram a identificação de *H. armigera*, baseada na genitália masculina e nas análises das sequências dos genes mitocondriais do citocromo B e da região *cox1-tRNALeu-cox2*, ampliando o registro de ocorrência da praga para a região sul do país (SPECHT et al., 2013).

No Rio Grande do Sul, a ocorrência de *H. armigera* foi oficializada em novembro de 2013, por meio de mariposas obtidas de

lagartas provenientes dos municípios de Passo Fundo, Espumoso e Carazinho, coletadas em dezembro de 2012 e maio de 2013 (SALVADORI et al., 2013a; SALVADORI et al., 2014) e em Ipiranga do Sul, Cruz Alta, Tupanciretã, Estrela Velha, Santa Maria, Rosário do Sul, Ijuí, Espumoso, Eugênio de Castro, Giruá, Santa Cruz do Sul, São Sepé, Santo Augusto, Soledade e Vacaria (GUEDES et al., 2013b).

Utilizando análises em nível molecular, DNA mitocondrial, do mesmo material usado para confirmar a presença no país, foi possível verificar que há descendência de duas linhagens de *H. armigera*, as quais ocorrem em diferentes partes do Velho Mundo (Europa, África, Ásia e Oceania) (THOMAZONI et al., 2013; LEITE et al., 2014).

H. armigera é extremamente polífaga, cujas larvas foram registradas em mais de duzentas espécies de plantas cultivadas e silvestres (SHARMA et al., 2005), pertencentes a um amplo número de famílias (FITT, 1989, ALI & CHOUDHURY, 2009). A polifagia é uma característica que pode ser determinante na dinâmica populacional e na condição de uma praga, uma vez que lagartas podem se desenvolver em diferentes plantas hospedeiras dentro de uma região, ou podem persistir no ambiente em baixa densidade até o surgimento de um hospedeiro capaz de sustentar o desenvolvimento das formas jovens (MOSCARDI et al., 2012).

No Brasil, as lagartas de *H. armigera* foram constatadas se alimentando de várias culturas de importância econômica, tais como algodão, soja, milho, tomate (*Solanum lycopersicum*), feijão

(*Phaseolus vulgaris*), sorgo (*Sorghum bicolor*), milheto (*Pennisetum americanum*), guandu (*Cajanus cajan*), trigo, canola, aveia-preta, crotalária (*Crotalaria* sp.) e citros, girassol (*Helianthus annuus*) safrinha, nabo forrageiro e em algumas espécies de plantas daninhas (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013c; SALVADORI et al., 2013a; ARNEMANN et al., 2014), bem como em estilosantes e espécies de braquiária e cultivos de safrinha como feijão e girassol, em fase de maturação (THOMAZONI et al., 2013). Esse grande número de hospedeiros já registrados no Brasil demonstra que nem sempre vai se encontrar essa praga nas plantas hospedeiras preferenciais nas quais as fêmeas, normalmente, realizam as posturas. Outros hospedeiros alternativos presentes nos arredores das lavouras podem assumir papel decisivo na sobrevivência e na dinâmica sazonal da praga, dando suporte à manutenção de suas populações em períodos em que hospedeiros preferencias não estão presentes (FITT, 1989; ÁVILA et al., 2013).

Leite et al. (2014), com base em amostras coletadas em maio de 2012 e abril de 2013, verificaram que, no Brasil, *H. armigera* prevalece em dicotiledôneas, e que *H. zea* está mais no milho.

2.2 Danos

As lagartas de *H. armigera* se alimentam de folhas e caules, mas apresentam preferência por brotos, inflorescências, frutos e legumes (REED, 1965; MORAL GARCIA, 2006; SULLIVAN, 2014) e, devido à preferência pelas partes apicais, pode limitar o

crescimento das plantas (SALVADORI et al., 2013a) e causar danos, tanto na fase vegetativa, quanto reprodutiva (CZEPAK et al., 2013c), levando a perdas econômicas elevadas (FITT 1989; CZEPAK et al., 2013c; TAY et al., 2013). Podem causar danos a diferentes culturas de importância econômica, como algodão, leguminosas, sorgo, milho, tomate, plantas ornamentais e frutíferas (REED, 1965; SHARMA et al. 2005; MORAL GARCIA, 2006).

Na soja, podem ser tanto pragas iniciais, atacando os brotos, cotilédones e folhas de plântulas, como consumindo legumes e grãos. As infestações podem se originar de posturas feitas pelo adulto nas plantas de soja ou em hospedeiros alternativos (SALVADORI et al., 2013a). Os autores alertaram quanto à redução na população de plantas, que pode ser severa em plantios feitos em áreas já com a presença de lagartas bem desenvolvidas.

No Brasil, na safra de 2011/2012, as perdas chegaram a 80% na cultura de algodão, mas as culturas de soja e de milho, transgênicos (Bt) ou não, também sofreram perdas (ÁVILA et al., 2013). Nas safras de 2012/2013 e 2013/2014 as perdas causadas pelos danos dessa praga se intensificaram nas principais culturas agrícolas. Para a safra de 2013/14 estima-se que a essa praga causou uma perda de mais de US\$ 2 bilhões, devido à redução da produtividade e dos custos em produtos fitossanitários para as principais culturas do agronegócio brasileiro (LEITE et al., 2014).

Uma estimativa de perdas provocadas por essa praga permitiu verificar redução de 22,5 % no rendimento de grãos da soja

na safra 2013/14, em uma área experimental no norte do Rio Grande do Sul (SUZANA et al., 2014).

2.3 Bioecologia de *H. armigera*

O ciclo de vida completo de *H. armigera* dura em média entre trinta e sessenta dias, passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto, sendo influenciado pela qualidade nutricional do alimento e fatores ambientais, como temperatura e umidade (GUEDES et al., 2013a).

O período de incubação dos ovos varia, em média, de 2 a 12 dias nos períodos mais frios (ALBERNAZ et al., 2014). Os ovos têm cerca de 0,5 mm de diâmetro, inicialmente são claros, quase brancos e vão escurecendo à medida que se aproxima a eclosão das larvas. A fase larval dura em torno de 14 a 18 dias, sendo que nos períodos mais quentes do verão constatou-se que a lagarta pode durar apenas 12 dias e atingir 40 mm de comprimento (SALVADORI & SUZANA, 2014) apresentando também grande variação quanto à coloração.

O período larval é constituído por cinco a sete ínstars, sendo que seis é mais comum (HARDWICK, 1965). Em condições de laboratório (26 ± 1 °C, umidade relativa do ar de 60-70% e fotoperíodo de 16 h), ocorre aumento na duração dos ínstars larvais, proporcionalmente do primeiro ao quinto, totalizando 15 a 17 dias de duração do período larval (NASREEN & MUSTAFA, 2000). A duração das diferentes fases de desenvolvimento diminui com o

aumento de temperatura (SULLIVAN, 2014). Em condições extremas, o período larval pode se estender por 41,1 dias a 15 °C e durar apenas 10,9 dias, a 35 °C (FITT, 1989).

A duração das fases larvais mostra se uma planta é adequada ou não para a alimentação 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 fase de pupa, que ocorre no solo, não varia muito (10 a 12 dias) (SALVADORI & SUZANA, 2014). Porém, nessa fase pode ocorrer diapausa facultativa e 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). Tudo indica que o tempo para completar uma geração é mais determinado pela duração da fase larval, acrescido do tempo necessário para que as mariposas entrem em atividade reprodutiva (cópula e oviposição) (SALVADORI & SUZANA, 2014). O período pupal para o macho é de $15,4 \pm 0,5$ dias e para a fêmea $13,2 \pm 0,5$ dias a temperatura de 26 ± 1 °C (NASREEN & MUSTAFA, 2000). Altas temperaturas, entre 33 e 39 °C, induzem diapausa de verão (LIU et al., 2006), da mesma forma que temperaturas baixas promovem diapausa de inverno.

A diapausa pode conferir benefícios para a prole, permitindo a sobrevivência de pupas em condições desfavoráveis e a retomada do desenvolvimento em condições favoráveis, adaptando-se

assim a diferentes climas (CLEARY et al., 2006; LIU et al., 2006). Os autores verificaram que a prole dos insetos que haviam passado por diapausa apresentou maior taxa de sobrevivência em relação aos que não passaram por diapausa. A adequação nutricional das plantas hospedeiras pode afetar o potencial de hibernação das pupas e a sobrevivência durante está fase e, conseqüentemente determinar a intensidade dos surtos da praga no ano subsequente (LIU et al., 2006).

Os adultos dessa espécie apresentam grande facilidade de dispersão e são migrantes naturais com capacidade de se movimentar por longas distâncias, chegando a voar 1000 a 2000 km (PEDGLEY, 1985; NIBOUCHE et al., 1998). Essa característica é comprovada pela expansão no Brasil e rápida distribuição no Rio Grande do Sul (GUEDES et al., 2013b). As mariposas apresentam hábito predominantemente crepuscular, com isso a oviposição ocorre geralmente durante a noite (ALBERNAZ, 2014). Cada fêmea tem capacidade média de ovipositar 1.000 a 1.500 ovos; a postura é feita de forma isolada ou em pequenos grupos de dois a três ovos, preferencialmente na face adaxial da folha, sobre talos, flores, frutos e brotações apicais com superfícies pubescentes (MENSAH, 1996). A longevidade média das fêmeas é de 11,7 dias e dos machos é de 9,2 dias (ALI & CHOUDHUROY, 2009). O período de oviposição dura aproximadamente 5,3 dias (NASERI et al, 2011).

Redução na taxa de sobrevivência e na fecundidade, chegando à ausência de oviposição, foi verificada quando os adultos foram submetidos a choques de temperatura de 40,0 a 46,5 °C em intervalos de tempo que variaram de 1,5 a 540 minutos, indicando que

a temperatura é o um fator que interfere no desempenho de *H. armigera* (MIRONIDIS & SAVOPOULOU SOLTANI, 2008). Atrasos no desenvolvimento reprodutivo feminino e alterações na fisiologia reprodutiva dos adultos estão relacionados às condições desfavoráveis de fotoperíodo e temperatura, durante o período larval (ZHOU et al., 2000).

Os valores encontrados para a constante térmica (K) de *H. armigera* são de 51,0 graus dias (GD) a 10,5 °C para a fase de ovo, 215,1 GD para larvas a temperatura acima 11,3 °C e 151,8 GD a temperatura acima 13,8 °C para a fase pupal (JALLOW & MATSUMURA, 2001). Outros estudos mostraram que são necessários 475 GD, à temperatura de 11 °C, para o desenvolvimento completo de larva a adulto (TWINE, 1978).

A maior ou menor adequação de uma planta como hospedeiro, pode estar relacionada ao seu conteúdo de nutrientes e de substâncias secundárias e à capacidade de digestão e assimilação dos mesmos pelo inseto (NASERI et al., 2010; NAMIN et al., 2014), influenciando a dinâmica populacional de *H. armigera* (RUAN & WU, 2001). Plantas de feijão são hospedeiras mais adequadas ao desenvolvimento de *H. armigera* em comparação com híbridos de milho (ARGHAND et al., 2011; NAMIN et al., 2014).

Larvas de *H. armigera* sobrevivem com sucesso em plantas de algodão, milho, tomate, pimenta (*Capsicum* sp.), tabaco (*Nicotiana tabacum*) e feijão, mas a mortalidade foi alta em pimenta e tomate (LIU et al., 2004). Os mesmos autores verificaram que o tempo

para o desenvolvimento das larvas criadas nessas plantas hospedeiras foi de 29,69, 26,60, 35,07, 33,81, 32,91 e 27,96 dias, respectivamente.

2.4 Manejo de *H. armigera*

O manejo de uma praga agrícola deve ser feito a partir de conhecimentos bioecológicos, que são a base para aplicação de métodos de controle eficientes.

No mundo, os custos com controle e as perdas de produção anualmente causadas por lagartas de *H. armigera*, chegam a 5 bilhões de dólares (LAMMERS & MACLEOD, 2007). Sendo que, 50% dos inseticidas utilizados na Índia e China são direcionados para o controle dessa praga (BUILDING & ARHABHATA, 2007).

Tendo como referência o que é feito em outros países e o conceito de manejo integrado de pragas, algumas táticas de controle podem ser indicadas para *H. armigera*. O uso de armadilhas iscadas com feromônio sexual para o monitoramento da flutuação populacional de adultos e o monitoramento de ovos e lagartas, ou até mesmo de pupas, são essenciais, como subsídios para as tomadas de decisão de controle (CZEPAK et al., 2013a). A utilização de cultivares resistentes, o uso de plantas geneticamente modificadas (como genótipos Bt), a destruição de restos culturais, a liberação de inimigos naturais e o uso de inseticidas seletivos a inimigos naturais são importantes para o manejo dessa praga (KUMAR et al., 2009).

O uso de inseticidas químicos ou biológicos, aplicados direta ou indiretamente sobre os insetos-praga, em doses adequadas,

tem se mostrado fundamental para o manejo de *H. armigera*. Considera-se que a preferência deve ser dada a produtos seletivos, de baixa toxicidade e de baixo impacto.

O uso abusivo de produtos químicos tem efeito direto sobre as pragas e efeitos indiretos, principalmente sobre os inimigos naturais (ROGGIA, 2010). O uso indiscriminado de inseticidas pode trazer consequências, tais como a perda da eficiência dos produtos, o aparecimento de surtos de outras pragas e a ressurgência de pragas, em função do desequilíbrio biológico (TIBOLA, 2011).

Devido à polifagia, à alta capacidade de dispersão e aos inúmeros casos de resistência a inseticidas e a genótipos Bt, o manejo sustentável da lagarta *H. armigera* torna-se um desafio a agricultura brasileira (LEITE et al., 2014).

2.4.1 Resistência de plantas

O emprego de plantas resistentes a insetos é considerado o método ideal de controle pela possibilidade de permitir a manutenção de pragas em níveis inferiores ao de dano econômico, sem causar prejuízos ao ambiente e sem ônus adicional ao agricultor (GALLO et al., 2002). Conforme sugerido por Painter (1951), a resistência de plantas a insetos-praga pode se manifestar de três formas: não-preferência, antibiose e tolerância. Não-preferência refere-se ao comportamento do inseto em não escolher a planta para alimentação oviposição ou abrigo; antibiose diz respeito ao efeito negativo da

planta, como alimento sobre a biologia do inseto, e tolerância refere-se a capacidade da planta em tolerar o ataque da praga.

Os mecanismos de defesa exibidos pela planta aos insetos incluem uma série de características morfológicas e um complexo de substâncias químicas que tendem a tornar a planta repelente, tóxica ou, de outro modo, inadequada para serem utilizadas pelo inseto (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000).

As principais características morfológicas de defesa da planta atuam quando em contato com o inseto. As substâncias químicas presentes na planta são constituídas por dois grandes grupos, um formado pelas substâncias essenciais para as atividades metabólicas (nutrientes) e outro formado pelas substâncias secundárias, utilizadas pelas plantas para defesa contra insetos (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000).

As substâncias que regulam a relação entre organismos são denominadas aleloquímicos (WHITTAKER, 1972), definidos como substâncias não nutritivas produzidas por uma espécie e que afetam o crescimento, sanidade, comportamento e biologia da população de outra espécie (VENDRAMIM & CASTIGLIONI, 2000).

A menor adequação de alguns cultivares de soja, como plantas hospedeiras de *H. armigera*, pode ser devido à presença de fitoquímicos secundários ou agentes antibióticos e antixenóticos ou, ainda, à ausência de nutrientes primários essenciais para o crescimento e desenvolvimento dessa praga (NASERI et al., 2010). O uso de

cultivares de soja resistente a insetos oferece uma ferramenta importante no manejo integrado de pragas (ENDO et al., 2007).

Entretanto, a resistência da planta hospedeira pode ser mais ou menos eficiente, dependendo da natureza dessa resistência. Os aleloquímicos são componentes importantes da resistência a insetos, mas em alguns casos podem antagonizar a atividade de inseticidas biológicos, que agem por ingestão, devido à resistência de não preferência (PARAMASIVA et al., 2014).

A influência da cultura hospedeira na susceptibilidade a inseticidas biológicos pode estar relacionada aos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, devido a diferenças na qualidade nutricional e à quantidade de metabólitos secundários presentes (PARAMASIVA et al., 2014). Os mesmos autores ainda afirmam que plantas com resistência melhoram a eficácia de inseticidas biológicos a base de *Bacillus thuringiensis* Berliner. Agentes patogênicos para insetos podem ser mais eficazes no manejo integrado de pragas, quando fatores de resistência do tipo antibiose do hospedeiro estiverem presentes.

Larvas criadas em dietas com pó de vagem de guandu apresentam baixo peso e prolongamento da fase larval, esse efeito pode estar relacionado a efeitos antibióticos de metabólitos secundários (GREEN et al., 2002). Paramasiva et al. (2014) verificaram que a implantação de genes Bt poderá ser eficaz em plantas de guandu e algodão, devido à associação com resistência natural presente nessas espécies, para *H. armigera*.

Atualmente, vários cultivares comercialmente disponíveis no Brasil contêm genes que codificam a expressão de proteínas Cry ou Proteínas Inseticidas Vegetativas (VIPs) de *B. thuringiensis*, sendo denominadas plantas Bt (CZEPAK et al., 2013a).

Em 2013 foi autorizado no Brasil o plantio de soja Intacta RR2 PRO, que, apesar de expressar apenas uma proteína inseticida (Cry 1Ac), pode contribuir para a contenção de lagartas de Heliothinae e reduzir o uso de inseticidas (CZEPAK et al., 2013a).

Estudos realizados em laboratório e em campo, no Brasil, demonstram que a tecnologia “Intacta” confere resistência para *Anticarsia gemmatilis*, *C. includens* e *Heliothis virescens* (BERNARDI et al., 2012). Yu et al. (2013) apud CZEPAK et al. (2013a) verificaram que durante o período vegetativo cultivares de soja Bt (Cry1Ac) afetaram larvas de *H. armigera*, que apresentaram taxas de sobrevivência de 5,4% a 24,4%, frente às taxas de 71,1% a 94,9% verificadas em soja não Bt.

A resistência de plantas pode ser induzida, e essa é uma estratégia em potencial no manejo de pragas que pode provocar mudanças tanto na qualidade como na quantidade de compostos do metabolismo secundário e de proteínas de defesa, além do reforço das barreiras estruturais da planta (VENDRAMIM & FRANÇA, 2006; MASSEY et al., 2007).

Entre os fatores que podem induzir a resistência, o silício é considerado um indutor do mecanismo, desencadeando a produção de compostos fenólicos, quitinases, peroxidases e acúmulo de lignina (GOMES et al., 2008; RANGER et al., 2009). Esse elemento tem

função de proteção pelo acúmulo e polimerização nas células, formando uma barreira mecânica que dificulta a penetração na planta e alimentação dos insetos (KVEDARAS & KEEPING, 2007; KEEPING & KVEDARAS, 2008; HUNT et al., 2008).

A grande diversidade de plantas presentes nas áreas agrícolas, e em diferentes fases de desenvolvimento (vegetativo a reprodutivo), possibilita que larvas de *H. armigera* desenvolvam mecanismos de adaptação aos diferentes alimentos disponíveis para sua alimentação.

2.4.2 Tratamento de sementes com inseticidas

O uso de defensivos agrícolas em tratamento de sementes confere proteção às plantas, possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura, frente à presença de pragas. Essa prática quando adotada de maneira correta, reduz o número de aplicações foliares, que muitas vezes precisariam ser iniciadas logo após a emergência das plântulas, além de proporcionar melhor estande e arranque de plântulas (ÁVILA et al., 2013; PAPA et al., 2013).

Devido à ocorrência da lagarta *H. armigera* desde a emergência das plântulas na cultura da soja quando, além de lagartas pequenas, lagartas grandes podem estar presentes na área, a importância do uso do tratamento de semente tem sido destacada (SALVADORI et al., 2013a).

Uma das principais vantagens do tratamento de sementes no manejo da *H. armigera* e de outras pragas está relacionada a

seletividade, decorrente da forma como os produtos são usados, preservando os principais parasitóides e predadores, que são componentes importantes para o manejo integrado de pragas. É considerado um dos métodos mais eficientes de uso de inseticidas, pois à medida que esses são lentamente absorvidos pelas raízes, conferem à planta um adequado período de proteção contra insetos fitófagos (PAPA et al., 2013).

Em muitas áreas do Irã, os inseticidas químicos sintéticos desempenham um papel essencial ou muito importante na gestão da lagarta *H. armigera*, em algodão. Entretanto, *H. armigera* já demonstrou ser uma espécie que tem um grande potencial para desenvolver resistência contra quase todos os inseticidas convencionais que são aplicadas para o seu controle (AHMAD et al., 2001). A resistência em *H. armigera* a inseticidas do grupo dos piretróides, organofosfarados e carbamatos tem sido relatada em muitos países, incluindo Austrália (FORRESTER et al., 1993; FITT, 1994), China (XIA, 1993), Índia, Paquistão (AHMAD et al., 1999) e Turquia (ERNST & DITTRICH, 1992).

Dentre os ingredientes ativos que tem proporcionado controle de lagartas de *H. armigera* nas culturas de soja, milho e algodão, pode-se destacar clorfantraniliprole, flubendiamida, clorfenapir, indoxacarbe e espinosade (CZEPAK et al., 2013b).

CAPÍTULO I

DESEMPENHO BIOLÓGICO DE LARVAS E PUPAS DE *Helicoverpa armigera* EM FUNÇÃO DO ALIMENTO

Crislaine Sartori Suzana²

RESUMO – *H. armigera* é uma espécie extremamente polífaga, que pode causar danos a diferentes culturas de importância econômica. O valor nutricional das plantas hospedeiras como alimento pode influenciar o desempenho biológico e interferir na dinâmica populacional da praga. Foram conduzidos dois experimentos objetivando avaliar a influência do alimento (espécies vegetais; folhas e partes reprodutivas das plantas) fornecido às lagartas, na biologia das fases de larva e de pupa. Foram avaliadas oito espécies, incluindo plantas cultivadas, de cobertura de solo e daninhas, além de dieta artificial. As plantas foram cultivadas em vasos em casa-de-vegetação, de onde foram coletadas folhas e partes reprodutivas para alimentar as lagartas. Verificou-se que os alimentos influenciam na sobrevivência, na duração, no número de ínstar e consumo da fase larval para larvas de *H. armigera*. As larvas alimentadas com folhas de aveia preta, canola, nabo forrageiro, soja e dieta artificial completam a fase larval, o que não ocorreu em folhas de azevém, buva, milho e trigo.

² Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal-crislaine_agronomia@hotmail.com

As larvas alimentadas com folhas de aveia preta apresentam um ou dois ínstaes adicionais, maior duração e maior consumo, mas apresentam menor sobrevivência. As larvas alimentadas com partes reprodutivas de trigo, canola e soja e com dieta artificial apresentam maior ganho de peso. O número de grãos danificados é maior em espécies de grãos pequenos.

Palavras-chave: Biologia, consumo, plantas hospedeiras.

**BIOLOGICAL PERFORMANCE OF LARVAE AND
Helicoverpa armigera PUPAE IN FUNCTION OF FOOD**

ABSTRACT - *H. armigera* is an extremely polyphagous species, which can cause damage to various crops of economic importance. The nutritional value of the host plants as food may influence the biological performance and interfere in the pest population dynamics. Two experiments were conducted to evaluate the influence of the caterpillars food (plant species, leaves and reproductive parts of plants) larvae and pupae biology. Eight species have been evaluated, including cultivated plants, soil coverage and weed, and artificial diet. The plants were grown in pots in a greenhouse, where leaves were collected and reproductive parts to feed the caterpillars. It was found that the foods influence on survival, duration and the number of instars and consumption of *H. armigera* larvae. The larvae fed on leaves of black oat, canola, oilseed radish, soybean and artificial diet complete the larval stage, which did not occur on italian ryegrass,

horseweed, corn and wheat. The larvae fed on oat leaves have one or two additional instars, longer duration and higher consumption, but have a lower survival. The larvae fed reproductive parts of wheat, canola and soybeans and with artificial diet have higher weight gain. The number of damaged grains is increased in small grain species.

Key words: Biology, consumption, host plants.

1 INTRODUÇÃO

H. armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae) é considerada umas das pragas mais importantes do mundo (BEHERE et al., 2013), com ampla distribuição geográfica, estando presente na Europa, Ásia, África e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997) e recentemente detectada no continente americano em várias regiões agrícolas do Brasil (CZEPAK et al., 2013c), Paraguai (SENAVE, 2013) e Argentina (MURÚA et al., 2014).

H. armigera é uma espécie extremamente polífaga, cujas larvas foram registradas em mais de duzentas espécies de plantas cultivadas e silvestres, e em aproximadamente de 67 famílias hospedeiras, incluindo Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (REED & POWAR, 1982; PAWAR et al., 1986; POGUE, 2004; SHARMA et al., 2005; ALI & CHOUDHURY, 2009). Pode causar danos a diferentes culturas de importância econômica, como o algodão, leguminosas, sorgo, milho, tomate, plantas ornamentais e frutíferas (REED, 1965; FITT, 1989; MORAL GARCIA, 2006).

As lagartas de *H. armigera* também se alimentam de folhas e caules, mas apresentam preferência por brotos, inflorescências, frutos e legumes (REED, 1965; WANG & LI, 1984). Podem causar danos tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva das culturas (CZEPAK et al., 2013c) e a destruição de partes apicais pode limitar o crescimento das plantas (SALVADORI et al., 2013a).

Os fatores que determinam a disponibilidade de nutrientes para o crescimento e manutenção dos insetos ao longo de determinado

período de desenvolvimento são a quantidade e tipo de alimento consumido e a eficiência como este alimento é utilizado (BARTON & RAUBENHEIMER, 2003). Variações nos valores nutritivos de plantas hospedeiras podem influenciar no desenvolvimento de *H. armigera* e, conseqüentemente, na dinâmica populacional dessa praga (RUAN & WU, 2001).

A composição química das plantas hospedeiras afeta significativamente sobrevivência, crescimento e reprodução de insetos fitófagos (BERNYS & CHAPMAN, 1994), o que se deve principalmente pela diferenças nas concentrações de aleloquímicos entre variedades de plantas (MARTIN & PULIN, 2004). A capacidade de um organismo converter os nutrientes, principalmente de proteínas, pode influenciar positivamente no seu crescimento e desenvolvimento (SOGBESAN & UGWUMBA, 2008).

As variações na biologia de *H. armigera* nas diferentes espécies vegetais podem estar relacionadas a diferenças no consumo e na qualidade nutricional das plantas, frente às necessidades da praga, ou aos níveis de compostos bioquímicos secundários, e no aproveitamento do próprio inseto.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência do alimento (espécies vegetais) da lagarta na biologia das fases de larva e de pupa de *H. armigera*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Entomologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV), da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, em casa-de-vegetação e em câmara climatizada. A temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas.

Foram utilizados insetos provenientes da criação mantida no Laboratório de Entomologia/FAMV/UPF, em dieta artificial, sob condições semelhantes às dos experimentos. Essa criação de *H. armigera* foi estabelecida a partir de lagartas provenientes de lavoura de soja, localizada no campo experimental da FAMV/UPF/RS, coletadas em janeiro e fevereiro de 2014. Esses insetos passaram por três gerações em dieta artificial modificada de Greene et al. (1976), para evitar pré-adaptação aos alimentos naturais testados.

Foram conduzidos dois experimentos envolvendo o efeito do alimento das lagartas na biologia da espécie, sendo que em um experimento foram fornecidas folhas e em outro, partes reprodutivas de espécies vegetais.

Consideraram-se tanto espécies hospedeiras reais (com base em constatações de campo) como potenciais (espécies presentes a campo na entre safra da cultura da soja). As plantas foram cultivadas em vasos (6 litros), em casa de vegetação, de onde foram coletadas folhas e partes reprodutivas para alimentar as lagartas. A dieta artificial de Greene et al. (1976) modificada foi empregada como

padrão comparativo, tendo em vista que é empregada com sucesso na criação de *H. armigera*, em laboratório.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos (oito espécies vegetais e dieta artificial), inicialmente com cinquenta repetições (lagartas). O efeito dos tratamentos foi avaliado pelos parâmetros da biologia de *H. armigera* alimentada na fase larval, incluindo plantas cultivadas, plantas de cobertura de solo e plantas daninhas.

2.1 Biologia de *H. armigera* alimentada com folhas

As espécies vegetais cujas folhas foram avaliadas foram: soja, cv. BMX Potencia RR, trigo, cv. Quartzo, aveia-preta, cv. Centauro, milho, híbrido Fórmula, canola, cv. Hyola 433, nabo-forrageiro, buva e azevém (*Lolium multiflorum*) (Figura 1).

Cinquenta lagartas neonatas (recém-eclodidas) foram individualizadas em placas de Petri (1,2 cm de altura e 4,9 cm de diâmetro) e alimentadas com discos foliares com área conhecida (1, 4 e 7 cm²), provenientes de plantas em estágio vegetativo. Para evitar o ressecamento dos discos, o fundo da placa foi forrado com papel-filtro, umedecido com água destilada sempre que necessário. Os insetos foram mantidos nessas placas até o 3^o-4^o ínstar, quando foram transferidos para placas maiores (1,5 cm de altura e 9,0 cm de diâmetro), onde foram mantidos até a pupação. Trocava-se o alimento sempre que necessário, aumentando-se o número de discos fornecidos.

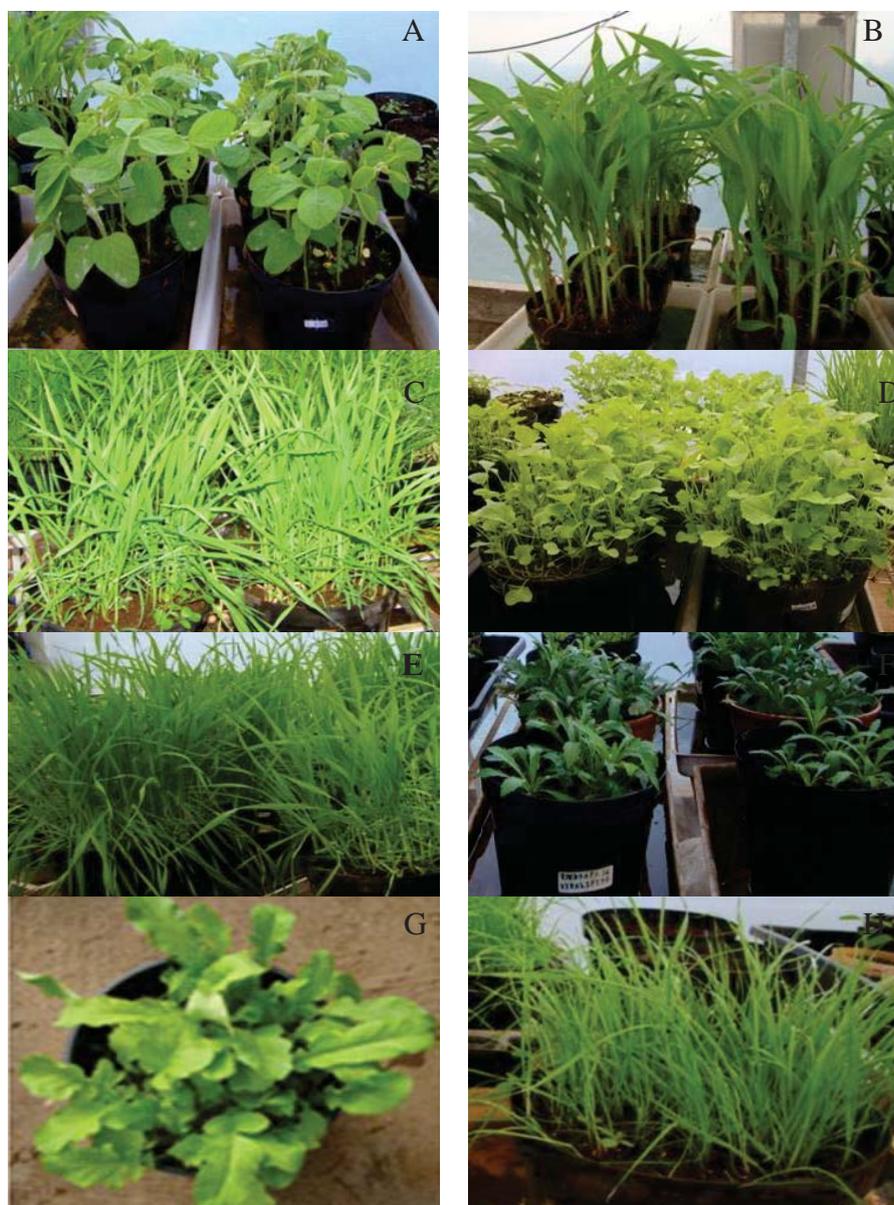


Figura 1 - Plantas cujas folhas foram avaliadas como alimento de larvas de *H. armigera*: A (soja), B (milho), C (trigo), D (canola), E (aveia-preta), F (buva), G (nabo-forrageiro) e H (azevém). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. Fotos: C.S.Suzana.

Os atributos biológicos avaliados foram: duração e consumo por ínstar, número de instares e sobrevivência larval e duração, sobrevivência e peso de pupa. A área foliar consumida foi avaliada por meio de uma escala de notas aplicadas visualmente, com auxílio de uma grade quadriculada, cujo menor retículo media 0,125 cm x 0,125 cm (0,016 cm²). Para a variável sobrevivência, as lagartas foram reunidas em cinco repetições de dez indivíduos.

As pupas, depois de pesadas e separadas por sexo, foram transferidas para gaiolas cilíndricas (segmento de cano hidráulico de PVC, com 10,0 cm de diâmetro x 15,0 cm de altura). A pesagem de pupas foi realizada 24 horas após a pupação. A sexagem dos insetos foi realizada nas pupas baseando-se nos caracteres morfológicos descritos por Butt & Cantu (1962).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

2.2 Biologia de *H. armigera* alimentada com estruturas reprodutivas

Foram avaliadas as partes reprodutivas (legumes, espigas, panículas ou síliquas, com grãos) das seguintes espécies vegetais: soja, cv. BMX Potencia RR, trigo, linhagem 115CD154, aveia-preta, aveia-branca (*Avena sativa*), cv. UPFA 22 Temprana, milho, híbrido AG 8025, canola, cv. Hyola 433, nabo-forrageiro e azevém (Figura 2).

O desempenho da espécie nos diferentes alimentos foi comparado utilizando os seguintes parâmetros biológicos: duração e

sobrevivência das fases larval e pupal, ganho de peso das larvas e peso de pupas. Visualmente, também foi caracterizado o comportamento alimentar e número de grãos danificados pelas lagartas nas estruturas reprodutivas dos vegetais estudados.

Partindo-se de cinquenta lagartas de 3^o- 4^o ínstar por tratamento, as larvas foram individualizadas e mantidas até a pupação em placas de Petri (1,5 cm de altura e 9,0 cm de diâmetro), alimentadas com um número de grãos conhecido. Nesse experimento utilizaram-se lagartas de 3^o- 4^o ínstar buscando reproduzir o que é mais constatado em campo, ou seja, são lagartas maiores que causam danos em partes reprodutivas das plantas. Com relação à manutenção e à troca do alimento, seguiu-se a mesma metodologia do item 2.1. As pupas foram pesadas, separadas por sexo e colocadas em copos plásticos onde permaneceram até a emergência do adulto.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Para a variável sobrevivência, as lagartas foram reunidas em cinco repetições de dez indivíduos.

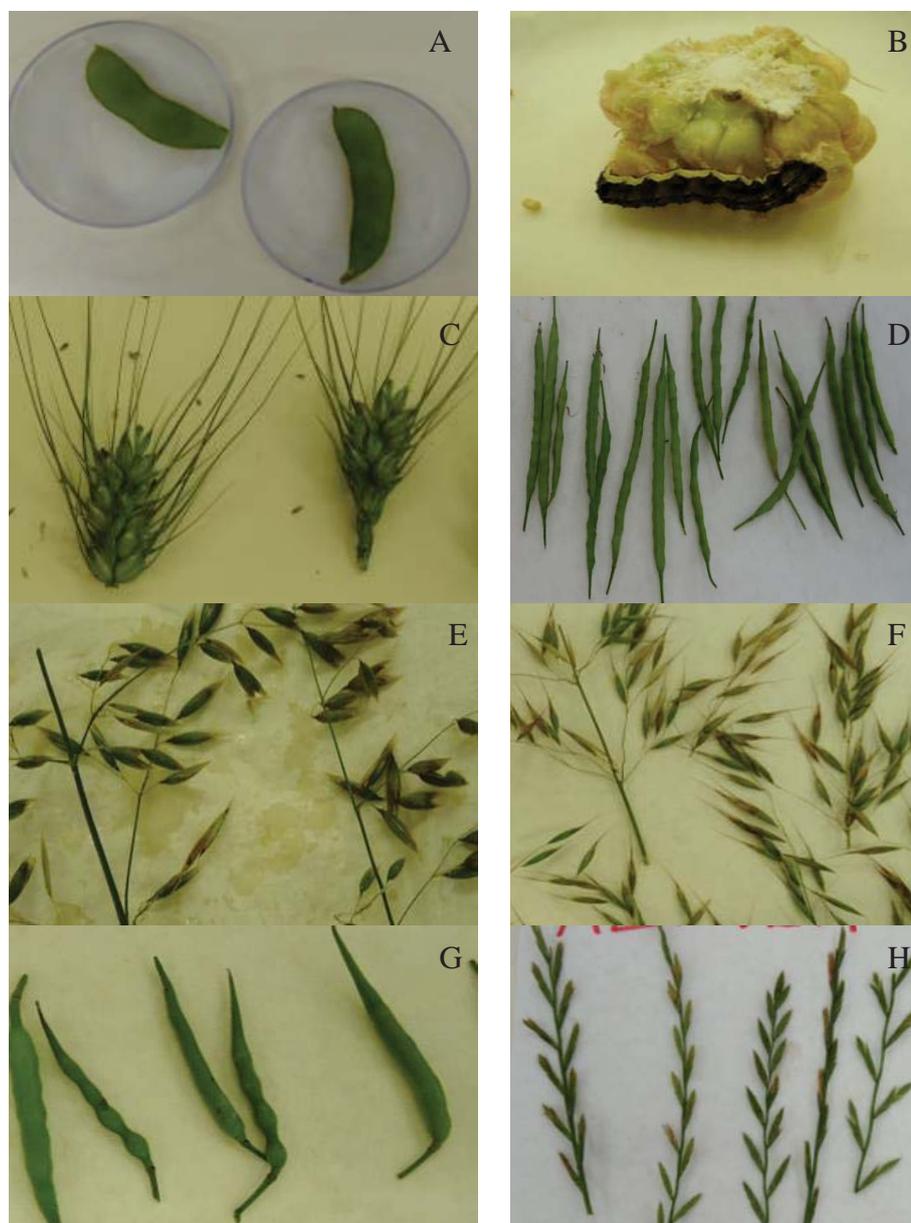


Figura 2 – Plantas cujas partes reprodutivas foram avaliadas como alimento de larvas de *H. armigera*: A (soja), B (milho), C (trigo), D (canola), E (aveia-branca), F (aveia-preta), G (nabo-forrageiro) e H (azevém). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.

Fotos: C. S. Suzana.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Biologia de *H. armigera* alimentada com folhas

Houve efeito significativo do alimento no desenvolvimento de *H. armigera* (Tabela 1). Lagartas alimentadas com folhas de aveia-preta, canola, nabo-forrageiro, soja e dieta artificial completaram a fase larval, passando à fase de pupa. Houve diferença entre os alimentos quanto à sobrevivência da fase larval. Quando as larvas foram alimentadas com dieta artificial apresentaram maior sobrevivência (72%), não diferindo de canola, nabo forrageiro e soja, os quais não diferiram de aveia-preta (42%).

O número de ínstars foi maior para larvas alimentadas com aveia preta, que diferentemente das larvas nos demais alimentos, apresentou oito ínstars (média de 8,2). Em canola, nabo forrageiro, soja e dieta artificial as lagartas apresentaram médias de 6,1 a 7,0 ínstars (Tabela 1). A ocorrência de um ou dois ínstars adicionais pode ser considerada uma indicação de que aveia-preta não é um alimento adequado para o desenvolvimento do inseto. O número de ínstars larvais de *H. armigera* varia de cinco a sete, sendo mais comum seis (HARDWICK, 1965). Ínstars adicionais são, em geral, reflexos de uma inadequação nutricional (SLANSKY JR. & RODRIGUEZ, 1987), variações de temperatura, formas de criação e sexo (PARRA & HADDAD, 1989).

Tabela 1 - Sobrevivência, número de ínstaes, duração e consumo na fase larval de *H. armigera* alimentadas com folhas nas quais foi atingida a fase de pupa e em dieta artificial ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Alimento	Sobrevivência ¹ (%)	Nº ínstaes	(n)	Duração (dias)	(n)	Consumo (cm ²)	(n)
Aveia-preta	42,0 ± 8,00	8,2 ± 0,20	a (13)	33,3 ± 0,84	a (13)	199,1 ± 11,91	a (12)
Canola	64,0 ± 6,78	6,8 ± 0,12	b (13)	25,6 ± 0,62	bc (13)	99,0 ± 4,29	b (14)
Nabo-forrageiro	64,0 ± 6,78	6,1 ± 0,15	c (14)	27,9 ± 0,77	b (14)	93,1 ± 3,42	b (15)
Soja	56,0 ± 2,45	7,0 ± 0,12	b (12)	23,6 ± 1,63	c (12)	189,0 ± 7,04	a (12)
Dieta artificial	72,0 ± 8,00	6,6 ± 0,32	bc (12)	23,1 ± 0,96	c (12)	-	-
C.V. (%)	13,6	3,4		10,1		17,9	

Médias ± EP seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; ¹Nº inicial de indivíduos = 50.

A duração da fase larval foi influenciada pelos alimentos (Tabela 1). As larvas alimentadas com aveia preta apresentaram maior duração (33,3 dias), diferindo do que correu nos demais alimentos avaliados (Figura 3). A duração das lagartas que acabaram morrendo também foi superior em folhas de aveia preta, o que confirma sua condição de alimento inadequado para *H. armigera*. Quando alimentadas com soja e dieta artificial, as lagartas se desenvolveram mais rapidamente, com duração muito próxima, de 23,6 e 23,1 dias, respectivamente, não diferindo estatisticamente de canola, com 25,6 dias. A duração da fase de lagarta, nas crucíferas canola e nabo-forrageiro, foi menor do que em aveia preta, e muito próxima da duração verificada em soja e em dieta artificial. A duração da fase larval é um fator determinante, que mostra se uma espécie vegetal é adequada ou não para a alimentação de larvas (PARRA & HADDAD, 1989; KOUHI et al., 2014).

Nos resultados de duração por ínstar constatou-se que os três primeiros ínstares duraram mais nas larvas alimentadas com nabo forrageiro e dieta artificial, que corresponderam a 27,3 e 42,7% da duração total da fase larval, respectivamente (Figura 3). No sexto ínstar se verificou menor duração em aveia preta (11,8%), em comparação com canola (33,6), nabo-forrageiro (22,3%), soja (27,5%) e dieta artificial (21,7%). Alguns estudos (PATANKA et al., 2001) mostram que a atividade de proteinases no intestino de *H. armigera* aumenta durante o seu desenvolvimento larval, atingindo o ponto máximo no quinto ínstar, seguido de redução drástica no sexto ínstar, o que poderia explicar a menor duração deste último. Essa situação

pode estar ligada à baixa qualidade nutricional e ao baixo consumo de aveia preta, neste ínstar (Figura 4). Isso também explicaria a ocorrência de oito ínstars e de um elevado consumo foliar em aveia-preta. Observa-se que no oitavo ínstar o consumo e a duração corresponderam a 28,0% e a 39,1%, respectivamente, do total da fase larval (Figuras 3 e 4). Ínstars adicionais são indicativos de problemas alimentares e/ou nutricionais (SLANSKY JR. & RODRIGUEZ, 1987).

O contrário foi verificado em canola, nabo forrageiro, soja e dieta artificial, com os quais se observou a menor duração da fase larval (Tabela 1, Figura 3), evidenciando melhor adequação dos mesmos para larvas de *H. armigera*. Em canola (seis ínstars), a duração foi crescendo para cada ínstar. Em dieta artificial ocorreu um sétimo ínstar, mas este foi relativamente rápido. Já em soja, o crescimento foi rápido até o sexto ínstar e depois a duração foi prolongada pela ocorrência do sétimo ínstar. Estas variações indicam que provavelmente existam diferenças de consumo e utilização para esses alimentos, para os diferentes momentos do crescimento das lagartas de *H. armigera*.

Entre os alimentos que proporcionaram que as larvas atingissem a fase de pupa, o consumo foi menor em canola e nabo forrageiro e maior em aveia-preta e soja (Tabela 1, Figura 4). Isso pode indicar que estas espécies de crucíferas apresentam qualidade nutricional que satisfaz as exigências de *H. armigera*. Kouhi et al. (2014) estudando cultivares de tomate verificaram que quando as larvas consomem menos, o alimento tende a passar através do seu

sistema digestivo mais lentamente e, assim, pode ser convertido de forma completa e ser melhor utilizado pelos insetos. Por outro lado, pode ser que os insetos consomem menos determinados alimentos simplesmente porque são capazes de converter mais eficazmente, aproveitando-o melhor e sem precisar ingerir grandes quantidades para atingir níveis adequados de crescimento (KOUHI et al., 2014).

O maior consumo constatado em aveia-preta (Tabela 1, Figura 4) pode estar relacionado ao aumento da fase larval neste vegetal. Isso pode ser justificado por um baixo aproveitamento desse alimento pelas larvas, que consumiram mais pela necessidade de manter o metabolismo. A maior mortalidade em aveia preta também se justificaria por esta baixa qualidade nutricional das folhas, assim como a maior duração da fase larval (KOUHI et al., 2014).

Em soja, o consumo também foi maior, ao contrário de aveia-preta ocorreu em um menor período de tempo (Tabela 1, Figuras 3 e 4). Possivelmente, as folhas de soja possuem algum fator fagoestimulante para essa espécie, porém podem ser inadequadas para os estádios mais avançados da lagarta. O crescimento do inseto está diretamente relacionado com a entrada de nutrientes e larvas de lepidópteros apresentam crescimento mais rápido em alimentos de alta qualidade nutritiva, comparativamente com alimentos pobres em nutrientes (HWANG et al., 2008).

A área foliar consumida nos diferentes ínstaes de *H. armigera* foi influenciada pelo alimento (Figura 4). Foi possível verificar que o consumo foi crescendo à medida que as larvas passaram de um ínstar para outro, destacando-se o quinto e sexto

ínstar como os momentos de maior consumo em soja. Diferenças no consumo do quarto para o quinto ínstar estão relacionadas às mudanças das exigências nutricionais durante o desenvolvimento do inseto, que normalmente se refletem não só no consumo como também no comportamento alimentar (BARTON, 1995). O consumo de alimento nos dois últimos ínstars é pelo menos 75% do total (WALDBAUER, 1968), sendo que em estudos para determinação de índices nutricionais é suficiente considerar apenas esses ínstars (PARRA, 2009a).

No primeiro ínstar o consumo foi maior quando as larvas foram alimentadas com aveia preta (1,3 cm²), três vezes mais em comparação aos demais alimentos. No sexto ínstar constatou-se aproximadamente o dobro de consumo em soja (113,2 cm² ou 39,5%), em comparação com os demais (Figura 4). Verificou-se em aveia preta o maior consumo no sétimo e no oitavo ínstar (92,8 e 105,5 cm², correspondendo a 34,4 e 39,1% do total, respectivamente). Estes ínstars foram adicionais em comparação ao número de ínstars observados em canola (seis ínstars), nabo forrageiro (seis ínstars) e soja (sete ínstars). Dessa forma, a quantidade consumida no fim da fase larval foi muito próxima em soja e em aveia. No sétimo ínstar verificou-se baixo consumo em nabo forrageiro (30,5 cm²); já em canola este ínstar não existiu. Isso possibilita inferir que nas crucíferas houve um maior aproveitamento do alimento, ou seja, menor consumo em menor período de tempo, resultando em taxa de sobrevivência da fase larval próxima à observada em dieta artificial (Tabela 1, Figuras 3 e 4).

Os insetos podem compensar a baixa qualidade nutricional, consumindo mais alimento (CRÓCOMO & PARRA, 1985; SIMPSON & ABISGOLD, 1985), ou alterando a eficiência de sua utilização. *A. gemmatalis*, em dietas mais pobres, tende a se alimentar mais, e se ela contiver um aleloquímico como cafeína, haverá alteração na utilização de alimento, no crescimento e na sobrevivência (PARRA et al., 2009b).

A diversidade na atividade de proteinases observada no intestino de *H. armigera* e a flexibilidade na sua expressão durante as fases de desenvolvimento, conforme o alimento (PATANKAR et al., 2001) podem explicar variações de sobrevivência, consumo e duração das larvas constatadas no presente estudo.

Larvas alimentadas com folhas de azevém, buva, milho e trigo não atingiram a fase de pupa, ou seja, não completaram a fase larval (Tabela 2). Morreram mais rapidamente quando alimentadas com folhas de buva em relação à azevém e trigo. A morte das larvas alimentadas com folhas de azevém, buva e trigo ocorreu no sexto ínstar e com milho no sétimo ínstar. Provavelmente, além do fator nutricional, aspectos morfológicos das folhas (pelos, dureza, aspereza etc) dificultaram a ingestão (LARA, 1991). A morte das larvas no sexto ínstar pode estar relacionada à atividade de proteínas que neste ínstar é reduzida (PATANKAR et al., 2001). Contudo, as larvas alimentadas com folhas de milho apresentaram consumo superior (59,6 cm²), demonstrando que a mortalidade não está relacionada apenas a eventuais problemas de mastigação nessa espécie vegetal, podendo também ser devida à falta de qualidade nutricional das

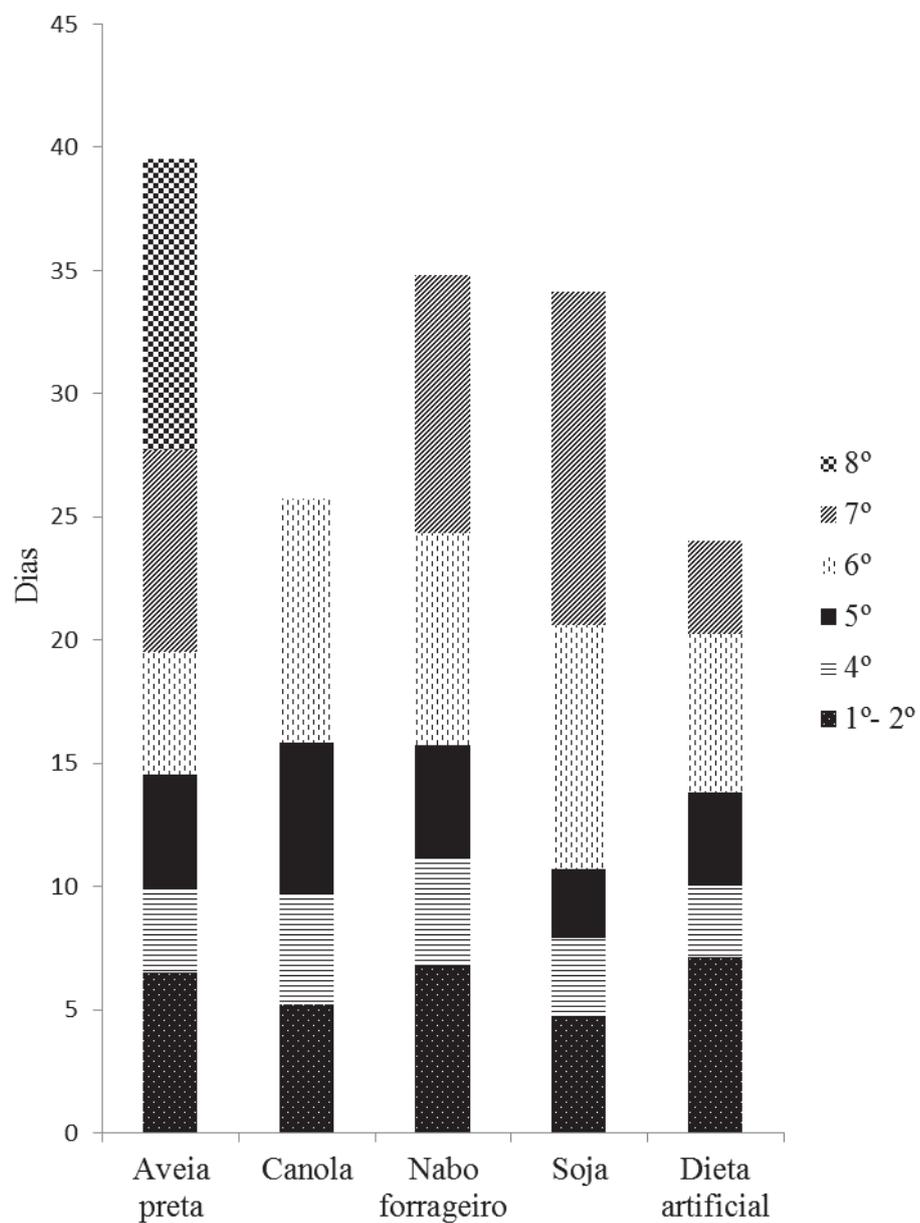


Figura 3 - Duração dos ínstaes larvais de *H. armigera* alimentada com folhas das plantas e em dieta artificial (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015 (1º- 2º: duração acumulada dos dois primeiros ínstaes).

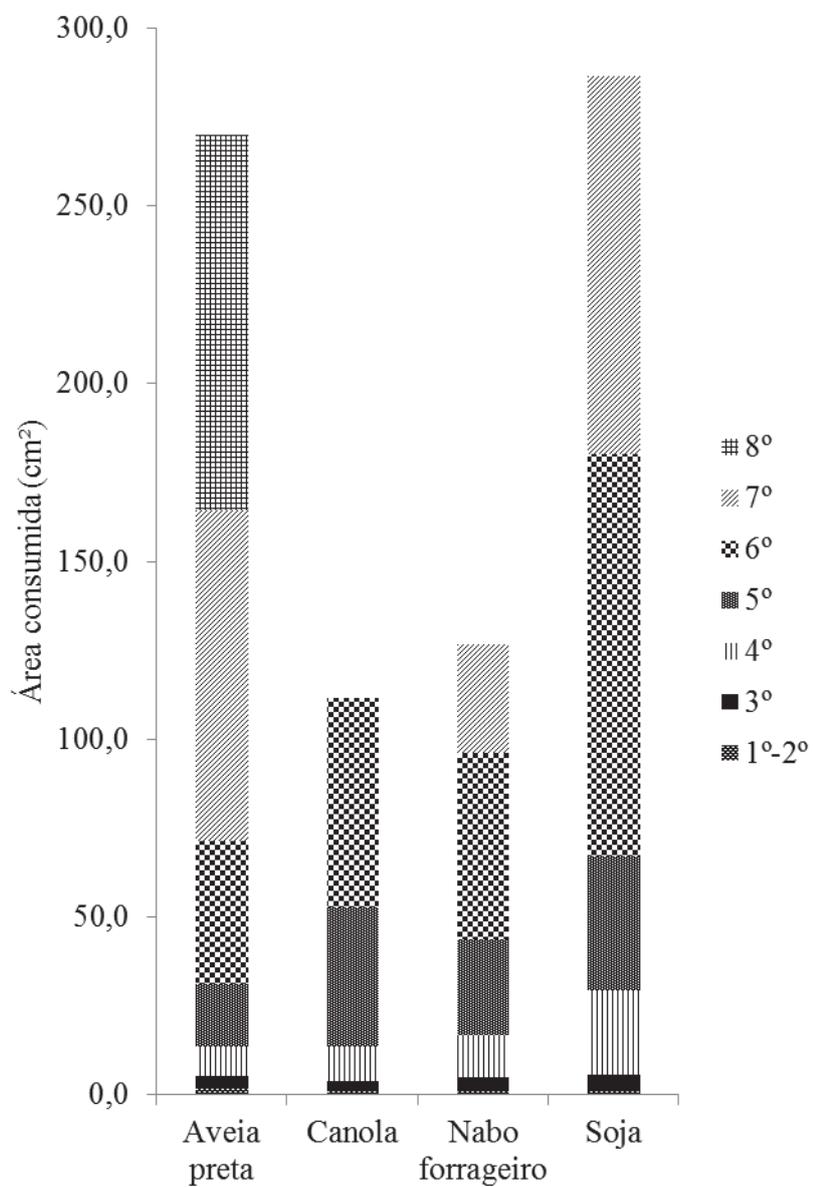


Figura 4 – Consumo de larvas de *H. armigera* nos instares larvais alimentadas com folhas das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015 (1º- 2º: consumo acumulado dos dois primeiros instares).

folhas. Trabalhos realizados com cultivares de tomate como hospedeiros de *H. armigera* a menor adequação foi devida à presença de alguns fitoquímicos secundários ou à ausência de nutrientes primários necessários para o crescimento e desenvolvimento de *H. armigera* (KOUHI et al., 2014).

Tabela 2 - Duração, número de ínstaes e consumo na fase larval de *H. armigera* alimentada com folhas nas quais não foi atingida a fase de pupa ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Alimento	Duração ¹ (dias)	Nº ínstaes ² (n)	Área consumida (cm ²) (n)
Azevém	$18,9 \pm 0,60$ a	$5,9 \pm 0,11$ (16)	$21,4 \pm 2,38$ b (19)
Buva	$14,7 \pm 1,32$ b	$6,2 \pm 1,97$ (5)	$25,1 \pm 9,32$ b (7)
Milho	$18,1 \pm 1,09$ ab	$6,7 \pm 0,19$ (14)	$59,6 \pm 11,37$ a (16)
Trigo	$19,2 \pm 0,25$ a	$5,5 \pm 0,11$ (19)	$22,9 \pm 4,34$ b (20)
C.V. (%)	5,6		40,4

Médias \pm EP seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ¹Nº inicial de indivíduos= 50; ² Nº de ínstaes até a morte.

Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de insetos fitófagos são consideravelmente afetados pela composição química primária e secundária de plantas hospedeiras (NAMIN et al., 2014).

Esses resultados demonstram que *H. armigera* não se desenvolve adequadamente quando alimentada com folhas das espécies das gramíneas avaliadas e buva. Isso, provavelmente, se deve à falta de qualidade das folhas dessas espécies vegetais como alimento, que não atendendo as exigências nutricionais da espécie, não permitiram que completasse a fase larval. Esses dados corroboram os obtidos para outros lepidópteros, como no caso em que foram

verificados que milho e trigo não são bons hospedeiros para *S. eridania* (PORTILLO et al., 1991; TIBOLA, 2011).

No caso específico de milho, é o conteúdo alto de hemicelulose presente nas folhas que explica parcialmente a resistência a lagartas recém-eclodidas de *S. frugiperda* (HEDIN et al., 1990). Isso pode estar relacionado à dureza da folha, já que as lagartas recém-eclodidas possuem mandíbulas relativamente delicadas o que dificulta sua alimentação (GASTON et al., 1991). A hemicelulose é uma mistura de polissacarídeos associados com celulose presente nas paredes das células vegetais, cuja digestão se dá pela ação final de enzimas β -glicosidases que completam a digestão de celulose e hemicelulose. As plantas produzem muitos tipos de β -glicosidases tóxicas, cuja hidrólise, geralmente catalisada por uma aril β -glicosidase, pode gerar toxinas, tais como cetonas e cianetos (TERRA & FERREIRA, 1994; 2005; 2009). Os insetos podem contornar os problemas causados pelas toxinas com mecanismos de desintoxicação (SPENCER, 1988) ou pela repressão da síntese e secreção da enzima responsável pela clivagem do glicosídeo (FERREIRA et al., 1997; AZEVEDO et al., 2003). No presente trabalho, porém, caso tenha havido intoxicação, possivelmente, não houve desintoxicação que evitasse a morte das larvas.

Diante dos resultados obtidos nesse estudo, é possível inferir que as toxinas produzidas pelo β -glicosidases para a digestão da hemicelulose presente nas folhas de milho podem estar relacionadas à mortalidade de larvas de *H. armigera* alimentadas com essa espécie vegetal. Todavia, isso precisa ser investigado, pois

contrapondo-se aos resultados obtidos nesse trabalho, outros pesquisadores verificaram que o milho (folhas e espiga) é um bom hospedeiro para *H. armigera* (JALLOW & ZALUCKI, 1996; AMER & EL-SAYED, 2014; LIU et al., 2004). Entretanto, estes autores realizaram os estudos com larvas a partir do terceiro ínstar (criadas em dieta e posteriormente colocadas em milho), o que pode explicar a diferença nos resultados, pois larvas de terceiro ínstar já possuem as mandíbulas mais desenvolvidas e adaptadas para a mastigação de alimentos mais rígidos.

Atingiram a fase pupa apenas larvas alimentadas com aveia preta, canola, nabo forrageiro, soja e dieta artificial (Tabela 3). A sobrevivência de pupas apresentou variação de 20,6 a 71,4%, para nabo forrageiro e soja, respectivamente. A duração média da fase pupal variou de 9,4 a 21,6 dias, em canola e aveia-preta, respectivamente (Tabela 3). Pupas oriundas de larvas criadas com canola apresentaram duração significativamente menor em comparação com as criadas em aveia preta, porém não diferiram de pupas provenientes de nabo forrageiro, soja e dieta artificial.

O peso médio de pupas obtidas de larvas criadas em dieta artificial foi significativamente superior tanto para fêmeas como para machos em comparação com os demais alimentos (Tabela 3). Os valores estiveram próximos aos encontrados por Liu et al. (2006), também em dieta artificial (279 mg). Situação semelhante já foi registrada para outros lepidópteros, como no caso de *S. eridania*, no qual o peso de pupas oriundas de lagartas criadas em dieta artificial foi significativamente maior do que as criadas em folhas de soja

(TIBOLA, 2011). Embora não se tenha testado a significância estatística, aparentemente não houve diferença entre o peso de pupas machos e fêmeas. O potencial de acumular reservas (peso) está relacionado com a qualidade nutricional de plantas hospedeiras (LIU et al., 2006; LIU et al., 2004), embora os efeitos da planta hospedeira no peso de larva, pupa e adulto e no crescimento da larva sejam independentes (HWANG et al., 2008).

Liu et al. (2006) verificaram que pupas das larvas de *H. armigera* alimentadas com milho apresentaram maior mortalidade em períodos de diapausa em comparação às alimentadas com algodão, tabaco e dieta artificial, o que pode estar relacionado a efeitos diretos e indiretos da qualidade da planta hospedeira. Os resultados encontrados na literatura demonstram que é possível haver o ataque mesmo em espécies vegetais que não permitem a completa sobrevivência da espécie. Os hospedeiros não preferenciais e/ou inadequados podem ser utilizados pela falta de melhores opções fazendo com que o inseto os use como alternativa, podendo até mesmo causar danos às plantas não preferencias.

Tabela 3 - Sobrevivência, duração e peso de pupas de *H. armigera* alimentada com folhas das plantas e em dieta artificial na fase larval ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Alimento	Sobrevivência (%)	Duração (dias)	(n)	Peso (mg)			
				Fêmea (n)	Macho (n)		
Aveia-preta	57,1	$20,6 \pm 0,24$	a (5)	$134,2 \pm 6,04$	c (15)	$125,0 \pm 9,58$	c (6)
Canola	46,9	$9,4 \pm 0,27$	c (13)	$154,7 \pm 4,62$	bc (16)	$154,2 \pm 7,43$	bc (17)
Nabo-forrageiro	20,6	$9,9 \pm 0,23$	bc (14)	$174,6 \pm 11,84$	b (13)	$164,4 \pm 6,95$	b (18)
Soja	71,4	$10,7 \pm 0,34$	bc (11)	$161,8 \pm 10,86$	bc (17)	$162,6 \pm 9,08$	bc (10)
Dieta artificial	67,7	$10,8 \pm 0,58$	b (12)	$316,7 \pm 12,96$	a (14)	$309,4 \pm 7,63$	a (18)
C.V. (%)		10,8		20,1		15,1	

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

3.2 Biologia de *H. armigera* alimentada com estruturas reprodutivas

Constatou-se diferença no desempenho biológico de larvas de *H. armigera*, mantidas com estruturas reprodutivas de espécies vegetais diferentes (Tabela 4). Dentre os alimentos consumidos durante a fase larval, a canola (94%) e o milho (94%) proporcionaram maior sobrevivência larval, não diferindo da dieta artificial (88%) e da soja (72%). As larvas alimentadas com partes reprodutivas de azevém não sobreviveram. As diferenças na sobrevivência de *H. armigera* nos diferentes alimentos estudados estão de acordo com os resultados já apresentados no item 3.1, quando foram fornecidas folhas dos diferentes hospedeiros. Isso mostra a inadequação nutricional do azevém, como alimento de *H. armigera*, independente do estágio fenológico das plantas.

Para larvas alimentadas com folhas de milho não houve sobrevivência, mas quando alimentadas com espigas apresentaram alta sobrevivência. Esses resultados podem estar relacionados a diferenças de consumo e de qualidade nutricional das diferentes partes da planta, demonstrando que grão leitoso de milho oferece melhores condições para o crescimento e desenvolvimento da espécie em comparação com folhas (Tabelas 2 e 4).

Estudos de aspectos biológicos de *H. armigera* em diferentes hospedeiros e dieta artificial, apontaram sobrevivência de 52% de larvas alimentadas com espiga de milho e 94% quando alimentadas com dieta artificial (AMER & EL-SAYED, 2014). No presente trabalho constatou-se uma sobrevivência superior em espigas

de milho (Tabela 4). Isso pode estar relacionado a diferenças quanto ao estágio de desenvolvimento das espigas fornecidas. Já para dieta artificial os resultados são convergentes. A menor adequação de cultivares como uma planta hospedeira para *H. armigera* pode ser devido à presença de alguns fitoquímicos secundários e/ou de agentes antibióticos e antixenóticos ou, ainda, à ausência de nutrientes primários essenciais para o crescimento e desenvolvimento dessa espécie (NASERI et al., 2010).

A duração da fase larval foi afetada significativamente pelos alimentos, variando de 8 a 20 dias para larvas criadas em milho e nabo forrageiro, respectivamente (Tabela 4). A duração do período de desenvolvimento da fase larval é um fator determinante que mostra se um alimento é adequado ou não para a alimentação. Quando larvas recebem alimentos altamente nutritivos apresentam taxas de crescimento elevadas e período de desenvolvimento mais rápido em comparação a alimentos de baixa qualidade (HWANG et al., 2008). Nesse sentido, o milho se destacou sendo seguido pela soja e pela dieta artificial. Todavia, em trigo e em canola também se pode considerar que o desenvolvimento larval foi relativamente rápido.

Quanto ao efeito das partes reprodutivas das plantas na biologia de *H. armigera*, o maior ganho de peso das larvas foi verificado em dieta artificial (0,418g) (Tabela 4). Entre as espécies vegetais, o maior ganho de peso foi observado em canola e soja, não diferindo do observado em larvas alimentadas com trigo, as quais não diferem de nabo forrageiro e milho. Ressalta-se que estas são culturas

anuais que estão entre as principais do sistema agrícola da região sul do Brasil.

As larvas alimentadas com espiga de milho apresentaram baixo peso em comparação aos outros alimentos. Esses dados corroboram os obtidos por outros autores que verificaram que larvas alimentadas com espigas de milho apresentam menor índice de crescimento (ARGHAND, 2011; AMER & EL-SAYED, 2014). Normalmente, quando a quantidade de alimento ingerido é menor, a duração do desenvolvimento é estendida e o inseto torna-se menor e mais leve (KOUHI et al., 2014). A redução no crescimento dos insetos é uma resposta de adaptação à nova planta hospedeira (GRABSTEIN & SCRIBER, 1982; SHEPPARD & FRIEDMAN, 1990; LAZAREVIC & PERIC-MATARUGA, 2003).

A duração dos indivíduos que não completaram a fase larval foi influenciada pelos alimentos, variando de 7,7 a 15,3 dias em trigo e em nabo-forrageiro, respectivamente (Tabela 4). Os lepidópteros respondem a dietas inadequadas de diversas maneiras. Considerando que requerem uma quantidade de nutrientes essenciais aproximadamente iguais (CHAPMAN, 1998), podem alterar a quantidade ingerida em função da qualidade. Outra consequência da má qualidade do alimento é o aumento da duração da fase larval, e também podem responder pelo tempo até a morte das larvas, as quais não ingeriram alimentos de boa qualidade em relação às exigências da espécie e morrem.

O comportamento alimentar das lagartas nas diferentes espécies/partes reprodutivas também foi avaliado, quanto ao número

de grãos danificados. Em azevém, canola e nabo-forrageiro, que possuem grãos de menor tamanho, foi maior o número de grãos danificados (Tabela 5, Figuras 5 e 6). Possivelmente, a qualidade nutricional interfira no número de grãos danificados. Em azevém, as larvas danificaram, em média, aproximadamente 63 grãos, nenhuma sobreviveu e ainda demoraram para morrer, caracterizando assim um alimento de baixa qualidade nutricional para essa espécie. Apesar do elevado número de grãos danificados, pode ter ingerido quantidade insuficiente e/ou apresentado baixo aproveitamento do alimento.

Em trigo (19,5), aveia-preta (23,4) e aveia-branca (19,3) o número de grãos danificados foi muito próximo, mas isso não está relacionado a semelhanças da qualidade nutricional e no aproveitamento do alimento dessas espécies vegetais, quando em fase reprodutiva, já que essas apresentaram diferenças quanto à sobrevivência da fase larval (Tabela 5, Figuras 5 e 6). O número de grãos danificados em milho (27,4) foi relativamente elevado, mas esse resultado está relacionado à fase de desenvolvimento desses grãos, os quais estavam leitosos, apresentando tamanho reduzido e, possivelmente, maior palatabilidade. Provavelmente, nesta situação, as lagartas não enfrentaram barreiras morfológicas para ingestão e mastigação, o que já foi verificado em outros trabalhos quando foram fornecidas folhas de milho (ARGHAND, 2011).

Quando foram alimentadas com folhas de milho as larvas de *H. armigera* não sobreviveram (Tabela 2), em oposição ao ocorrido quando alimentadas com espigas (Tabela 4). Em avaliações com folhas de diferentes híbridos de milho, foi verificada sobrevivência

larval entre 38 a 42% (ARGHAND, 2011). É sabido que há diferenças nas concentrações de nutrientes entre as diferentes partes das plantas (folhas e partes reprodutivas), o que pode justificar a menor sobrevivência de larvas de *H. armigera* alimentadas com folhas em comparação com as espigas.

A maior ou menor adequação de uma planta como hospedeiro pode estar relacionada ao conteúdo de nutrientes e substâncias secundárias do hospedeiro e à capacidade de digestão e assimilação pelo inseto (NASERI et al., 2010).

As larvas alimentadas com legumes de soja danificaram um reduzido número de grãos (4,0). Esse resultado pode estar relacionado à barreira física do tegumento dos legumes, considerando-se que as larvas avaliadas estavam em 3^o-4^o ínstar e, com isso, as suas mandíbulas poderiam ainda não estar prontas para a mastigação desse alimento. Também é necessário considerar que os grãos de soja oferecidos já estavam bem desenvolvidos e duros e que, ao contrário dos demais, foram disponibilizados em pequeno número (não houve troca diária). Isso não permitiu que fosse estimado o número potencial de grãos de soja que *H. armigera* é capaz de danificar. Esses dados corroboram os obtidos por outros pesquisadores que verificaram que lagartas de *H. virescens* de 3^o ínstar alimentadas exclusivamente com legumes de soja, causaram danos superficiais e se alimentaram insuficientemente, o que levou a 100% de mortalidade (BORTOLOTTO et al., 2014). Esses mesmos autores, porém, verificaram 85% de sobrevivência para larvas de quinto ínstar, demonstrando que larvas maiores são capazes de injuriar os legumes e

sobreviver, o que possivelmente está relacionado à maior adaptação das mandíbulas e à digestão desse alimento pelas larvas de quinto ínstar.

Larvas de *H. zea* desenvolvem-se melhor quando alimentadas com folhas da parte terminal da planta, região de crescimento, resultando em redução na duração dos estádios iniciais e maior dessa fase (MCWILLIAMS & BELAND, 1977).

A duração da fase pupal de *H. armigera* variou de 11,8 a 13,6 dias para machos e de 11,1 a 13,3, para fêmeas, sem diferença significativa, para ambos os sexos mantidos nos diferentes alimentos (Tabela 6). Em outros estudos de aspectos biológicos foi constatado que a duração de pupas provenientes de larvas criadas em espigas de milho foi de 9,5 dias (AMER & EL-SAYED, 2014), valor inferior ao encontrado no presente trabalho (12,7 dias, na média de machos e fêmeas). Essa diferença pode estar relacionada a questões metodológicas, condições de ambiente (temperatura, fotoperíodo etc.) e do alimento (cultivares, idade das folhas etc.).

O peso de pupas oriundas de larvas alimentadas com dieta artificial foi maior do que o de larvas alimentadas com as partes reprodutivas das diferentes plantas hospedeiras (Tabela 6), confirmando o que já havia sido observado para larvas (Tabela 4). As larvas alimentadas em aveia preta, aveia branca e nabo forrageiro apresentaram menor peso, tanto para machos, como para fêmeas. Os valores encontrados para peso médio de pupas provenientes de larvas alimentadas com grãos de milho estão de acordo com aqueles citados na literatura (AMER & EL-SAYED, 2014). O menor peso de pupas

observado em um determinado hospedeiro possivelmente está relacionado à não-preferência das lagartas pelo alimento ou à ingestão de substâncias presentes (antibiose) que prejudicam o seu desenvolvimento, ou ainda, à ambos os fatores (SANTOS & BOIÇA JUNIOR, 2001).

Maior peso de pupas, tem correlação direta com a fertilidade do adulto, o que é importante para a sobrevivência do inseto (DARYAEI et al., 2007).

A sobrevivência pupal foi alta quando as larvas foram alimentadas com nabo forrageiro, milho, trigo e canola, assim como na dieta artificial (Tabela 6). Em outros estudos foi verificado que larvas alimentadas com espiga de milho, legumes de feijão e dieta artificial (feijão caupi) apresentaram sobrevivência pupal de 56 a 93%, respectivamente (HEMATI et al., 2013; AMER & EL-SAYED, 2014). Já para soja, a sobrevivência foi 62,9% menos que nos demais alimentos. Não se encontrou na literatura revisada dados de sobrevivência pupal de *H. armigera* em legumes e grãos de soja, mas em feijão tem registro de 85% (LIU et al., 2004).

Tabela 4 - Sobrevivência, duração larval, ganho de peso e duração até a morte de larvas de *H. armigera* alimentadas com partes reprodutivas das plantas (25 ± 2°C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Alimento	Sobrevivência ¹ (%)	Duração ² (dias)	(n)	Ganho de peso (g)	(n)	Duração até a morte (dias)	(n)
Trigo	64,0 ± 8,72	14,3 ± 0,35	c (34)	0,235 ± 0,01	bc (35)	7,7 ± 1,38	b (15)
Aveia-preta	52,0 ± 4,90	19,0 ± 0,50	e (26)	0,132 ± 0,01	d (26)	10,6 ± 1,45	ab (24)
Aveia-branca	38,0 ± 6,63	16,9 ± 0,84	d (19)	0,140 ± 0,01	d (19)	7,4 ± 0,85	b (31)
Azevém	0,0 ± 0,00	-	e	-	-	13,9 ± 1,13	a (50)
Canola	94,0 ± 4,00	13,9 ± 0,26	a (44)	0,279 ± 0,01	b (47)	11,7 ± 4,67	ab (3)
Nabo-forrageiro	64,0 ± 6,78	20,1 ± 0,52	bc (32)	0,206 ± 0,01	c (32)	15,3 ± 1,88	a (18)
Dieta artificial	88,0 ± 2,00	12,2 ± 0,11	ab (45)	0,418 ± 0,01	a (44)	10,0 ± 1,70	ab (5)
Milho	94,0 ± 2,45	8,3 ± 0,24	a (26)	0,204 ± 0,01	c (20)	8,0 ± 1,58	ab (5)
Soja	72,0 ± 7,35	11,4 ± 0,44	abc (35)	0,273 ± 0,01	b (35)	8,5 ± 0,78	ab (14)
C.V. (%)	10,6	6,9		2,6		27,7	

Médias ± EP seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05); 1Nº inicial de indivíduos = 50; 2A partir do 3º- 4º ínstar.

Tabela 5 - Caracterização do alimento consumido e do comportamento alimentar e número de grãos danificados por larvas de *H. armigera* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\% \text{UR}$; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Alimento	Caracterização do alimento e do comportamento alimentar	Nº grãos danificados
Trigo	Grão pastoso; consumo de pálea, lema e gluma para alcaçar e consumir grãos	19,5
Aveia-preta	Grão pastoso; consumo de pálea, lema e gluma para alcaçar e consumir grãos	23,4
Aveia-branca	Grão pastoso; consumo de pálea, lema e gluma para alcaçar e consumir grãos	19,3
Azevém	Grão leitoso; consumo de pálea, lema e gluma para alcaçar e consumir grãos	62,9
Canola	Grão pastoso; perfuração da síliqua para alcaçar e consumir grãos; secundariamente, consumo da síliqua	56,1
Nabo-forageiro	Grão pastoso; perfuração da síliqua para alcaçar e consumir grãos; secundariamente, consumo da síliqua	86,3
Milho	Grão leitoso; consumo dos grãos, perfurando o sabugo	27,4
Soja	Grão verde duro e cheio; perfuração do legume para alcaçar e consumir grãos; secundariamente, consumo do legume	4,0 ¹

¹ Não houve substituição de grãos com a mesma frequência dos demais.

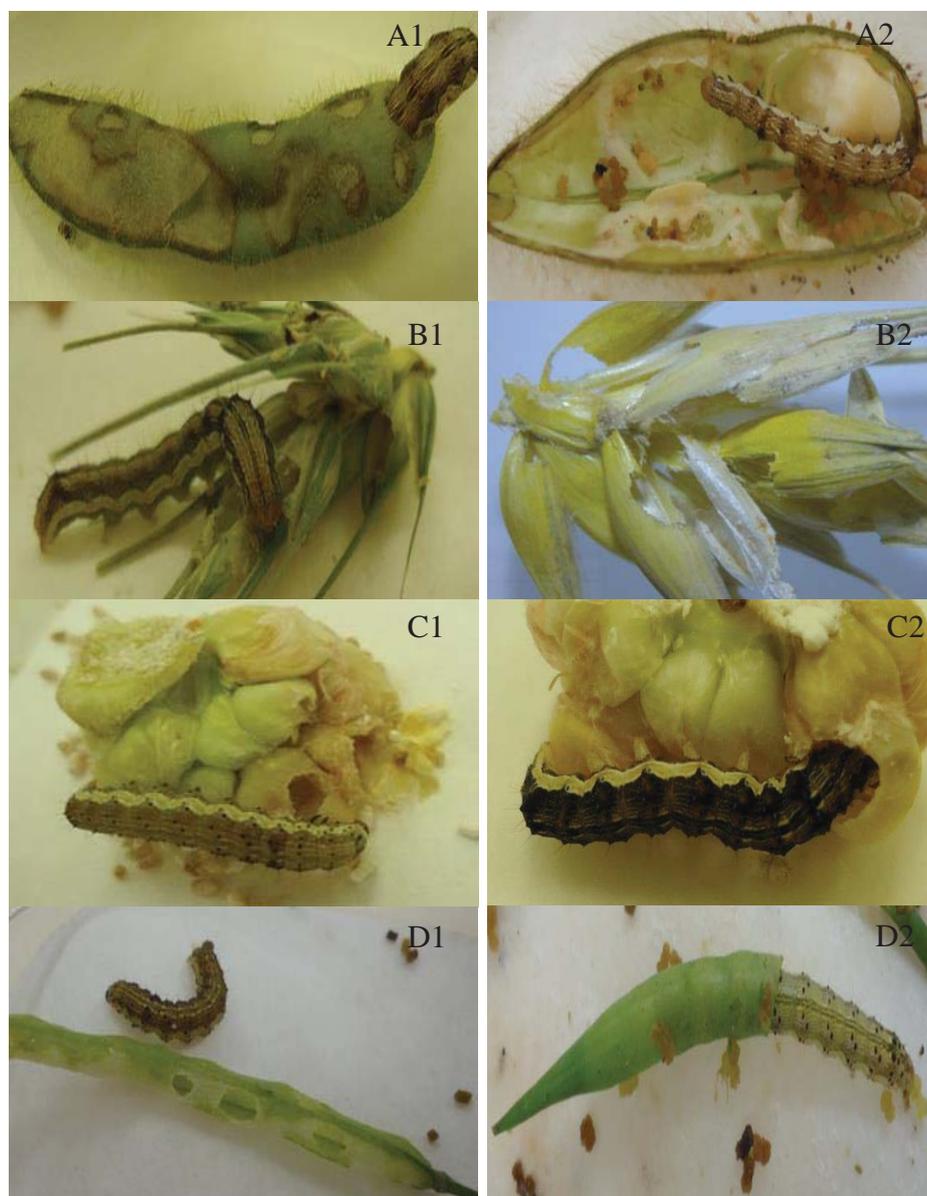


Figura 5 - Partes reprodutivas de plantas danificadas por larvas de *H. armigera*: A (soja), B (trigo), C (milho), D (canola). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.
Fotos: C. S. Suzana.

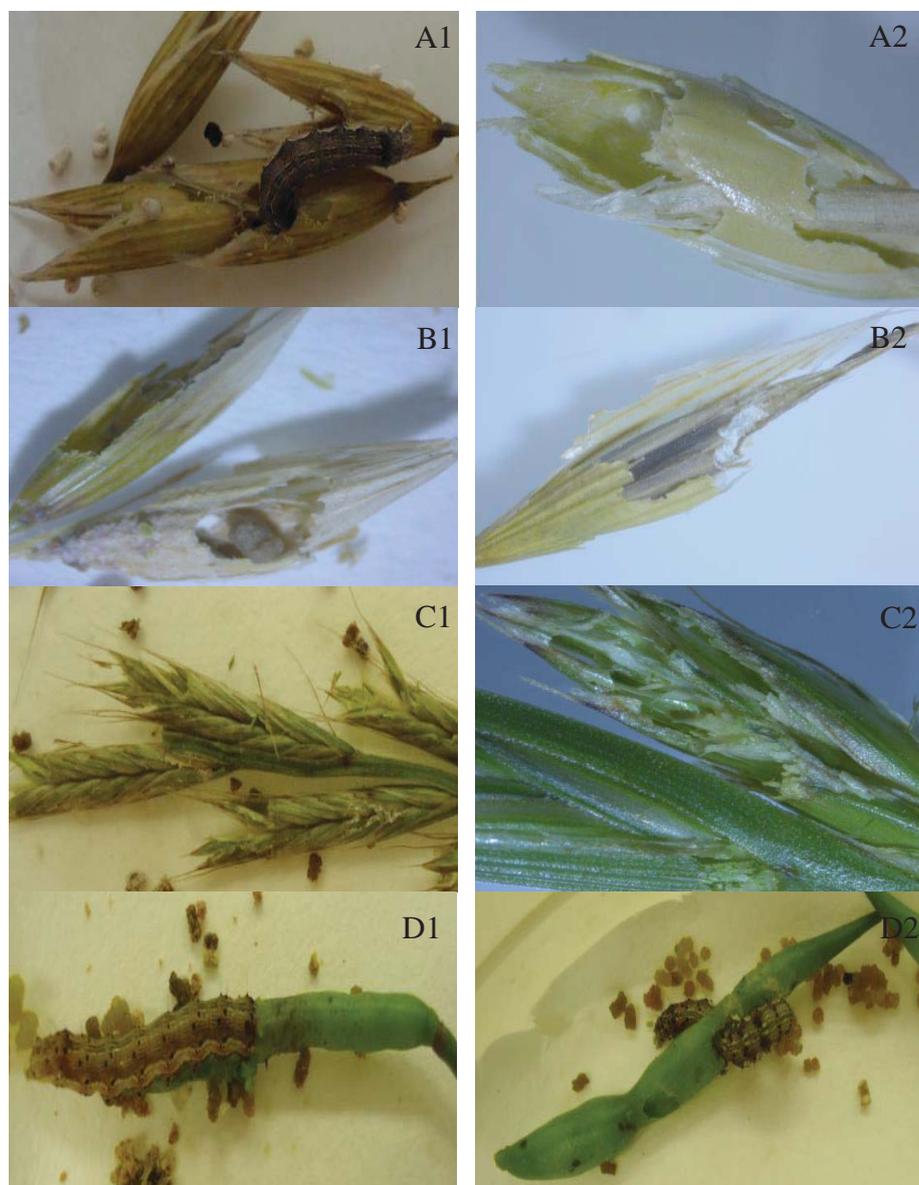


Figura 6 - Partes reprodutivas de plantas danificadas por larvas de *H. armigera*: A (aveia-branca), B (aveia-preta), C (azevém), D (nabo-forageiro). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015.
Fotos: C. S. Suzana.

Tabela 6 - Duração, peso e sobrevivência de pupas de *H. armigera* alimentada com partes reprodutivas das plantas (25 ± 2 °C; 60 ± 10% UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Alimento	Duração (dias)			Peso (mg)			Sobrevivência (%)	Sobrevivência (n)
	Macho (n) ^{ns}	Fêmea (n) ^{ns}	Macho (n)	Macho (n)	Fêmea (n)	Fêmea (n)		
Trigo	13,6 ± 0,26 (17)	12,9 ± 0,49 (17)	239,6 ± 10,89 (17)	c (12)	234,9 ± 8,69 (16)	b (16)	100	(33)
Aveia-preta	13,2 ± 0,41 (13)	13,3 ± 1,47 (8)	142,7 ± 6,41 (8)	d (17)	139,8 ± 6,64 (9)	c (9)	80,8	(26)
Aveia-branca	12,2 ± 0,77 (10)	12,7 ± 0,71 (7)	148,3 ± 9,79 (7)	d (12)	153,0 ± 12,30 (10)	c (10)	77,3	(22)
Canola	13,6 ± 0,20 (26)	13,0 ± 0,43 (20)	281,6 ± 7,12 (20)	b (26)	264,7 ± 9,37 (18)	b (18)	100	(44)
Nabo-forrageiro	12,3 ± 0,64 (16)	11,1 ± 0,31 (11)	165,4 ± 5,79 (11)	d (18)	156,1 ± 8,67 (12)	c (12)	90	(30)
Dieta artificial	13,4 ± 0,35 (29)	11,6 ± 0,67 (15)	369,1 ± 6,76 (15)	a (29)	358,8 ± 7,06 (17)	a (17)	95,6	(46)
Milho	13,4 ± 0,33 (18)	12,1 ± 0,40 (7)	243,0 ± 6,47 (7)	c (21)	229,6 ± 4,08 (5)	b (5)	96,1	(26)
Soja	12,8 ± 0,62 (13)	11,5 ± 0,34 (10)	301,7 ± 7,97 (10)	b (23)	254,3 ± 15,03 (12)	b (12)	62,9	(35)
C.V. (%)	6,9	7,5	6,9		7,8			

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

3.3 Considerações finais

O desenvolvimento e a reprodução de insetos fitófagos são influenciados pela composição química das plantas hospedeiras, como também o consumo e a utilização dependem da qualidade da planta e do desempenho nutricional do inseto (SCRIBER & SLANSKY 1981; SINGH & MULLICK 1997). Plantas hospedeiras, incluindo grão-de-bico (*Cicer arietinum*), feijão e tomate, afetaram o desempenho reprodutivo de *H. armigera* (HEMATI et al., 2013). Os órgãos reprodutivos de algodão, milho, tomate e legumes são os alimentos mais adequados para larvas de *H. armigera* (FITT, 1989; ZALUCKI et al., 1986). Esses resultados no caso do milho e de legumes não estão de acordo com os dados obtidos nesse trabalho.

Os tecidos novos da planta de soja são provavelmente mais atraentes para as pragas, possivelmente por ser mais palatáveis e possuir maior valor nutricional (FITT, 1989). As larvas de *H. virescens* e *H. armigera* alimentam-se nos três primeiros ínstares na região superior das plantas atacando partes vegetativas, quando chegam ao quinto ínstar movem-se em direção as partes reprodutivas (FARRAR & BRADLEY JR, 1985; ROGERS & BRIER 2010; BORTOLOTTI et al., 2014).

Para soja, os resultados obtidos podem estar relacionados aos encontrados por Bortolotto et al. (2014), que constataram que as larvas de *H. virescens* necessitam se alimentar de partes vegetativas antes de migrar para os legumes de soja para completar o seu desenvolvimento. Para o adequado desenvolvimento biológico de *H.*

armigera em soja, provavelmente, seja necessário o consumo de forma simultânea ou alternada de partes vegetativas e reprodutivas dos hospedeiros, condição esta que não foi avaliada no presente estudo.

Singh (1983) preconiza como 75% o mínimo exigido de sobrevivência para o período lagarta-pupa para considerar uma dieta adequada ao desenvolvimento de um determinado inseto. Os resultados obtidos no presente trabalho permitem verificar que quando as larvas foram alimentadas com folhas e dieta artificial, apenas a dieta proporcionou sobrevivência de 72,0% na fase larval e 67,7% na fase de pupa, ou seja, não foi atingindo o mínimo preconizado.

Quando fornecidas partes reprodutivas ou dieta artificial, constatou-se que canola, milho e dieta artificial atingiram níveis acima do mínimo para lagarta-pupa, possibilitando caracterizá-los como alimentos adequados para o desenvolvimento deste inseto.

Especula-se que em condições naturais ocorrem situações ideais para o desempenho biológico, pois as lagartas, dependendo do instar e da disponibilidade de alimento (tecidos tenros, folhas, flores e frutos) escolhem o que é melhor, em função da sua adaptação evolutiva.

Em virtude da ampla gama de espécies vegetais e sua sazonalidade nas áreas agrícolas da região sul do Brasil, o desempenho biológico de lagartas de *H. armigera* nessas áreas torna-se relevante para o manejo integrado de pragas. Na China, sobre o Mar de Bohai, a abundante oferta de alimento durante todo o ano tem favorecido o aumento populacional dessa praga e seus danos às diferentes culturas (FENG et al., 2009).

Na região Sul do Brasil, no primeiro trimestre do ano, existem áreas agrícolas com culturas de verão, na sua maioria composta por soja e milho. A soja demonstrou ser um bom hospedeiro para lagartas de *H. armigera* quando alimentadas com folhas e também quando fornecidos legumes, diferentemente do milho no qual o inseto apresentou bom desempenho alimentando-se das partes reprodutivas.

No segundo trimestre ainda há presença de soja tardia em fase de maturação e é quando tem início a semeadura das culturas de inverno, com áreas de canola, trigo, aveia, nabo-forrageiro, girassol, pastagens nativas e azevém na grande parte da região sul. A canola e o trigo demonstraram ser bons hospedeiros na fase reprodutiva, e apenas canola na fase vegetativa para lagartas de *H. armigera*. Em aveia e nabo forrageiro tanto em folhas como em partes reprodutivas as lagartas apresentaram desempenho inferior. Contudo, quando as lagartas foram alimentadas com azevém, espécie que está presente praticamente durante todo o ano e que poderia servir de “ponte verde”, não sobreviveram, tanto em folhas como em partes reprodutivas, demonstrando apresentar conteúdo nutricional insuficiente.

A partir do bom desempenho das lagartas de *H. armigera* nas partes reprodutivas de soja e milho (verão) é possível inferir que, desde que não controladas devidamente, poderá haver infestações na fase inicial das culturas de inverno ou em outras espécies vegetais espontâneas. Contudo, esse fato poderá ter ou não importância na dinâmica populacional da praga uma vez que a sobrevivência das larvas dependerá do desempenho nas espécies vegetais disponíveis no

campo, naquele momento. Possivelmente, em áreas com tecnologias Bt (milho e soja), a população remanescente no outono seja menor. Estas possibilidades necessitam de confirmação na prática.

No terceiro trimestre do ano as culturas de inverno estão em fase final de maturação e se inicia a semeadura de milho. Já no quarto trimestre se dá início a semeadura da cultura da soja. Considerando-se que há bom desempenho e sobrevivência de lagartas em partes reprodutivas de trigo e de canola (culturas de inverno), estas oferecem condições para que haja infestações em milho, em fase de estabelecimento da cultura, embora este não seja um bom hospedeiro na fase vegetativa. Com isso, provavelmente em áreas de sucessão de milho após trigo ou canola poderá haver infestações iniciais, mas que serão reduzidas pela má qualidade de folhas de milho como hospedeiro para a fase larval de *H. armigera*, especialmente para lagartas pequenas.

A mesma lógica se aplica na semeadura da soja, em sucessão ao trigo ou a canola, sistema que poderá apresentar infestações de lagartas de *H. armigera* como praga inicial da soja. Mas diferentemente do milho, a soja na fase vegetativa é um bom hospedeiro para as lagartas, fazendo com que o risco de danos e necessidade de controle seja maior.

Considerando-se o desempenho biológico de *H. armigera* e os sistemas de sucessão e de rotação de culturas empregados na região sul do Brasil, verifica-se que existem “pontes verdes” para sustentar as populações da praga durante todo o ano, desde que não haja limitações climáticas. O clima da região, caracterizado por

estações quentes e frias bem definidas, também vai influenciar na dinâmica populacional e conseqüentemente nos danos de *H. armigera* às culturas.

As variações na biologia dos insetos decorrentes das partes vegetais (folhas e partes reprodutivas) usadas como alimento, podem estar relacionadas às diferenças na qualidade nutricional da planta, através de diferenças de nutrientes necessários para a espécie em estudo, ou ainda por níveis de compostos bioquímicos secundários. Para compreender melhor como e quando os metabólicos primários e secundários de diferentes espécies vegetais influenciam na biologia de *H. armigera*, são necessárias pesquisas mais detalhada de nutrição quantitativa dessa praga.

4 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

a) o alimento influencia na sobrevivência, na duração, no número de ínstaes e consumo da fase larval de *H. armigera*;

b) larvas alimentadas com folhas de aveia-preta, canola, nabo-forrageiro, soja e dieta artificial completam a fase larval, porém isso não acontece em folhas de azevém, buva, milho e trigo;

c) as larvas alimentadas com folhas de aveia-preta apresentam um ou dois ínstaes adicionais, maior duração e maior consumo, mas apresentam menor sobrevivência da fase larval;

d) a duração e o consumo por ínstar variam com o alimento das larvas que atingem a fase pupal;

e) a duração das fases larval e pupal é menor em lagartas alimentadas com folhas de canola, nabo-forrageiro, soja e dieta artificial;

f) o peso de pupas é maior em dieta artificial;

g) larvas alimentadas com partes reprodutivas de azevém não sobrevivem para atingir a fase pupal;

h) larvas alimentadas com partes reprodutivas de trigo, canola, soja e dieta artificial apresentam maior ganho de peso;

i) o número de grãos danificados é maior em espécies de grãos pequenos;

CAPÍTULO II

SENSIBILIDADE DE *Helicoverpa armigera* A INSETICIDAS EM TRATAMENTO DE SEMENTES, EM SOJA Bt E NÃO Bt

Crislaine Sartori Suzana³

RESUMO – Na cultura da soja, *H. armigera* pode ser tanto praga inicial cortando plântulas e atacando cotilédones, como uma praga mais tardia consumindo folhas, legumes e grãos. O uso de inseticidas em tratamento de sementes confere à planta proteção que possibilita maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura, frente à presença de pragas. A utilização de genótipos Bt é uma alternativa para o controle de pragas. Objetivou-se avaliar o potencial de inseticidas aplicados às sementes e da proteína Cry 1Ac para o controle de lagartas de *H. armigera*, em soja. Experimentos foram conduzidos em câmara climatizada, no laboratório de entomologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, em cultivares de soja Bt e não Bt. Além da testemunha, avaliaram-se quatro inseticidas: imidacloprido+tiodicarbe, clorantraniliprole, bifentrina+imidacloprido

³ Engenheira Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal-crislaine_agronomia@hotmail.com

e fipronil. Avaliou-se mortalidade e consumo após três infestações em diferentes dias após a emergência, com lagartas neonatas e de 3^o-4^o ínstar. As lagartas neonatas e de 3^o-4^o ínstar mostraram-se sensíveis a clorantraniliprole em tratamento de sementes (dose de 62,5 mL/100 kg), respectivamente, até 13 e 8 dias após a emergência da soja não Bt. Tanto lagartas neonatas como de 3^o-4^o ínstar apresentaram sensibilidade à proteína Cry 1Ac, pelo menos até 21 dias após a emergência da soja.

Palavras-chave: Controle, Cry 1 Ac, manejo de pragas.

THE SENSITIVITY OF *Helicoverpa armigera* PESTICIDES IN SEED TREATMENT, IN SOYBEAN Bt AND NON Bt

ABSTRACT - In soybean, *H. armigera* can be both initial pest cutting seedlings and attacking cotyledons, as a later pest consuming leaves, legumes and grains. The use of insecticides in seed treatment gives the plant protection that enables greater potential for early development of culture, front to the presence of pests. The use of Bt genotypes is an alternative for the control of pests. The aim of this study was to evaluate the potential of insecticides applied to seeds and protein Cry 1Ac for caterpillars control *H. armigera* in soybeans. Experiments were conducted in climatic chamber, in the entomology laboratory of the Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, using a completely randomized design, with five treatments in Bt soybean and non-Bt

cultivars. In addition to the control, rated up evaluated four insecticides: imidacloprid + thiodicarb clorantraniliprole, bifenthrin + imidacloprid and fipronil. Was evaluated mortality and consumption after three infestations in different days after the emergence, with neonate caterpillars and 3rd- 4th instar. The neonate caterpillars and 3rd- 4th instar were sensitive to clorantraniliprole in seed treatment (62,5 mL/100 kg), respectively, to 13 and 8 days after emergence of non-Bt soybean. Both caterpillars neonate and 3rd- 4th instar showed sensitivity to the protein Cry 1Ac, at least until 21 days after soybean emergence.

Key words: Control, Cry 1 Ac, pest management.

1 INTRODUÇÃO

A lagarta *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae) ocorre na cultura da soja desde a emergência das plântulas até a fase reprodutiva quando se alimenta dos botões florais e dos grãos (FILHO et al., 2014). Quando lagartas grandes já estão estabelecidas na área antes da semeadura da soja, o dano pode ser significativo, em decorrência do ataque aos cotilédones e da diminuição da população de plantas. Porém, a situação mais comum é que a infestação seja proveniente de posturas feitas nas próprias plantas.

O controle dessa praga é dificultado pelo amplo número de hospedeiros, o que inclui áreas não monitoradas e de pousio, que servem de refúgio e fonte de multiplicação das pragas (TAY et al., 2013). Além da ampla gama de hospedeiros de *H. armigera*, incluindo as principais culturas agrícolas, essa praga desenvolve rápida resistência a inseticidas, o que já tem sido documentado em vários países (FITT & WILSON, 2000; MARTIN et al., 2005; PEREIRA et al., 2014). Na Austrália, onde existe uma considerável experiência na gestão de risco de *H. armigera* como ameaça para a agricultura, apesar de haver uma estratégia preventiva nesse sentido, populações de campo desenvolveram resistência a inseticidas, reduzindo a eficácia dos produtos de todos os grupos químicos normalmente utilizados para o seu controle (FITT & WILSON, 2000).

A presença de *H. armigera* no Brasil representa risco de resistência também relacionado ao uso de cultivares geneticamente

modificados que expressam toxinas de *B. thuringiensis* (plantas Bt) (BORTOLOTTO et al., 2014).

A cultura da soja geralmente é atacada por várias espécies de lagartas que podem ser diferentes em sua suscetibilidade à tecnologia Bt (BERNARDI et al., 2012; 2013). Em muitas áreas do Brasil, os cultivares Bt expressam eventos da mesma classe (Cry1 Ac), que são cultivados em sucessão ou ao mesmo tempo em várias proporções (CZEPAK et al., 2013a), nas culturas da soja, milho e algodão (CONAB, 2013; JAMES, 2012), resultando em alta pressão de seleção para o desenvolvimento resistência de insetos. Isso é potencializado pelo cultivo sem as práticas de manejo da resistência, principalmente o uso de culturas ou cultivares de refúgio não-Bt, como estratégia para evitar a passagem de indivíduos selecionados de uma cultura/cultivar para outra (GOULD, 1998).

A crescente preocupação com a utilização de agroquímicos em grande escala, associada à necessidade de praticidade de manejo, tem estimulado a busca por novas formas de controle. Nesse sentido, a tecnologia Bt vem se consolidando como uma eficiente estratégia de controle de pragas (SALVADORI et al., 2013b).

Com a finalidade de minimizar o ataque de pragas, evitar perdas de produção e dentro de alternativas relacionadas ao manejo integrado de pragas, também está o tratamento de sementes, visando proteção das culturas na fase inicial de desenvolvimento (BARBOSA et al., 2014).

Uma questão recorrente tem sido qual a necessidade de usar tratamento de sementes com inseticida em soja Bt para o controle de pragas iniciais, como pode ser o caso de *H. armigera*. Junto a esta, uma dúvida tem sido colocada com relação à sensibilidade desta lagarta a ingredientes ativos disponíveis para este tipo de tratamento, na cultura da soja, em situações que a infestação seja resultado da oviposição em plantas recém emergidas.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o potencial de inseticidas aplicados em tratamento de sementes no controle de *H. armigera* em soja, cultivar convencional (não Bt) e cultivar Bt.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos experimentos avaliando o controle de *H. armigera* por inseticidas aplicados em tratamento de sementes, em cultivar de soja convencional, ou seja, não Bt (cv. BMX Potencia RR), e em cultivar de soja Bt (cv. AS 3570 IPRO RR2), que expressa a proteína Cry 1Ac. Além dos produtos inseticidas, as sementes foram tratadas com o fungicida carbensazim + tiram (200 ml/100 kg semente).

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV), Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS, a temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase 12 horas. O cultivo das plantas utilizadas nos experimentos foi conduzido em casa de vegetação.

Os insetos utilizados foram provenientes da criação mantida em dieta artificial. A criação de *H. armigera* foi estabelecida a partir de lagartas provenientes de lavoura de soja, localizada no campo experimental da FAMV/ UPF, RS, coletadas em janeiro e fevereiro de 2014.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (quatro inseticidas + testemunha, com apenas com água) e vinte e cinco repetições (lagartas). Os inseticidas avaliados e respectivas doses, todos registrados para o tratamento de sementes em soja (AGROFIT, 2014), são apresentados nas Tabelas 1.

Na operação de tratamento das sementes, depois de dosificado, cada produto foi diluído em 3 ml de água para tratar 1.000 g de sementes. Foram semeadas dez sementes no solo em vasos (capacidade para 10 litros). Quando no início da germinação, as cinco sementes de menor vigor foram retiradas juntamente com uma quantidade de solo que as recobria e as envolvia, visando evitar que restasse inseticida no solo, interferindo nas doses a serem testadas. As plantas foram cultivadas em vasos em casa de vegetação, de onde foram coletadas folhas para alimentar as lagartas, com discos de área conhecida, em placas de Petri, no laboratório. Os discos foram obtidos através de vazador e mediam 1, 4 e 7 cm². A irrigação das plantas foi realizada via inundação para evitar lixiviação dos produtos avaliados.

Os tratamentos foram avaliados em lagartas neonatas e lagartas de 3^o- 4^o ínstar. As lagartas foram individualizadas em placas de Petri de 1,2 cm de altura e 4,9 cm de diâmetro (lagartas neonatas), ou de 1,5 cm de altura e 9,0 cm de diâmetro (lagartas de 3^o- 4^o ínstar). Discos foliares provenientes das plantas dos tratamentos foram fornecidos às lagartas. Inicialmente, disponibilizou-se um disco foliar de 1 cm² e, à medida da necessidade, foram sendo oferecidos discos foliares maiores (4 ou 7 cm²). Foram realizadas três infestações para cada ensaio, quando as plântulas de soja estavam com oito, treze ou quatorze e vinte e um dias após a emergência (DAE). Avaliou-se o número de lagartas mortas e o consumo foliar, o qual foi estimado visualmente com auxílio de uma grade quadriculada, cujo menor retículo media 0,125 cm x 0,125 cm (0,016 cm²).

Na primeira infestação (8 DAE) as avaliações para lagartas neonatas no cultivar não Bt foram aos 2, 3 e 5 dias após e na segunda (13 DAE) e na terceira (21 DAE), aos 2, 4 e 6 dias após a infestação (DAI), para mortalidade e consumo; para lagartas de 3^o- 4^o ínstar para primeira infestação foram aos 2, 3 e 5 dias após (8 DAE) e na segunda aos 2, 4 e 6 dias após a infestação (14 DAE) para a variável consumo, e para mortalidade apenas as duas últimas avaliações. Para cultivar Bt para lagartas neonatas e de 3^o- 4^o ínstar na primeira infestação foram avaliadas aos 2, 3 e 5 dias após (8 DAE), na segunda aos 2, 4 e 6 dias após (13 DAE) e na terceira aos 2, e 4 e/ou 6 dias após (21 DAE), para mortalidade e consumo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. Para a variável número de lagartas mortas, os insetos foram agrupados em cinco repetições de cinco indivíduos. Na análise do consumo se considerou cada lagarta uma repetição.

Tabela 1 - Inseticidas e doses avaliados quanto ao efeito na lagarta *H. armigera*, em tratamento de sementes de soja, em laboratório. FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Ingrediente ativo e dose (ml/100 kg de sementes)	Grupo químico	Produto comercial e dose
Imidacloprido + tiodicarbe (75 + 225)	Neonicotinoide + carbamato	Cropstar (500)
Clorantraniliprole (62,5)	Diamida	Dermacor (100)
Bifentrina + imidacloprido (67,5 + 82,5)	Piretróide + neonicotinoide	Rocks (500)
Fipronil (50)	Fenilpirazól	Belure (200)

Fonte: Agrofit (2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sensibilidade da lagarta *H. armigera* ao tratamento de semente com inseticidas, em soja convencional (não Bt)

3.1.1 Lagartas neonatas

O número de lagartas neonatas mortas aos 8 DAE das plantas (Tabela 2) foi superior para clorantraniliprole (84%) que não diferiu de imidacloprido + tiodicarbe (40%) o qual, por sua vez, igualou-se aos demais tratamentos, incluindo a testemunha. Quanto ao consumo, aos 8 DAE esse se mostrou direta e inversamente relacionado com a mortalidade. O menor consumo foi verificado para clorantraniliprole (0,22 cm²) demonstrando ação mais rápida nas lagartas que os demais produtos. Fipronil e imidacloprido + tiodicarbe foram superiores à testemunha, revelando certa proteção às plantas (consumo de 0,72 e 0,56 cm², respectivamente), mas fipronil não diferiu de bifentrina + imidacloprido, e embora inferior à do clorantraniliprole. Bifentrina + imidacloprido, já aos 8 DAE mostrou-se ineficiente, também em termos de consumo.

Aos 13 DAE (Tabela 3) clorantraniliprole se manteve como o melhor tratamento tanto em termos de mortalidade (84%) como de consumo, evidenciando efeito residual até este momento. Fipronil e bifentrina+imidacloprido igualaram-se, ao mesmo tempo, à testemunha e ao clorantraniliprole, com mortalidade de 56 e 44%, respectivamente, mas não foram suficientemente efetivos para proteger as folhas (consumo).

Tabela 2 – Lagartas neonatas de *H. armigera* mortas e consumo em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Lagartas mortas (número)		Consumo (cm ²)	
Testemunha (água)	0,20	b	0,97	a
Imidacloprido + tiodicarbe	2,00	ab	0,56	c
Clorantraniliprole	4,20	a	0,22	d
Bifentrina + imidacloprido	0,20	b	0,90	ab
Fipronil	1,40	b	0,72	bc
C.V. (%)	21,86		8,45	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); n° inicial de lagartas = 5/repetição para mortalidade e 25 para consumo; dados acumulados aos cinco dias após a infestação.

Tabela 3 - Lagartas neonatas de *H. armigera* mortas e consumo em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 13 dias após a emergência de plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Lagartas mortas (número)		Consumo (cm ²)	
Testemunha (água)	1,6	b	0,87	a
Imidacloprido + tiodicarbe	1,2	b	0,71	a
Clorantraniliprole	4,2	a	0,22	b
Bifentrina + imidacloprido	2,2	ab	0,76	a
Fipronil	2,8	ab	0,7	a
C.V. (%)	15,83		16,15	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); n° inicial de lagartas = 5/repetição para mortalidade e 25 para consumo; dados acumulados aos seis dias após a infestação.

Aos 21 DAE, mesmo o clorantraniliprole apresentando 36% de acréscimo na mortalidade de lagartas e consumo foliar menor numericamente que a testemunha, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). Esse resultado indica que aos 21 dias o clorantraniliprole, que foi eficiente nas avaliações anteriores (8 e 13 DAE), perdeu o efeito residual.

Tabela 4 - Lagartas neonatas de *H. armigera* mortas e consumo em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 21 dias após a emergência de plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Lagartas mortas (número)	Consumo (cm ²)
Testemunha (água)	2,20 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Imidacloprido + tiodicarbe	3,40	0,46
Clorantraniliprole	4,00	0,29
Bifentrina + imidacloprido	3,60	0,35
Fipronil	2,60	0,46
C.V. (%)	13,55	9,83

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; n° inicial de lagartas = 5/repetição para mortalidade e 25 para consumo; dados acumulados aos seis dias após a infestação.

Analisando-se a evolução da mortalidade de lagartas neonatas de *H. armigera* ao longo das avaliações após a emergência das plantas, verificou-se aumento do 2° para o 3° ou 4° dias após a infestação em todos os inseticidas, mas principalmente em clorantraniliprole (Figura 1 A, B e C). O maior número de lagartas neonatas mortas de *H. armigera* foi obtido aos 8 e 13 DAE, nas últimas avaliações (5° e 6° DAI, respectivamente) quando as sementes

foram tratadas com clorantraniliprole (Figuras 1 A e B). Apesar de o tratamento clorantraniliprole apresentar maior número de lagartas mortas também aos 21 DAE, não houve diferença entre os inseticidas, nem destes em relação à testemunha (Figura 1 C).

Quanto à evolução do consumo de soja pelas lagartas neonatas constatou-se aumento crescente no período posterior à infestação, aos 8 e aos 13 DAE (Figuras 2 A e B). Ficou muito evidente a relação inversa entre mortalidade e consumo. O maior consumo foi observado para a testemunha (água) que evoluiu de 0,26 para 0,97 cm², aos 2 e 5 DAI, na infestação aos 8 DAE; e de 0,39 para 0,56 e depois para 0,87 cm², na infestação aos 13 DAE. O menor consumo ocorreu para o clorantraniliprole; na infestação aos 8 DAE, o pequeno consumo constatado (0,20 cm²) ocorreu todo já aos 2 DAI, não evoluindo nas demais avaliações (4 e 6 DAI), evidenciando rapidez de ação sobre os insetos; na infestação aos 13 DAE a tendência foi a mesma. Aos 8 DAE e aos 5 DAI, embora maior que em clorantraniliprole, o consumo em imidacloprido+tiodicarbe também foi reduzido, indicando uma pequena ação nesse momento.

A rápida interrupção do consumo em insetos intoxicados por diamidas decorre da paralização das mandíbulas que antecede a paralisia que se expande para todo o corpo do inseto até que ocorra a morte (CORDOVA et al. 2006, LAHM et al. 2009; HANNIG, 2009; ÁLVAREZ & ABBATE, 2013).

Nos demais tratamentos (inseticidas e testemunha) o consumo cresceu desde a primeira até a última avaliação, realizada no 5º ou no 6º DAI. Aos 21 DAE, o consumo foi baixo em relação ao

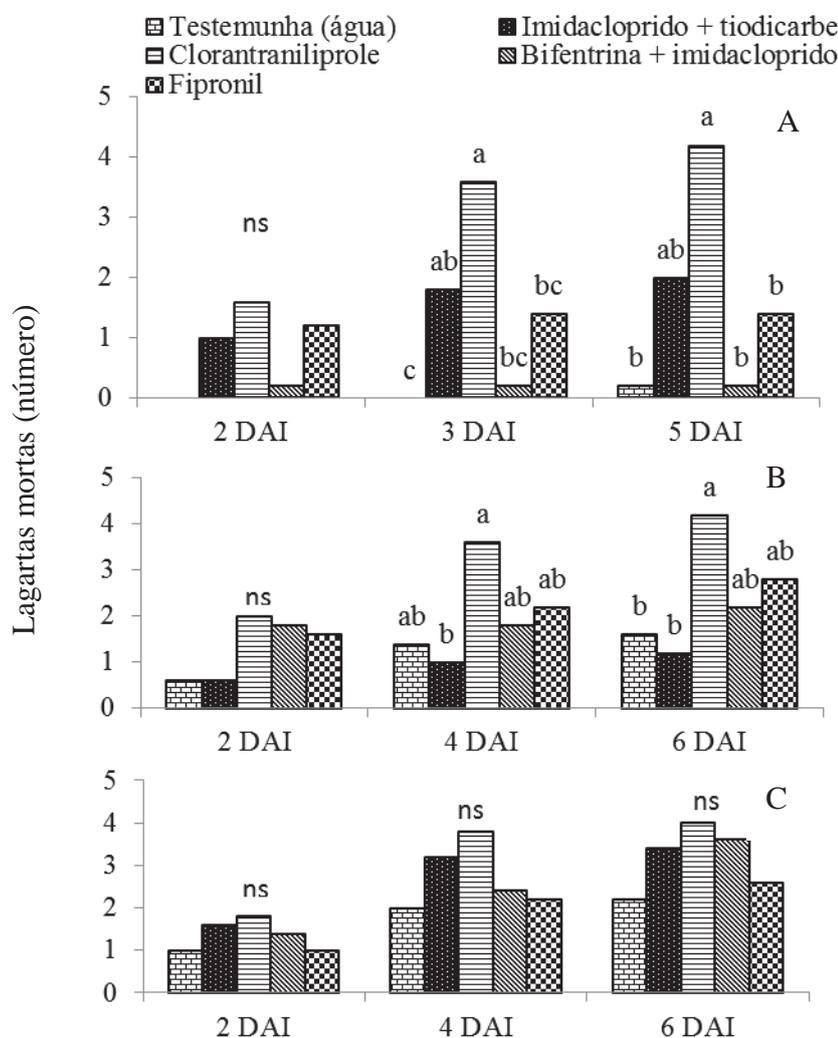


Figura 1 - Lagartas neonatas de *H. armigera* mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13 (B) e 21 (C) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

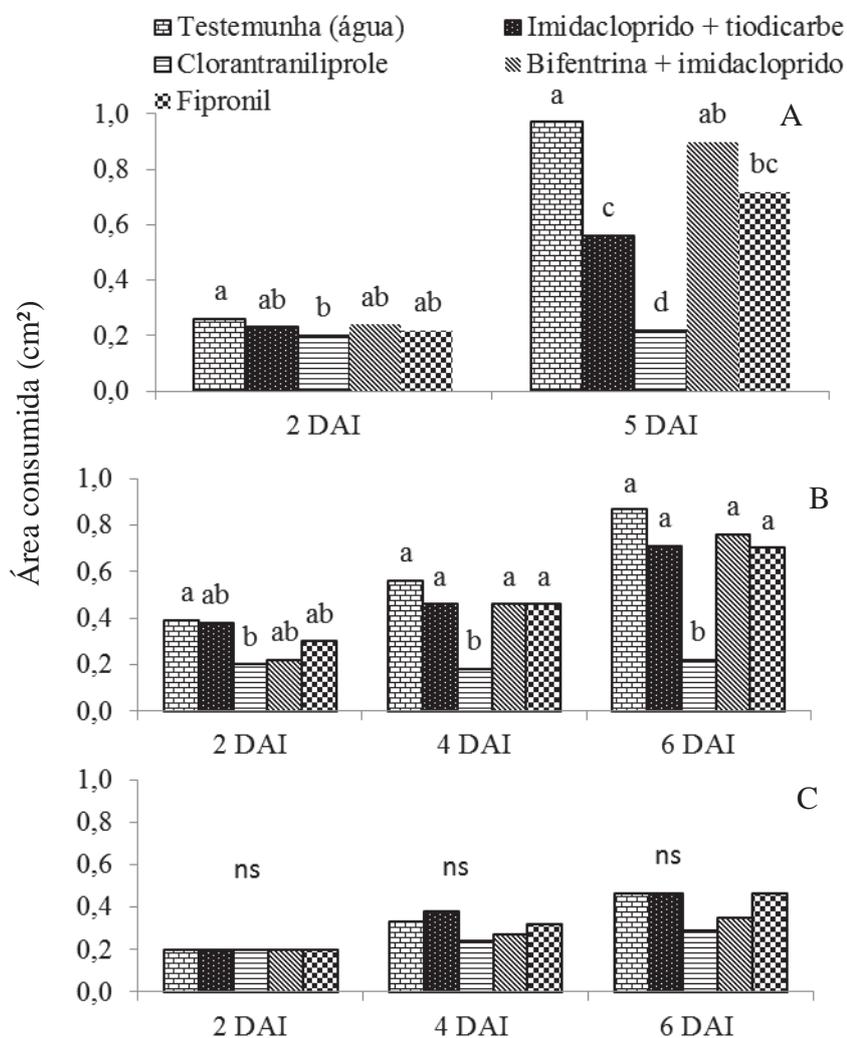


Figura 2 - Consumo de folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13(B) e 21(C) dias após a emergência das plantas, por lagartas neonatas de *H. armigera* em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

esperado em todos os tratamentos (Figura 2 C), devido provavelmente a algum problema metodológico (aumento de mortalidade em todos os tratamentos, conforme Figura 1 C). Mesmo assim, não houve diferença entre os tratamentos, confirmando que o efeito residual dos inseticidas, especialmente do clorraniliprole que até então havia sido eficiente, havia terminado.

Tomando por base os resultados das avaliações aos 8 e 13 DAE, observa-se que o uso de clorraniliprole em tratamento de sementes oferece uma proteção à parte aérea (folhas) da soja, conforme indicou a maior mortalidade e o menor consumo, nas plantas com este ingrediente ativo. Outro ponto a destacar é que este produto age rapidamente exigindo que uma menor quantidade de folhas seja ingerida para que seu efeito se materialize. Já, aos 21 DAE, assim como ocorreu com a mortalidade, não foi verificada diferença no consumo das lagartas, evidenciando que não se pode esperar um período de proteção superior a duas semanas.

3.1.2 Lagartas de 3º- 4º ínstar

Constatou-se diferença significativa no número de lagartas de 3º- 4º ínstar mortas aos 8 DAE, sendo superior para clorraniliprole (aproximadamente 52%), porém diferindo apenas de fipronil (Tabela 5). Aos 14 DAE não foi verificada diferenças quanto ao número de lagartas mortas. Porém, assim como verificado para lagartas neonatas, os tratamentos diferiram quanto ao consumo das lagartas de 3º- 4º instar (Tabela 6). Aos 8 DAE, o menor consumo foi

constatado novamente no clorantraniliprole, diferindo dos demais inseticidas e da testemunha. Aos 14 DAE o consumo foi numericamente menor no clorantraniliprole (4,93 cm²), mas não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Quanto a evolução do número de lagartas mortas, aos 8 DAE observou-se aumento do 3º para o 5º DAI para clorantraniliprole; os demais inseticidas também apresentam aumento na mortalidade, mas em níveis inferiores (Figura 3 A). Aos 14 DAE (Figura 3 B), a mortalidade aumentou do 4º para o 6º DAI, mas sem que houvesse diferença entre os tratamentos e em níveis inferiores aos observados aos 8 DAE. Esse resultado pode estar relacionado ao pequeno efeito residual dos produtos para lagartas de 3º- 4º ínstar aos 14 DAE.

O consumo das folhas de soja por lagartas de 3- 4º ínstar aos 8 e 14 DAE apresentou-se crescente em relação aos DAI, com maiores valores para a infestação aos 8 DAE em comparação aos 14 DAE. O menor consumo de folhas provenientes de sementes tratadas com inseticidas ocorreu no tratamento clorantraniliprole que foi inferior a testemunha e os demais inseticidas aos 8 DAE (aos 2, 4 e 6 DAI) . Isso também fora verificado para lagartas neonatas, numa relação inversa com a mortalidade. Esse resultado confirma a maior sensibilidade de lagartas pequenas ao clorantraniliprole.

Vários autores já se referiram à eficiência de clorantraniliprole, em tratamento de sementes, no controle de *H. armigera*. Na cultura do algodoeiro, com lagartas de 2º ínstar foi constatado que este produto protegeu as plantas até 14 DAE,

reduzindo a desfolha de 52 a 73 % em relação à testemunha (BARBOSA et al., 2014). No presente trabalho verificou-se redução no consumo aproximadamente de 77,3 e 74,7% para lagartas neonatas em comparação a testemunha aos 8 e 13 DAE, respectivamente. Para lagartas de 3^o- 4^o ínstar, esta redução foi de 69,1 e 38,8 % aos 8 e 14 DAE, respectivamente (Tabelas 2, 3, 4 e 6).

Estudos realizados com clorantraniliprole para o controle de lagartas maiores (4^o- 5^o ínstar) de *H. armigera* mostraram a ação nociva para infestações realizadas aos 3 e 7 DAE, sendo que aos 25 DAE este efeito não mais se manifestou (FILHO et al., 2014). Estas referências corroboram os resultados obtidos neste trabalho para lagartas de neonatas e de 3^o- 4^o ínstar, nas infestações aos 8, 13 e 14 DAE.

Por outro lado, em contraposição aos resultados obtidos de baixo efeito residual aos 21 DAE para *H. armigera*, outros autores verificaram que clorantraniliprole em tratamento de sementes protege a soja do ataque de *A. gemmatilis* até 56 DAE da cultura (RODRIGUES et al., 2014). Bueno et al. (2010) estudaram o efeito do tratamento de sementes com inseticidas no controle de pragas iniciais em girassol e os resultados obtidos mostraram que tiodicarbe foi eficiente no controle de lagartas de *A. gemmatilis* (1^o ínstar) e de *S. frugiperda* (2^o ínstar). Entretanto, esse mesmo inseticida foi ineficiente no controle de lagartas maiores (3^o ínstar) de *S. frugiperda*.

Pesquisas sobre controle de *H. armigera* com o uso de inseticidas via pulverização, demonstraram a eficiência de fipronil (CARNEIRO et al., 2014), apresentando-se extremamente tóxico para

Tabela 5 – Lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* mortas em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 e 14 dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Lagartas mortas (número)		
	8 DAE		14 DAE
Testemunha (água)	0,6	ab	1,2 ^{ns}
Imidacloprido + tiodicarbe	1,4	ab	1,4
Clorantraniliprole	2,6	a	1,8
Bifentrina + imidacloprido	0,6	ab	0,8
Fipronil	0,4	b	1,2
C.V. (%)	24,4		24,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; n^o inicial de lagartas = 25; dados acumulados aos cinco e seis dias após a infestação.

Tabela 6 – Consumo de folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 e 14 dias após a emergência das plantas, por lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Área consumida (cm ²)		
	8 DAE		14 DAE
Testemunha (água)	12,76	a	8,06 ^{ns}
Imidacloprido + tiodicarbe	12,79	a	7,65
Clorantraniliprole	3,94	c	4,93
Bifentrina + imidacloprido	9,66	b	6,11
Fipronil	9,79	ab	7,01
C.V. (%)	18,35		29,85

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; n^o inicial de lagartas = 25; dados acumulados aos cinco e seis dias após a infestação.

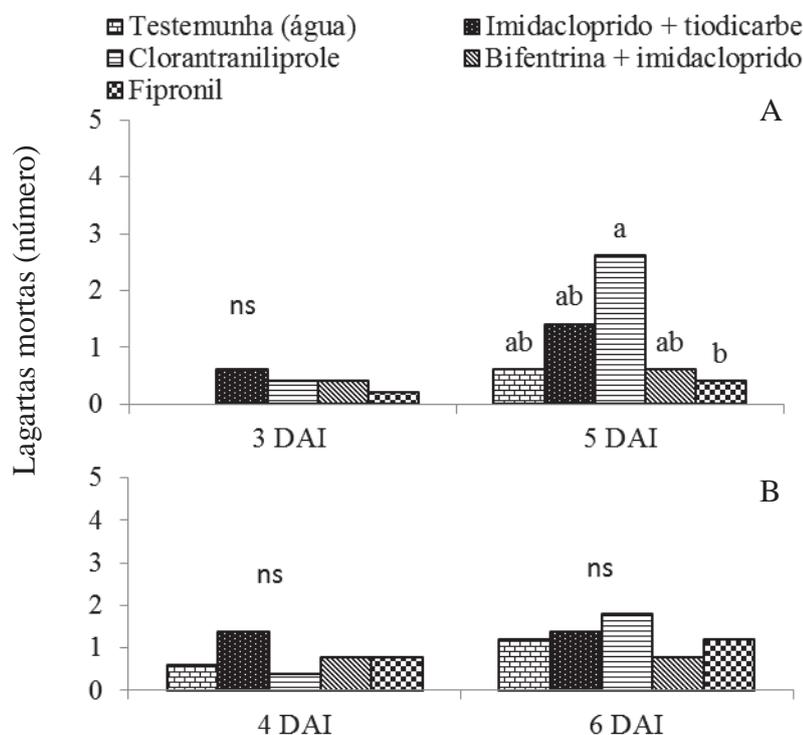


Figura 3 - Lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A) e 14 (B) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n^o inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

as lagartas (COLLIOT et al., 1992). Esses resultados são contrariados pelos obtidos no presente trabalho com o fipronil em tratamento de sementes, pois este ingrediente ativo não teve efeito sobre lagartas de *H. armigera*.

Já, as diamidas clorantraniliprole e flubendiamida, aplicadas em pulverização, têm apresentado eficiência no controle de

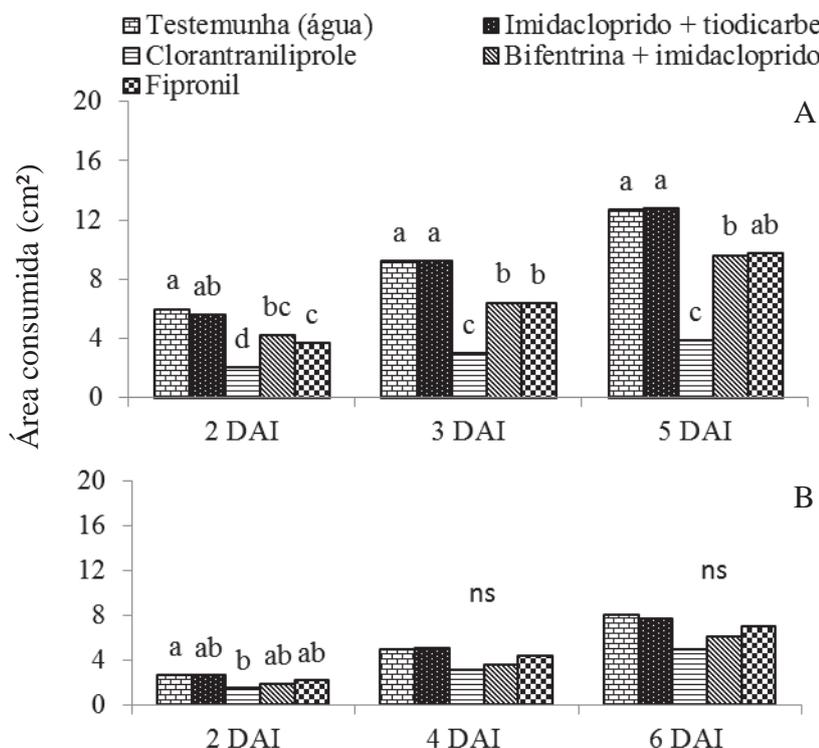


Figura 4 – Consumo de folhas de soja não Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A) e 14 (B) dias após a emergência das plantas, por lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n^o inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

H. armigera (CARNEIRO et al., 2014), o que vem a ser corroborado pelos resultados obtidos para clorantraniliprole, em tratamento de sementes. Em outro estudo, a eficiência de clorantraniliprole em pulverização no controle de *H. armigera* foi constatada, embora dependesse de fatores como a origem da população e os estádios

larvais, uma vez que a mortalidade reduziu com o crescimento das lagartas (WAKIL et al., 2012).

Possivelmente, o que explica o fato de ingredientes ativos aplicados às sementes, não terem a mesma eficiência de quando são pulverizados na parte aérea das plantas é a falta da ação sistêmica. As diamidas têm na sistemicidade uma característica que possibilita o uso em tratamento de sementes.

A divergência de resultados sobre eficiência de inseticidas também pode ser explicada por variações de doses. Outro fator envolvido é o tamanho e possivelmente a espécie das lagartas.

3.2 Sensibilidade de lagartas de *H. armigera* ao tratamento de sementes, em soja Bt

3.2.1 Lagartas neonatas

Quanto à mortalidade e consumo final aos 8, 13 e 21 DAE para lagartas neonatas não foi constatada diferença entre os tratamentos avaliados (Tabela 7). Constatou-se elevada mortalidade (próximo a 100%) e baixo consumo (0,14 a 0,20 cm²) em todos os tratamentos. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por outros pesquisadores que verificaram mortalidade de 100% em menos de três dias, para lagartas neonatas de *H. virescens* alimentadas com folhas e/ou legumes verdes, em soja Bt (BORTOLOTTI et al., 2014).

Avaliando-se a evolução do número de lagartas neonatas de *H. armigera* mortas quando alimentadas com folhas de soja Bt, colhidas aos 8 DAE, verificou-se alta mortalidade já no 2º DAI, com

Tabela 7 – Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8, 13 e 21 dias após a emergência das plantas, por lagartas neonatas de *H. armigera* (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Área consumida (cm ²)		
	8 DAE	13 DAE	21 DAE
Testemunha (água)	0,2	0,23 ^{ns}	0,2
Imidacloprido + tiodicarbe	0,2	0,14	0,2
Clorantraniliprole	0,2	0,16	0,2
Bifentrina + imidacloprido	0,2	0,15	0,2
Fipronil	0,2	0,18	0,2
C.V. (%)	5,11		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; n° inicial de lagartas = 25; dados acumulados aos cinco, dez e quatro dias após a infestação, respectivamente.

um pequeno crescimento no 3° DAI e 100% mortalidade ao 5° DAI, para todos os tratamentos (Figura 5 A). Aos 13 DAE, o número de lagartas neonatas mortas foi elevado já no 2° DAI para todos os tratamentos (Figura 5 B). Do 4° ao 6° DAI a mortalidade apresentou pouca variação, demonstrando que a proteína Cry 1 Ac age de maneira rápida sobre as lagartas neonatas. O número de lagartas mortas em folhas coletadas aos 21 DAE foi alta já no 2° DAI, para todos os tratamentos, chegando a 100% ao 5° DAI (Figura 5 C). Os resultados, mesmo com uma tendência (não comprovada estatisticamente) de haver maior mortalidade no tratamento com clorantraniliprole nas primeiras avaliações aos 13 e aos 21 DAE, não justificam o uso de inseticidas para o controle de lagartas neonatas de *H. armigera* em plantas de soja Bt. O consumo foi extremamente baixo para todos os

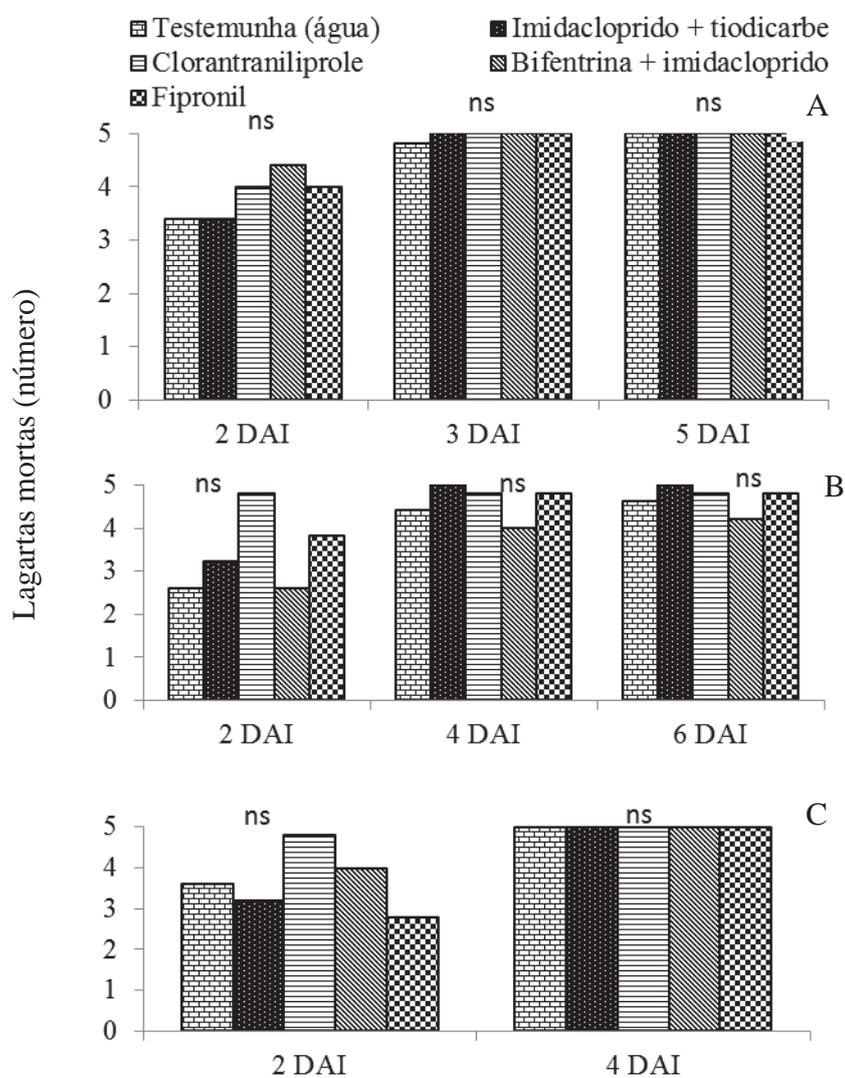


Figura 5 – Lagartas neonatas de *H. armigera* mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

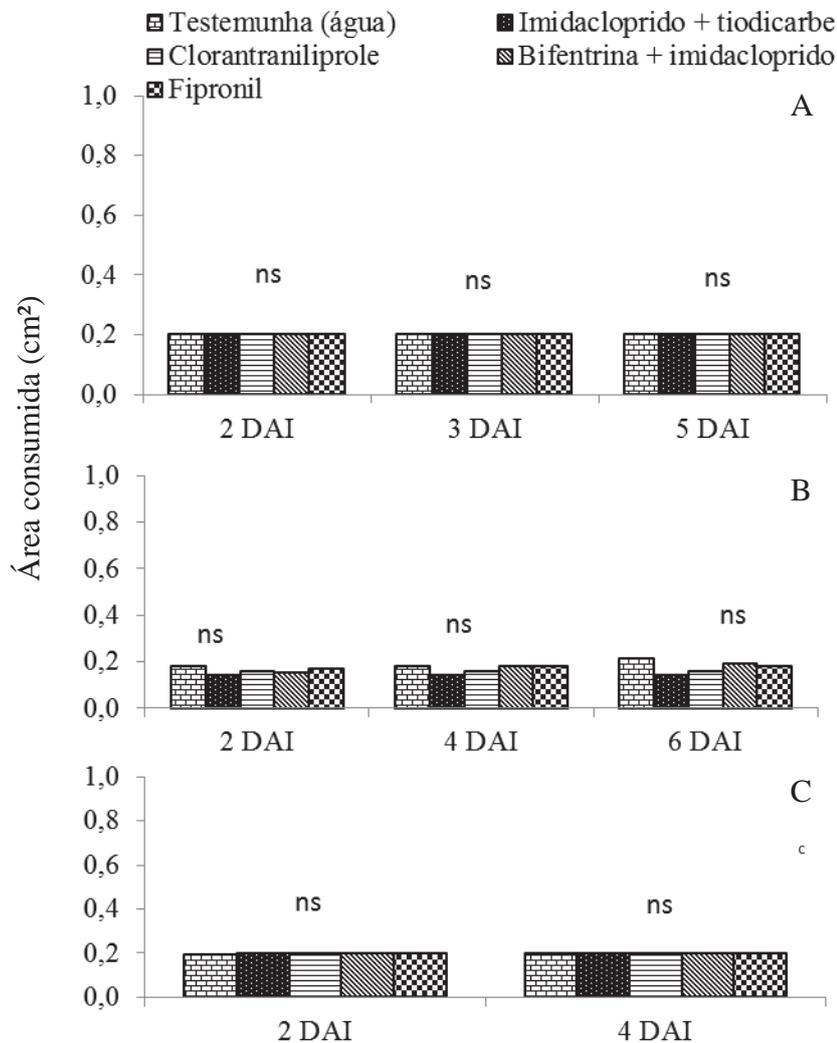


Figura 6 – Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas, quando infestadas aos 8 (A), 13 (B) aos 21 (C) dias após a emergência das plantas, por lagartas neonatas de *H. armigera* em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (n° inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

tratamentos e a mortalidade logo ao 4º e 5º DAI foi alta e semelhante para todos os tratamentos, incluindo a testemunha.

Não houve diferença entre soja Bt tratada com inseticidas e não tratada, com relação ao consumo de folhas pelas lagartas neonatas de *H. armigera*. Esse consumo foi insignificante (mordidas de prova) e apresentou pouca variação entre os dias de avaliação e entre as infestações realizadas nos 8, 13 e 21 DAE. Ao contrário do verificado com soja convencional (não Bt), a alta mortalidade e o consumo irrisório (Figuras 5 e 6) mostraram que a eficiência da toxina Bt, já aos 2 DAI provocam mortalidade de mais de 50%, mas aos 6 DAI atingem, aproximadamente, 100% de mortalidade.

O consumo das lagartas neonatas alimentadas com folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas foi menor que o consumo de lagartas neonatas do experimento com soja convencional (Tabelas 2, 3 e 4, item 3.1.1).

3.2.2 Lagartas de 3º- 4º ínstar

A mortalidade avaliada aos 8, 14 e 21 DAE de lagartas de 3º-4º ínstar alimentadas com folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticida aumentou ao longo dos dias em todas as infestações, chegando a 100% no final, para todos os tratamentos (dados não apresentados). Aos 8 e aos 14 DAE, houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao consumo foliar (Tabela 8). Aos 8 DAE, o consumo foi maior na testemunha (água) em comparação aos demais tratamentos. Aos 14 DAE isso se confirmou

apenas em relação a imidacloprido+tiodicarbe e clorantraniliprole, que proporcionaram consumo inferior à testemunha. Esse resultado indica que em algumas situações (lagartas maiores) o uso do tratamento de sementes em soja Bt, pode ser eficaz. Aos 21 DAE não se verificou diferença de consumo entre os tratamentos.

Estes resultados estão coerentes com estudos que constataram que o controle de lagartas de *H. armigera* que consumiram folhas e legumes em soja Bt chega a 100% e em lagartas neonatas e de 5º ínstar (BORTOLOTTO et al. 2014). A expressão da proteína inseticida Cry1Ac em algodão e em soja tem demonstrado eficiência no controle de lagartas de *H. virescens* (TERÁN-VARGAS, 2005; BORTOLOTTO et al., 2014). Mesmo em plantas mais velhas (legumes), a concentração da proteína inseticida é suficiente e eficaz no controle de lagartas de *H. virescens* (BERNARDI et al., 2013; BORTOLOTTO et al., 2014).

Analisando-se os resultados ao longo do tempo (dias após a infestação), observa-se que lagartas de 3º- 4º ínstar alimentadas com folhas coletadas aos 8, 14 e 21 DAE, provenientes de plantas de soja Bt, cujas sementes foram tratadas com inseticidas, apresentaram aumento na mortalidade do 2º para 4º ou 5º DAI em todos os tratamentos (Figura 7). Como praticamente não houve diferença na mortalidade entre os tratamentos, pode-se inferir que o resultado está relacionado apenas à tecnologia Bt e não aos inseticidas aplicados nas sementes. Aos 14 DAE, na avaliação aos 2 DAI, constatou-se diferença de mortalidade entre os tratamentos, quando clorantraniliprole provocou mortalidade superior à testemunha e aos

inseticidas imidacloprido+tiodicarbe e fipronil. Porém, essa diferença não foi constatada aos 8 e 21 DAE e isso precisa ser melhor investigado.

Tabela 8 – Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas aos 8, 14 e 21 dias após a emergência das plantas, por lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* em (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015

Tratamento de sementes	Área consumida (cm ²)				
	8 DAE		14 DAE		21 DAE
Testemunha (água)	1,18	a	2,05	a	0,90 ^{ns}
Imidacloprido + tiodicarbe	0,8	b	0,8	b	0,99
Clorantraniliprole	0,8	b	0,83	b	0,83
Bifentrina + imidacloprido	0,77	b	1,28	ab	0,86
Fipronil	0,9	b	1,17	ab	0,93
C.V. (%)	5,82		19,03		6,57

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; n^o inicial de lagartas = 5/repetição para mortalidade e 25 para consumo; dados acumulados aos cinco e seis dias após a infestação, respectivamente.

Com relação à evolução do consumo ao longo do tempo (Figura 8), aos 8 DAE, os valores verificados no 2^o DAI apresentaram pouco ou nenhum acréscimo até 5^o e 6^o DAI, demonstrando que após a ingestão de uma quantidade mínima da toxina Bt as lagartas intoxicadas param de consumir até chegar a morte. Já aos 14 DAE o consumo na testemunha foi crescendo e em todas as avaliações (DAI) os inseticidas clorantraniliprole e imidacloprido+tiodicarbe apresentaram consumo menor que na testemunha. Isso indica que para lagartas maiores e depois de 14 dias após a emergência o tratamento

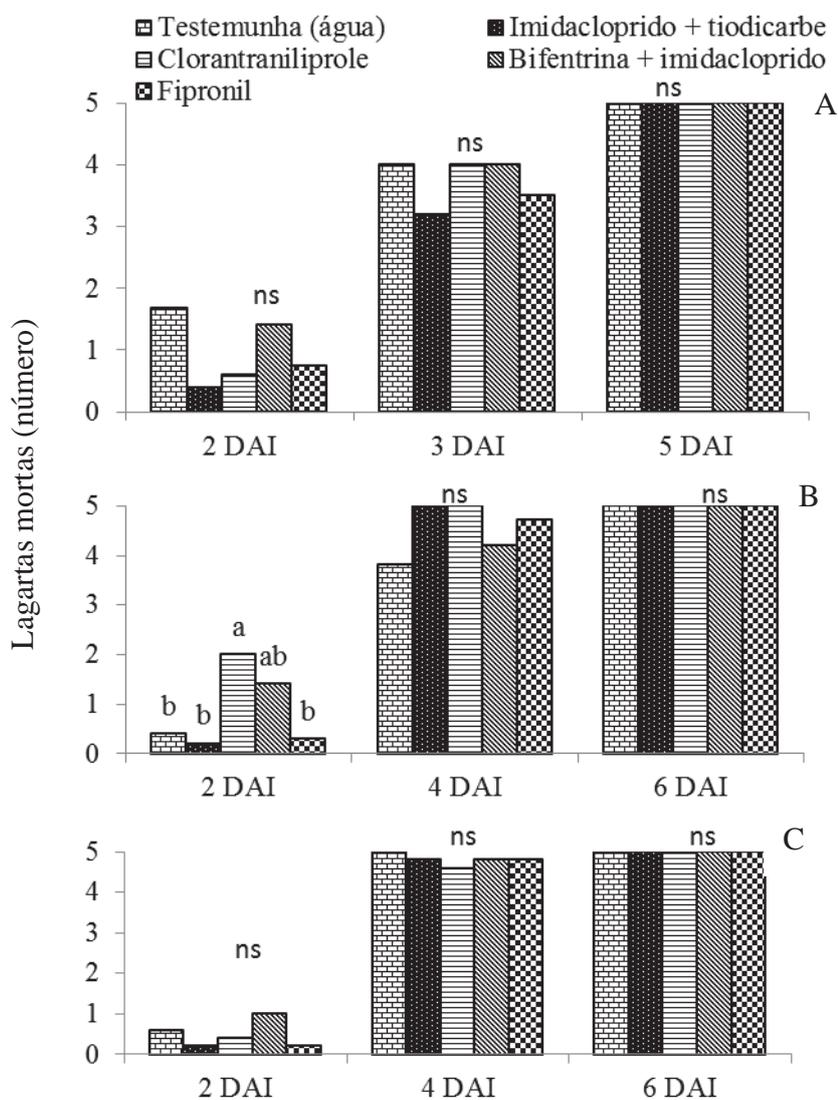


Figura 7 – Lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* mortas em diferentes dias após a infestação (DAI) em folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas aos 8 (A), 14 (B) e 21 (C) dias após a emergência das plantas (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (N^o inicial de lagartas = 5/repetição; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

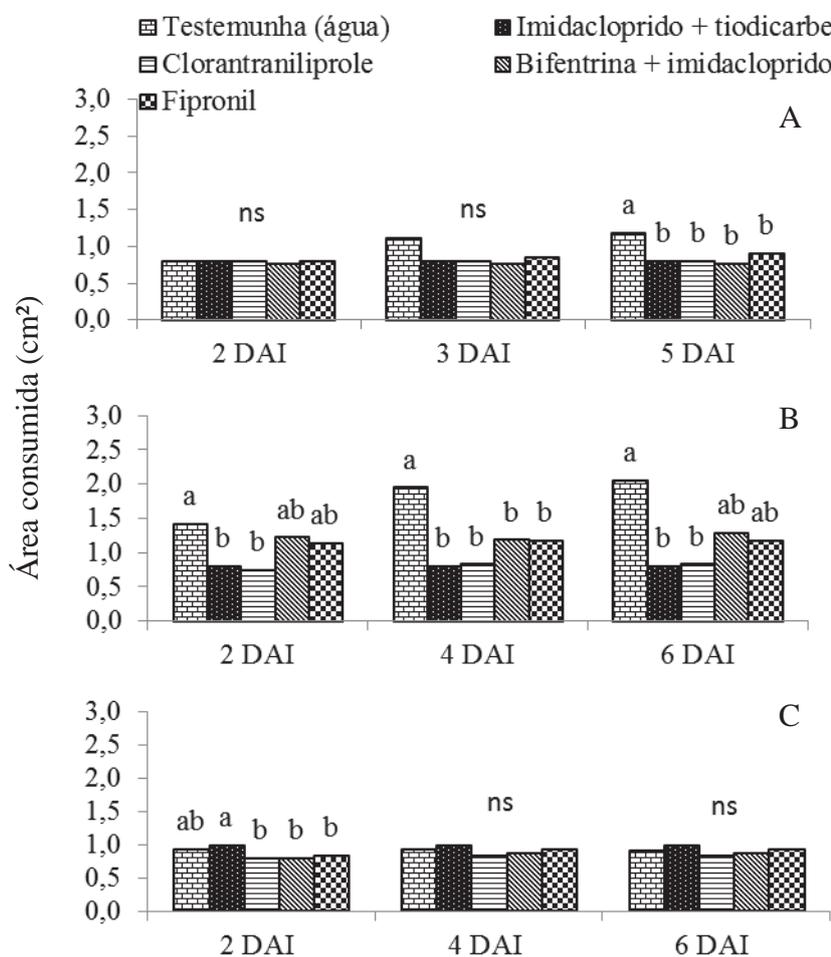


Figura 8 – Consumo de folhas de soja Bt provenientes de sementes tratadas com inseticidas aos 8 (A), 14 (B) e aos 21 (C) dias após a emergência das plantas por lagartas 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* em diferentes dias após a infestação (DAI) (25 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 12 h de fotofase). FAMV/UPF, Passo Fundo (RS), 2015. (N^o inicial de lagartas = 25; médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); ns: não significativo).

de sementes em soja Bt pode se justificar. Aos 21 DAE, nenhum dos inseticidas superou a testemunha.

A soja Bt contém o gene que codifica a proteína toxina Cry1Ac derivada da bactéria *B. thuringiensis* (SILVA et al., 2014). Essa proteína provoca uma redução da alimentação e, conseqüentemente, a inibição do desenvolvimento da lagarta por ligação específica nas membranas ciliadas do intestino médio, levando lagartas a morte (YU et al., 2011).

Os resultados demonstraram que para soja Bt não se justifica o uso do tratamento de sementes para o controle de lagartas de *H. armigera* neonatas e de 3^o- 4^o ínstar. A testemunha Bt sem inseticida apresentou alta mortalidade e baixo consumo, da mesma forma como verificada para os tratamentos que receberam tratamento de sementes com inseticidas.

Verificou-se que o consumo das lagartas de 3^o- 4^o ínstar em soja Bt foi menor quando comparado ao observado em soja não Bt (Tabelas 5 e 6, item 3.1.2), com uma redução de aproximadamente 8 cm².

3.3 Consideração finais

No cultivar de soja convencional (não Bt) verificou-se que as lagartas de *H. armigera*, neonatas e de 3^o- 4^o ínstar, foram sensíveis ao clorantraniliprole aplicado às sementes, até 13 dias após a emergência das plantas.

No cultivar de soja Bt constatou-se alta mortalidade e baixo consumo das lagartas de *H. armigera* mesmo na testemunha sem a

aplicação do tratamento de sementes, até 21 dias após a emergência. Este resultado mostra que não se justifica o uso de inseticidas em tratamento de sementes para o controle de *H. armigera* em soja Bt. Em apenas uma situação em particular, clorantraniliprole e a mistura imidacloprido+tiodicarbe protegeram as folhas da ação das lagartas (consumo), mais que a soja Bt isoladamente. Na mistura imidacloprido+tiodicarbe, provavelmente, o efeito se deve ao tiodicarbe, reconhecido como lagarticida. Porém, esse produto não mostrou efeito significativamente superior ao clorantraniliprole na maioria das avaliações, em soja convencional.

4 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

a) as lagartas neonatas de *H. armigera* apresentam sensibilidade ao inseticida clorantraniliprole em tratamento de sementes (dose de 62,5 mL/100 kg) até 13 dias após a emergência da soja não Bt.

b) as lagartas de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* apresentaram sensibilidade ao inseticida clorantraniliprole em tratamento de sementes (dose de 62,5 mL/100 kg) até 8 dias após a emergência da soja não Bt.

c) as lagartas neonatas e de 3^o- 4^o ínstar de *H. armigera* apresentaram sensibilidade a proteína Cry 1Ac, pelo menos até 21 dias após a emergência da soja.

REFERÊNCIAS

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.

AGROFIT. *Indicações de uso e dose*. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 02 fev. 2014.

AHMAD, M.; ARIF, M. I.; AHMAD, Z. Patterns of resistance to organophosphate insecticides in fiel populations of *Helicoverpa armigera* in Pakistan. *Jornal of Pesticide Scienice*, Tokyo, n. 55, p. 626- 632, 1999.

_____. Resistance to carbamate insecticides in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. *Crop Protection*, Brighton, v. 20, p. 427- 432, 2001.

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)

ÁLVAREZ, D.; ABBATE, S. *Nuevos problemas de plagas en soja: Helicoverpa gelotopoeon* (lagarta bolillera). Disponível em: <<http://www.lares-srl.com/descargas/prensa/IsocaBolillera2013.pdf>>. Acesso em: 17 maio de 2015.

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 growtg index. *Journal of Entomology*, New York, v. 11, n. 5, p. 299- 205, 2014.

ARNEMANN, J. A.; GUEDES, J. V. C.; STACKE, R. F.; MELO, A. A.; PERINI, C. R.; CURIOLETTI, L. E. Até no inverno. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, n.182, p. 26-28, 2014.

ARGHAND, A. *Comparison of biological parameters and nutritional indices of Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on seed of diferente maize hybrids*. 2011. Dissertação (Mestrado). Sc. Thesis, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, 2011.

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)

AZEVEDO, T. R.; TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Purification and characterization of three β - glycosidases from midgut the sugar cane borer, *Diatraea saccharalis*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, Oxford, v. 33, p. 81-92, 2003.

BARBOSA, A. D.; ALVES, S. N. R.; SILVA, F. M. A.; GARCIA, O. Eficácia do inseticida Dermacor BR em sementes de algodão no controle e *Helicoverpa armigera* (Hübne) Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: Embrapa, 2014.

BARTON, L. B, RAUBENHEIMER, D. Ontogenetic changes in the rate of ingestion and estimates of food consumption in fourth and fifth instar *Helicoverpa armigera* caterpillars. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v. 49, p. 63-71, 2003.

_____. Ontogenetic changes in feeding behavior. In; CHAPMAN, R. F.; BOER, G. D. (Eds.). *Regulatory mechanisms in insect feeding*. New York, Chapman and Hall. 1995. 342p.

BEHERE, G. T.; TAY, W. T.; RUSSELL, D. A.; KRANTHI, K. R., BATTERHAM, P. Population genetic structure of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in India as inferred from EPIC-PCR DNA Markers. PLoS ONE, Canada, v.8, n 1, p. 53448, 2013.

BERNARDI, O. B.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; BERGER, G. U.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. *High levels of biological activity of CryIAc protein expressed on MON 87701 x MON 89788 soybean against Heliothis virescens (Lepidoptera: Noctuidae)*. Pest Management Science, Watsonville, 2013. 3581 p.

_____. MALVESTITI, G. S.; DOURADO, P. M.; OLIVEIRA, W. S.; MARTINELLI, S.; BERGER, G. U., HEAD, G. P.; OMOTO, C. Assessment of the high-dose concept and level of control provided by Mon 87701 x MON 89788 soybean against *Anticarsia gemmatilis* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pest Management Science*, Watsonville, v. 68, p. 1083-1091, 2012.

BERNYS, E. A.; CHAPMAN, R. F. Host-Plant Selection by *Phytophagous Insects*. New York: Chapman and Hall, 1994.

BORTOLOTTO, O. C.; BUENO, A. F.; BRAGA, K.; BARBOSA, G. C.; SANZOVO, A. Características biológicas de *Heliothis virescens* alimentados com Bt -soybean MON 87701 × MON 89788 e sua isolinha convencional. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 86, n.2, p. 973-980, 2014.

BUENO, A. F.; SALES, J. F.; BUENO, R. C. O. F.; COSTA, R. G. da; VIEIRA, S. S. Efeito do tratamento de sementes com inseticidas no controle de pragas iniciais e na qualidade fisiológica das sementes em girassol. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 49-56, 2010.

BUILDING, B. M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Journal of Central European Agriculture*, Zagreb, v. 8, n. 2, p. 171-182, 2007.

BUTT, B. A.; CANTU, E. *Sex determination of lepidopterous pupae*. Washington: United States Department of Agriculture (USDA), 1962. 7 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pesquisa e Abastecimento. *Exportações do agronegócio – ranking de produtos*. 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/importacao/requisitos-fitosanitarios/quarentena/lista-de-pragas>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

CAMPBELL, K. P.; KNUDSON, C. M.; IMAGAWA, T.; LEUNG, A. T.; SUTKO, J. L.; KAHL, S. D.; RAAB, C. R.; MADSON, L. Identification and characterization of the high affinity [3H]Ryanodine receptor of the junctional sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release channel. *Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 262, p. 6460-6463, 1987.

CARNEIRO, E.; SILVA, L. B.; MAGGIONI, K.; SANTOS, V. B. dos; RODRIGUES, T. F.; REIS, S. S.; PAVAN, B. E. Avaliação de inseticidas segmentação de controle de *H. armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *American Journal of Plant Sciences*, Irvine, v. 5, p. 2823-2828, 2014.

CHAPMAN, R. F. *The Insects: structure and function*. 4th edition. Cambridge University Press, Oxford, 1998.

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.

CLEARY, A. J.; CRIBB, B. W.; MURRAY, D. A. H. *Helicoverpa armigera* (Hübner): can wheat stubble protect cotton from attack. *Australian Journal of Entomology*, Oxford, v. 45, p. 10-15, 2006.

COLLIOT, F.; KUKOROWKI, K. A.; HAWKINS, D. W.; ROBERTS, D. A. Fipronil: A New Soil and Foliar Broad Spectrum Insecticide. *Crop Protection*, Brighton, p. 29-34, 1992.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira: grão, oitavo levantamento, maio 2013*. Brasília: CONAB. 30p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_03_15_28_45_boletim_mai_2013.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro 2014.

CORDOVA, D.; BENNER, E. A.; SACHER, M. D.; RAUH, J. J.; SOPA, J. S.; LAHM, G. P.; SELBY, T. P.; STEVENSON, T. M.; FLEXNER, L.; GUTTERIDGE, S.; RHOADES, D. F.; WU, L.; SMITH, R. M.; TAO, Y. *Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation. Pesticide Biochemistry and Physiology*, Lanham, v. 84, p. 196-214, 2006.

CRÓCOMO, W. B.; PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de milho, trigo e sorgo por *Spodoptera frugiperda* (Smith, J. E. 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 29, p. 225-260, 1985.

CZEPAK, C.; ÁVILLA, C. J.; VIVAN, L. M.; ALVERNAZ, K. C.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHIAS, T. Como manejar: 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, 2013a.

_____. ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Pragas da vez. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas n. 176, p. 4-11, 2013b.

_____. 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, 2013c.

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 of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 32, p. 469–476, 2007.

ENDO, N.; HIRAKAWA, I.; WADA, T.; TOJO, S. Induced resistance to the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in three soybean cultivars. *Applied Entomology and Zoology*, Osaka, v. 42, p. 199-204, 2007.

ERNST, G.; DITTRICH, V. Comparative measurements of resistance to insecticides in three closely related old and new world bollworm species. *Jornal of Pesticide Scienice*, Tokyo, v. 34, p. 147- 152, 1992.

FARRAR, R. R.; BRADLEY, JR. JR. Within-plant distribution of *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae on cotton in North Carolina. *Environmental Entomology*, Oxford, v.14, p. 205-209, 1985.

FENG, H.; WU, X.; WU, B.; WU, K. Seasonal migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) over the Bohai sea. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 102, n. 1, p. 95, 2009.

FERREIRA, C.; PARRA, J. R. P.; TERRA, W. R. The effect of dietary plant glycosides on larval midgut β - glycosidases from *Spodoptera frugiperda* and *Diatraea saccharalis*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, Oxford, v.27, p. 55-59, 1997.

FILHO, M. T. L.; RATTES, J. F.; JAKOBY, G. L.; JUNIOR, O. G.; CABRAL, W. C.; VILELA, F. S. Suscetibilidade de lagartas grandes de *Helicoverpa armigera* ao inseticida Dermacor em tratamento de sementes na fase inicial de desenvolvimento da cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: Embrapa, 2014.

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

_____. WILSON, L. J. Genetic engineering in IPM: Bt cotton. In: KENNEDY, G. G.; SUTTON, T. B. Emerging Technologies in Integrated Pest Management: Concepts, Research and Implementation. *American Phytopathological Society*, Saint Paul, p.108–125, 2000.

_____. Cotton pest management. Part 3. An Australian perspective. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 38, p. 543- 562, 1994.

FORRESTER, N. W.; CAHILL, M.; BIRD, L. J.; LAYLAND, J. K. Management of pyrethroids and endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. *Bulletin of Entomological Research*, London, v. 1, p. 1-132, 1993.

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. 920 p.

GASTON, K. J.; REAVEY, D.; VALLADARES, G. Changes in feeding habit as caterpillars grow. *Ecological Entomology*, Oxford, v. 16, p. 339-344, 1991.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 62, p. 547- 551, 2008.

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: integrating pest genetics and ecology. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 43, p. 701- 726, 1998.

GRABSTEIN, E. M.; SCRIBER, J. M. Host-plant utilization by *Hyalophora cecropiaas* affected by prior feeding experience. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, George Street, v. 32, p. 262–268, 1982.

GREEN, P. W. C., STEVENSON, P. C., SIMMONDS, M. S. J., SHARMA, H. C., Can larvae of the pod borer, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) select between wild and cultivated pigeonpea (Cajanus sp. (Fabaceae). *Bulletin of Entomological Research*, London, v. 92, p. 45- 51, 2002.

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

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.

_____. ARNEMANN, J. A.; PIRINI, C. R.; ARRÚE, 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.

HANNIG, G. T.; ZEIGLER, M.; MARCON, P. G. Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode -of-action groups. *Pest Management Science*, Sussex, v.65, p. 969–974, 2009.

HARDWICK, D. F. The corn earworm complex. *Memoirs of the Entomological Society*, Broadway, v. 40, p. 1-247, 1965.

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.

HEMATI, S. A.; NASERI, B.; RAZMJOU, J. Reproductive performance and growth indices of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. *Journal Crop Protection*, Brighton, v. 2, p. 193-208, 2013.

HOFFMANN-CAMPO, B. S.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. *Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga*. Brasília: Embrapa, 2012. 859 p.

HUNT, J. W.; DEAN, A. P.; WEBSTER, R. E.; JOHNSON, G. N.; ENNOS, A. R. A novel mechanism by which sílica defends grasses against herbivory. *Annals of Botany*, Leicester, v. 102, p. 653-656, 2008.

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.

JALLOW, M. F. A.; MATSUURA, M. Influence of temperature on the rate of development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology*, Osaka, v. 36, p. 427-430, 2001.

_____. 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.

JAMES, C. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops*: 2012. ISAAA Brief No. ISAAA: Ithaca, v. 44, p. 12, 2012.

KEEPING, M. G.; KVEDARAS, O. L. Silicon as a plant defence against insect herbivory: response to Massey, Ennos and Hartley. *Jornal Animal Ecology*, New York, v. 77, p. 631-633, 2008.

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.

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

KVEDARAS, O. L.; KEEPING, M. G. Silicon impedes stalk penetration by the borer *Eldana saccharina* in sugarcane. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, George Street, v. 125, p. 103-110, 2007.

LAHM, G. P.; CORDOVA, D.; BARRY, J. D.; New and selective ryanodine receptor activators for insect control. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, Oxford, v. 17, p. 4127-4133, 2009.

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 10 de out. de 2014.

LAI, T.; LI, J.; SU, J. Monitoring of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to chlorantraniliprole in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, Lanham, v. 101, p. 198-205, 2011.

LARA, F. M. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. São Paulo, Ícone, 2 ed., 1991. 336 p.

LAZAREVIC, J.; PERIC-MATARUGA, V. Nutritive stress effects on growth and digestive physiology of *Lymantria dispar* larvae. *Yugoslav Medical Biochemistry*, Beograd, v. 22, p. 53-59, 2003.

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. D.; GONG, P. Y.; WU, K. J.; LI, D. M. Effects of parental exposure to high temperature on offspring performance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae): adaptive significance of the summer diapause. *Applied Entomology and Zoology*, Osaka, v. 39, p. 373–379, 2004.

_____. 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.

MARTIN, T.; OCHOU, O. G.; DJIHINTO, A.; TRAORE, D.; TOGOLA, M. Controlling an insecticide-resistant bollworm in West. *Agriculture Ecosystems & Environment*, Oxford, v. 107, p. 409–411, 2005.

MARTIN, L. A.; PULIN, A. S. Host-plant specialization and habitat restriction in an endangered insect, *Lycaena dispar batavus* (Lepidoptera: Lycaenidae) I. Larval feeding and oviposition preferences. *European Journal of Entomology*, Branisovska, v. 101. p. 51-56, 2004.

MASSEY, F. P.; ROLAND ENNOS, A.; HARTLEY, S. E. Herbivore specific induction of silica- based plant defences. *Oecologia*, Rio de Janeiro, v. 152, p. 677-683, 2007.

MCWILLIAMS, J. M.; BELAND, G. L. Bollworm: Effect of soybean leaf and pod maturity on development in the laboratory. *Annals of the Entomological Society of America*, College Park, v. 70, p. 214-216, 1977.

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

MIRONIDIS, G. K.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Development, Survivorship, and Reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) Under Constant and Alternating Temperatures. *Environmental Entomology*, Oxford, v 37(1), p. 16- 28, 2008.

MORAL GARCIA F. J. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hüner) in a tomato field using a stochastic approach. *Biosystems Engineering*, Oxford, v. 93, p. 253–259, 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*, Florida, v. 97, n. 2, p. 854- 856, 2014.

NAMIN, F. R.; NASERI, B.; RAZMJOU, J. Nutritional performance and activity of some digestive enzymes of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in response to seven tested bean cultivars. *Journal of Insect Science*, Oxford, v. 14, n. 93, p. 1-18, 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.

_____. GATEHOUSE, A. M. R. Digestive proteolytic and amylolytic activities of *Helicoverpa armigera* in response to feeding on different soybean cultivars. *Pest Management Science*, Watsonville, v. 66, p. 1316- 1323, 2010.

NASREEN, A.; MUSTAFA, G. Biology of *Helicoverpa armigera* (Hbn) reared in laboratory on natural diet. *Pakistan Journal of Biological Science*, Faisalabad, v. 3, n. 10, p. 1668-1669, 2000.

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.

PAINTER, R. H. *Insect resistance in crop plants*. New York: MacMillan, 1951. 520 p.

PAPA, G.; CELOTO, F. J.; JÚNIOR, J. A. Z.; AMARAL, A. G. Sob ataque. *Cultivar Grandes Culturas*, Pelotas, v. 174, p. 4-11, 2013.

PARAMASIVA, I.; KRISHNAYYA, P. V.; WAR, A. R.; SHARMA, H. C. Crop hosts and genotypic resistance influence the biological activity of *Bacillus thuringiensis* towards *Helicoverpa armigera*. *Crop Protection*, Brighton, n. 64, p. 38-46, 2014.

PARRA, J. R. P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado*. Brasília. Embrapa Informações Tecnológicas, 2009a.

_____. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado*. Brasília. Embrapa Informações Tecnológicas, 2009b.

_____. HADDAD, M. L. *Determinação do número de ínstars de insetos*. Piracicaba: FEALQ, 1989, 45p.

PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S.; JADHAV, D. R. Heliothis species and their natural enemies, with their potential for biological control. *Proceedings Indian Academy of Sciences*, Oxford, v. 95, p. 695-703, 1986.

PATANKAR, A. G.; GIRI, A. P.; HARSULKAR, A. M.; SAINANI, M. N.; DESHPANDE, V. V.; RANJEKAR, P. K.; GUPTA, V. S. Complexity in specificities and expression of *Helicoverpa armigera* gut proteinases explains polyphagous nature of the insect pest. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, Oxford, v.31, p. 453–464, 2001.

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.

PEREIRA, R. M.; FRANCISCATTIL, R. A.; DURIGAN, M. R.; LEITE, N. A.; AMADO, D.; OMOTO, C. Bases para o manejo da resistência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas diamidas e spinosinas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: Embrapa, 2014.

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

PORTILLO, H.E. et al. Langosta: a lepidopterous pest complex on sorghum and maize in Honduras. *Florida Entomologist Society*, Florida, v.74, n.2, p.287-296, 1991.

RANGER, C. M.; SINGH, A. P.; FRANTZ, J. M.; CANÃS, L.; LOCKE, J. C.; REDING, M. E.; VORSA, N. Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, Oxford, v. 38, p. 129-136, 2009.

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.

_____. POWAR, C. S. Heliothis: a global problem. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON HELIOTHIS MANAGEMENT. *Proceedings Patancheru*, Patancheru: ICRISAT, 1982.

RODRIGUES, R. B.; MATIUZZI, F. C. P.; ASSIS, J. J.; SILVA, M. G.; MEIRELES, P. S.; SILVA, F. M. A. Clorantraniliprole (Dermacor) para o controle de *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepdoptera: Noctuidae) na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: Embrapa, 2014.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. *Crop Protection*, Brighton, v. 29, p. 47–57, 2010.

ROGGIA, S. *Caracterização de fatores determinantes dos aumentos populacional de ácaros tetraniquídeos em soja. 2010.* Tese (Doutorado) – 113 f. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: < file:///D:/Arquivos/Downloads/Samuel_Roggia.pdf>. Acesso em: 16 de julho de 2013.

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.

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, 2013a.

_____. GUARIENTI, M.; DALLAGNOL, L. C.; SUZANA, C. S. Mortalidade e consumo de *Spodoptera frugiperda* em plântulas de genótipos de milho Bt. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE PRAGAS DE SOLO, 13, 2013, Rondonópolis, *Anais eletrônicos...*Rondonópolis: Fundação MT, 2013b.

_____. PEREIRA, P. R. V. da; SPECHT, A. Registro da ocorrência de *Helicoverpa armigera* no Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: Embrapa, 2014.

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

SANTOS, T. M.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Resistência de genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) a *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, p. 297-303, 2001.

SATTELLE, D. B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T. R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemicals. *Invertebrate Neuroscience*, Southampton, v. 8, p. 107-119, 2008.

SCRIBER, J. M.; SLANSKY, F. The nutritional ecology of immature insects. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 26, p. 183-211, 1981.

SENAVE. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas. Asunción: Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola, 2013. Disponível em: <<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-trasingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 29 em janeiro de 2014.

SHARMA, H. C.; PAMPATHY, G.; DHILLON, M. K.; RIDSDILL-SMITH, 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.

SHEPPARD, C. A.; FRIEDMAN, S. Influence of host plant, foliar phenology and larval dietary history on *Lymantria dispar* larval nutritional indices. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, George Street, v. 55, p. 247-255, 1990.

SILVA, G. V.; PASINI, A.; BUENO, A. de F.; BORTOLOTTI, O. C.; BARBOSA, G. C.; CRUZ, Y. K. S. Sem impacto de Bt soja que expressam a proteína Cry1Ac em traços biológicos de *Euschistus heros* (Hemiptera, Pentatomidae) e seu parasitóide de ovos *Telenomus podisi* (Hymenoptera, Platygasteridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, Curitiba, v. 58, n. 3, p. 285–290, 2014.

SIMPSON, S. J.; ABISGOLD, J. D. Compensation by locust for changes in dietary nutrition: behavioral mechanisms. *Physiological Entomology*, Oxford, v.10, p. 443-452, 1985.

SINGH, A. K.; MULLICK, S. Effect of leguminous plants on the growth and development of gram pod borer, *Helicoverpa armigera*. *Indican Journal of Entomology*, Oxford, v.59, p. 209- 214, 1997.

SINGH, P. A general purpose laboratory diet mixture for rearing insects. *Insect Science and its Application*, Cambridge, v.4, p. 357-362, 1983.

SLANSKY, Jr., F.; RODRIGUEZ, J. G. Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates: an overview. In: SLANSKY, Jr. F.; RODRIGUEZ, J. G. *Nutricional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates*. New York: John Wiley, 1987. p.1-69.

SOGBESAN, A. O.; UGWUMBA, A. A. A. Nutritional evaluation of termite (*Macrotermes subhyalinus*) meal as animal protein supplements in the diets of *Heterobranchius longifilis* (Valenciennes, 1840) fingerlings. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Trabzon, v. 8, p. 149-157, 2008.

SPENCER, K. C. Chemical mediation of coevolution in the *Passiflora- Heliconius* interaction. In: SPENCER, K. C. (Ed.). *Chemical mediation of coevolution*. San Diego: Academic Press, 1988. p. 167-240.

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.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; TESTON, R.; FORTUNA, L. S.; ORSO, I.; HOFFMANN, L. L.; SALVADORI, J. R. Danos da lagarta *Helicoverpa armigera* na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiânia. *Anais eletrônicos...* Goiânia: Embrapa, 2014.

TAY, W. T., SORIA, M. F., WALSH, T., THOMAZONI, D., ANDSILVIE, P. A brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *PLOS ONE*, Califórnia, v. 8, n. 11, p. 134, 2013.

TERÁN-VARGAS, A. P. Bollgard cotton and resistance of tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) to conventional insecticides in Southern Tamaulipas, Mexico. *Jornal of Economic Entomology*, Lanham, v. 98, p. 2203-2209, 2005.

TERRA, W. R.; FERREIRA, C. Biochemistry of digestion. In: GILBERT, L. I.; IATROU, K.; GILL, S. S. (Ed.). *Comprehensive molecular insect science*. Oxford: Elsevier, v. 4, p. 171- 224, 2005.

_____. Digestive system. In: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Ed.). *Encyclopedia of insects*. 2nd ed. San Diego: Academic, 2009.

_____. Insect digestive enzymes: properties, compartmentalization and function. *Comparative Biochemistry*, New York, v. 109B, p. 1-62, 1994.

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*. Cuiabá: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2013. (Circular Técnica, 5)

TIBOLA, C. *Criação, bioecologia e controle químico de Spodoptera eridania (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae), em soja*. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

TWINE, P. Effect of temperature on development of larvae and pupae of the corn earworm, *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences*, Canberra, v. 35, p. 23-28, 1978.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D. da; CASTIGLIONI, E. *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p. 113- 128.

_____. FRANÇA, S. C. Indução de resistência a insetos. In: CAVALCANTI, L.; PIERO, R. M.; CIA, P.; CAVALCANTI, L. S. (Eds.). *Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos*. Piracicaba: FEALQ, 2006, p. 511-528.

WAKIL, W.; GHAZANFAR, U. M.; NASIR, N.; QAYYUM, M. A.; TAHIR, M. Insecticidal efficacy of *Azadirachta indica*, nucleopolyhedrovirus and chlorantraniliprole singly or combined against field populations for *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, Chillán, p. 53-61, 2012.

WALDBAUER, G. P. The consumption and utilization of food by insects. *Advances in Insect Physiology*, London, v. 5, p. 229–288, 1968.

WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). *Journal of the Shandong Agricultural University*, Taian, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.

WHITTAKER, R. H. The biochemical ecology of higher plants. In: SONDHEIMER, E. SIMEONE, J. B. *Chemical Ecology*, New York, Academic Press, 1972, p. 43-70

XIA, J. Y. Status and management of insecticide resistance of cotton insect pests in China (Mainland). *ICAC Rec.*, S.I., v. 9, p. 10-14, 1993.

YU, H. L.; YUN, H. L.; KONG-MING, W. Risk assessment and ecological effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* crops on nontarget organisms. *Journal of Integrative Plant Biology*, East Anglia, v. 53, p. 520-538, 2011.

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.

ZHOU, X.; COLL, M.; APPLEBAUM, S. W. Effect of temperature and photoperiod on juvenile hormone biosynthesis and sexual maturation in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*: implications for life history traits. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, Oxford, v. 30, p. 863-868, 2000.