

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE HELIOTHINAE E
CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Clérison Régis Perini

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE HELIOTHINAE E
CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NA CULTURA DA SOJA**

Clérison Régis Perini

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientador: Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Perini, Clérison Régis
IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE HELIOTHINAE E CONTROLE DE
Helicoverpa armigera (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA
DA SOJA / Clérison Régis Perini.-2015.
68 p.; 30cm

Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, RS, 2015

1. Helicoverpa armigera 2. Taxonomia de Heliothinae
3. Tíbia 4. Manejo de pragas 5. Inseticida químico e
biológico I. Guedes, Jerson Vanderlei Carús II. Título.

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a **Clérison Régis Perini**. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor

Endereço: Linha Primeiro de Março, Interior do Município de Porto Lucena, RS, Brasil

CEP: 98.980-000

Fone (55) 9921 2070; E-mail: periniagro@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES DE HELIOTHINAE E CONTROLE
DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA CULTURA
DA SOJA**

elaborada por
Clérison Régis Perini

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Jerson Vanderlei Carús Guedes
(Presidente/Orientador)

Enrique Ariel Castiglioni Rosales
(Universidad de la República Oriental del Uruguay)

Altemir José Mossi
(Universidade Federal da Fronteira Sul)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por todas as realizações conquistadas.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA UFSM pelo auxílio estudantil e pela oportunidade de estudar em uma das melhores instituições do país.

À COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao Professor JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES pela orientação, ensinamentos, paciência, confiança e amizade dedicada durante estes anos de trabalho.

Ao Dr. ANDRÉS ORDONEZ ÂNGULO pela ajuda e orientação no desenvolvimento da chave de identificação de Heliiothinae.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária ANGELITA MARTINS, MARIZETE POZZOBON, FIORAVANTE AMARAL, FERNANDO GNOCATTO, JORGE ANTONIO SILVEIRA FRANÇA e GUSTAVO UGALDE pelo apoio em prol deste trabalho.

Aos grandes amigos e colegas JONAS ANDRÉ ARNEMANN e ADRIANO ARRUÉ MELO pelos seus ensinamentos, camaradagem e colaboração através de suas experiências e conhecimentos.

Aos colegas de pós-graduação AFFONSO HERMETO JUNG, FÁBIO LUCAS IZAGUIRRE MARTINS, GLAUBER RENATO STURMER, JANINE PALMA, JULIO CESAR LENGELER BARBOSA, LUIS EDUARDO CUTIOLETTI, DEIVID ARAUJO MAGANO, MAIQUEL PIZZUTI PES, REGIS FELIPE STACKE, RODRIGO TASCHE TO MACHADO, pela amizade e auxílio.

Aos colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP), ALESSANDRO FIORENTINI, BRUNO RUVIARO TOMAZI, BRUNO GIACOMINI SARI, CRISTIANO DE CARLI, CLEITON WARTHA, DANIELE AGUIAR, DARLEI MÜNCHEN BAMBERG, EDUARDO BORTOLUZI, ERICMAR AVILA DOS SANTOS, FREDERICO HICKMANN, GREISSI GIRALDI, GUSTAVO ENGEL, IVAIR VALMORBIDA, IURI STRAGLIOTTO, LEONARDO MOREIRA BURTET, LUCAS DA SILVA STEFANELO, LUIS EDUARDO CURIIOLETTI, MAICON MACHADO, MIRIAN BARBIERI, MOISÉS BOSCHETTI, NATALIE FELTRIN, REGINA STACKE, REGIS

FELIPE STACKE, THAÍSA BASSO e THIAGO STRAHL, que de alguma forma auxiliaram na realização desse trabalho.

Aos produtores TARCÍSIO TONIASSO, e JOSÉ FLORES proprietários das lavouras de soja de Restinga Seca e Santa Maria, onde foram conduzidos os experimentos.

Sincero e especial agradecimento a minha namorada e companheira DAYANNA do NASCIMENTO MACHADO, pelo apoio durante a construção deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, NERCI JOSÉ PERINI e SELMIRA DEUSCHLER PERINI, pela motivação, compreensão, apoio incondicional, educação, ensinamentos, carinho e oportunidade proporcionada.

Agradeço às minhas irmãs CARLA ADRIANE PERINI e GLÁDIS ANDRÉIA PERINI MONTINI, pelo incentivo, apoio, e toda ajuda e carinho proporcionada ao longo dos anos.

Um muito obrigado aos meus Avôs EDUARDO PERINI (*in memoriam*) e LAURO DEUSCHLER pelos exemplos de vida, educação e força transmitida.

DEDICO

Dedico essa obra ao

Meu querido avô (“Lauro”)

LAURO DEUSCHLE

OFEREÇO

Aos Meus amados pais, NERCI e SELMIRA,

Minhas irmãs CARLA, GLADIS, Meu padrinho CLÉU e Minha madrinha

CLAUDETE.

“Experiência não é o que acontece com um homem; é o que um homem faz com o que lhe acontece.”

Aldous Huxley

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Pernas de <i>H. gelotopoeon</i> (A), <i>H. zea</i> (B) e <i>H. armigera</i> (C) com escamas e pêlos (aumento de 25 X).....	29
Figura 2– Pernas de <i>H. gelotopoeon</i> (A), <i>H. zea</i> (B) e <i>H. armigera</i> (C) com medições.....	29
Figura 3– Perna direita de <i>H. armigera</i> (A); Perna direita de <i>H. zea</i> (B).....	31
Figura 4– Vesica do edeago evertida com detalhe dos divertículos na base da vesica de (A) <i>H. gelotopoeon</i> , (B) <i>H. zea</i> e (C) <i>H. armigera</i>	34
Figura 5– Mortalidade de lagartas de <i>H. armigera</i> após aplicação dos inseticidas químicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.....	51
Figura 6 – Mortalidade de lagartas de <i>H. armigera</i> após aplicação dos inseticidas biológicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Chave pictórica de espécies de Heliiothinae de interesse agrícola no Brasil.	30
Tabela 2 – Número de lagartas de <i>H. armigera</i> e eficiência agronômica nos tratamentos com inseticidas químicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.	44
Tabela 3 – Número de lagartas grandes e pequenas de <i>H. armigera</i> e eficiência agronômica nos tratamentos com inseticidas biológicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.	46
Tabela 4 – Rendimento da soja e retorno econômico nos tratamentos com inseticidas químicos no controle de <i>H. armigera</i> . Brasil. Safra 2013/14.	49
Tabela 5 – Rendimento da soja e retorno econômico nos tratamentos com inseticidas biológicos no controle de <i>H. armigera</i> . Brasil. Safra 2013/14.	50
Tabela 6 – Nível de Controle para cada inseticida químico e biológico. Brasil. Safra 2013/14.	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Taxonomia da subfamília Heliiothinae	15
1.2 Manejo de <i>Helicoverpa armigera</i>	17
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
3 ARTIGO 1	23
Chave pictórica de espécies de Heliiothinae (Lepidoptera: Noctuidae) de interesse agrícola no Brasil, com ênfase em novos caracteres morfológicos	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
3.1 INTRODUÇÃO	25
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.3 RESULTADOS	27
3.1.1 Caracterização das espécies de Heliiothinae de interesse agrícola no Brasil	27
3.4 DISCUSSÃO	31
3.5 CONCLUSÃO	35
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
4 ARTIGO 2	38
Controle químico e biológico de <i>Helicoverpa armigera</i> na cultura da soja no Brasil	38
RESUMO	38
ABSTRACT	39
4.1 INTRODUÇÃO	40
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	41
4.3 RESULTADOS	43
4.3.1 Experimento de controle químico	43
4.3.2 Experimento de controle biológico	45

4.3.3 Rendimento da soja nos tratamentos químicos e biológicos.....	47
4.4 DISCUSSÃO.....	51
4.4.1 Experimento de controle químico.....	51
4.4.2 Experimento de controle biológico.....	54
4.4.3 Nível de Controle por tratamento químico e biológico	56
4.5 CONCLUSÃO	58
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
5 DISCUSSÃO.....	64
6 CONCLUSÃO	65
7 ANEXOS	66

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) atualmente é a cultura agrícola mais importante e mais cultivada no Brasil com 30,17 milhões de hectares na safra 2013/14, chegando muito próximo da área cultivada nos Estados Unidos, que foi de 31,03 milhões de hectares (CONAB, 2014; USDA, 2014). A expectativa de semeadura na safra 2014/15, no Brasil é de um aumento em 2,3 a 5,1%, em relação a safra passada. A produtividade também vem aumentando e espera-se um incremento de 1,4% para a próxima safra, que juntamente com aumento da área plantada deverá possibilitar produções recordes anuais (CONAB, 2014).

Uma das limitações ao aumento da produtividade da soja são as pragas, tais como, insetos de solo, besouros, percevejos, lagartas e ácaros. O estabelecimento destas pragas está essencialmente relacionado à grande disponibilidade de soja de norte a sul do Brasil. Insetos da ordem Lepidoptera são favorecidos por este ambiente de cultivo no Brasil e podem ser consideradas às principais pragas na cultura da soja, podendo atacar as plântulas, hastes, folhas, flores e legumes.

No Brasil ocorrem 71 espécies de lepidópteros, divididas em 22 subfamílias de nove famílias e seis superfamílias (FORMENTINI, 2009). A família Noctuidae possui algumas das pragas mais importantes da soja no Brasil, entre elas, a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), a lagarta-falsa-medideira, *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858), a lagarta-das-maçãs, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), a lagarta helicoverpa, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808), e as lagartas do gênero *Spodoptera*, tais como *S. frugiperda* (Smith, 1797), *S. cosmioides* (Walker, 1858) e *S. eridania* (Cramer, 1782).

As espécies de Heliiothinae, *H. armigera*, *H. zea* (Boddie, 1850) e *H. virescens*, atingiram o status de pragas mais importantes na agricultura mundial, embora outras 80 espécies sejam reconhecidas nestes gêneros (FITT, 1989). As espécies de *H. armigera* e *H. assulta* (Guenée, 1852) são importantes no velho mundo, *H. zea* e *H. virescens* na América do Sul e América do Norte (HARDWICK, 1965; FITT, 1989), e *Helicoverpa gelotopoeon* (Dyar, 1921) na América do Sul (TODD, 1955).

H. virescens e *H. zea* têm sido reportadas, respectivamente, em 27 e 29 famílias, incluindo Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae, Solanaceae, Convolvulaceae, Scrophulariaceae, Rosaceae e Poaceae, e 179 e 123 espécies de plantas, respectivamente (KOGAN et al., 1989, BLANCO et al., 2007). Segundo Cunningham e Zalucki (2014), em revisão do número de plantas hospedeiras de *H. armigera* nos países da Austrália, China, Índia, Uganda, Sudão,

Espanha e França, esta lagarta já foi relatada em 35 famílias e 130 espécies de plantas, predominantemente em culturas agrícolas, incluindo as famílias Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae, Solanaceae e Brassicaceae.

Os danos que estas espécies ocasionam na agricultura ultrapassam dois bilhões de dólares por ano, especialmente em função de *H. armigera* (QUEIROZ et al., 2013). Porém, há autores que estimam perdas globais muito maiores, chegando a cinco bilhões de dólares anualmente apenas com *H. armigera* (SHARMA, 2001). Na região dos trópicos do semi-áridos da Europa a perda anual causada por *H. armigera* supera 2 bilhões de dólares (SHARMA et al., 2008). No Paquistão, esta lagarta provoca perdas entre 32% a 35% em culturas frutíferas (LATIF et al., 1997) e 53% na cultura do tomate (INAYATULLAH, 2007).

A *H. armigera*, desde que teve seu primeiro registro de ocorrência no continente Americano, mais especificamente no Brasil (CZEPAK et al., 2013), tem ocasionado perdas significativas em diversas culturas. A polifagia desta praga é uma característica comportamental que põe em risco e alerta a agricultura brasileira; estando esta capacidade polífaga relacionada à quantidade e à diversidade de proteinases presentes no aparelho digestivo do inseto para degradar os alimentos ingeridos (PATANKAR et al., 2001).

Outra característica de um inseto-praga é a sua capacidade migratória, que está atrelada às condições do local, seja para reprodução com fonte de alimento para os adultos e para as larvas, pelas condições meteorológicas propícias ou pela disponibilidade de culturas vizinhas alternativas e hospedeiros silvestres (FITT, 1989). Segundo os autores Farrow e Daly (1987) o ranking decrescente de atividade migratória destas espécies é *H. punctigera* (Wallengren, 1860) > *H. zea* > *H. virescens* > *H. armigera*.

A facilidade das mariposas de *H. armigera* migrarem em longas distâncias favoreceu a rápida dispersão na América do Sul, após o seu primeiro registro de ocorrência no Brasil na safra 2012/2013. Os países vizinhos do Brasil, Paraguai (SENAVE, 2013), Argentina (MURÚA et al., 2014) e Uruguai (CASTIGLIONI et al., 2015) (em preparação), registraram a ocorrência de *H. armigera* nas culturas da soja, algodão, milho, trigo, canola, e grão-de-bico. Isso indica que essa praga ultrapassou as divisas entre países pondo em risco mais de 50 milhões de hectares da agricultura brasileira (GUEDES et al., 2014).

1.1 Taxonomia da subfamília Heliothinae

Em todo o mundo ocorrem ao redor de 365 espécies de Heliothinae, sendo que as lagartas alimentam-se predominantemente de estruturas reprodutivas das plantas, tais como flores e frutos (ZALUCKI et al., 1986; CHO et al., 2008). Dentre estas, *H. zea* e *H. armigera* eram consideradas coespecíficas como *Heliothis armigera* (GROTE, 1863) e eram incluídas em *Heliothis oschenheimer* (POGUE, 2004).

Um dos primeiros estudos de taxonomia de Heliothinae foi realizado por Common (1953), em que descreveu o gênero *Heliothis* com os caracteres do aparelho genital do macho e da fêmea, e separou a espécie endêmica da Austrália a *H. punctigera*, de *H. armigera*, além de descrever a genitália de *H. assulta*. Este autor reconheceu que a espécie de *Heliothis* do Novo Mundo era diferente da *H. armigera* do Velho Mundo e sugeriu que *H. umbrosus*, citado por Grote (1863), poderia ser a espécie do Novo Mundo. Posteriormente, Todd (1955), determinou também por caracteres da genitália que haviam duas espécies importantes na América do Sul, *H. gelotopoeon* e *H. zea*. Este mesmo autor relatou que a espécie *H. zea* já havia sido citada como *H. umbrosus*, por autores anteriores.

Nos Estados Unidos Zimmerman e Fletecher (1956) identificaram *H. hawaiiensis* e *H. zea* presentes no Hawaii. Assim, até então, tinha-se seis espécies identificadas no grupo da lagarta-da-espiga: a lagarta do Novo Mundo, *H. zea*, a lagarta da América do Sul, *H. gelotopoeon*, as lagartas do Velho Mundo, *H. armigera* e *H. assulta*, a lagarta australiana, *H. punctigera* e a lagarta do Hawaii, *H. hawaiiensis* (HARDWICK, 1965).

Após as citações de espécies coespecíficas e homônimas, os nomes das espécies *H. armigera*, *H. obsoleta*, e *H. umbrosus*, na literatura antiga, podem ser referidas como *H. zea*, se a origem é do Novo Mundo, e *H. armigera* ou *H. obsoleta*, se a origem é do Velho Mundo (POGUE, 2004). Hardwick (1965) publicou uma chave de identificação detalhada de larvas e de adultos, descrevendo 11 novas espécies e duas novas subespécies do gênero *Helicoverpa*, em que estabeleceu *Helicoverpa* como um novo gênero, distinto de *Heliothis*. Esse autor utilizou os caracteres morfológicos das asas, pernas e dos órgãos genitais masculino e feminino das mariposas, para caracterização de novas e já descritas espécies.

Nesta mesma obra, Hardwick separou as espécies e subespécies de *Helicoverpa* em grupos com caracteres morfológicos semelhantes, principalmente da genitália masculina. O grupo *Punctigera* com a espécie *H. punctigera*; o grupo *Gelotopoeon* com as espécies *H. bractea* (Hardwick, 1965), *H. titicacae* (Hardwick, 1965), *H. gelotopoeon*, *H. atacamae* (Hardwick, 1965); o grupo *Hawaiiensis* com as espécies *H. hawaiiensis* (Quaintance e Brues,

1905) e *H. pallida* (Hardwick, 1965); o grupo *Armigera* com as espécies *H. armigera* e *H. helenae* (Hardwick, 1965), e as subespécies *H. armigera armigera*, *H. armigera conferta* (Walker, 1857) e *H. armigera commoni* (Hardwick, 1965), e por fim, o grupo *Zea* com as espécies *H. zea*, *H. confusa* (Hardwick, 1965), *H. minuta* (Hardwick, 1965), *H. pacifica* (Hardwick, 1965), *H. assulta*, *H. toddi* (Hardwick, 1965), *H. fletcheri* (Hardwick, 1965) e *H. tibetensis* (Hardwick, 1965), e as subespécies *H. assulta assulta* e *H. assulta afra* (Hardwick, 1965).

Um dos principais caracteres de identificação das espécies de *Helicoverpa* é a forma e o número de divertículos na base da vesica do edeago. Este caractere foi identificado após Hardwick (1965) utilizar-se da metodologia de everter a vesica, a qual não foi empregada pelos autores anteriores, que publicaram as descrições e desenhos do edeago em sua forma natural. Esse foi um marco importante na taxonomia de Heliothinae sanando as dúvidas taxonômicas históricas dos autores anteriores.

O primeiro registro de ocorrência da espécie *H. armigera* no Brasil foi com base na identificação morfológica do órgão genital masculino dos insetos adultos (CZEPAK et al., 2013). Além da identificação morfológica, a identificação molecular, pela análise da sequência dos genes mitocondriais, também é utilizada para confirmação da espécie, conforme Specht et al (2013).

Entre essas espécies do gênero *Helicoverpa* há poucas características morfológicas que permitem separá-las e que são significantes, porém geralmente possuem frequência variável (PASSOA, 2007). *H. armigera* e *H. zea* são muito próximas genética e morfológicamente (BEHERE et al., 2007), compartilhando muitas características biológicas (SPECHT, 2014). A separação entre estas duas espécies é realizada até o momento, apenas com a morfologia interna do órgão genital do macho.

A identificação dos imaturos é difícil e incerta e a identificação dos adultos de *Helicoverpa* é onerosa, com mão-de-obra e tempo despendido. Dessa maneira, é importante que se encontre outros caracteres de identificação, além dos da genitália, levando em consideração todos os tagmas (cabeça, tórax e abdome), incluindo os órgãos e apêndices, tais como, antenas, palpos, pernas e asas (SPECHT, 2014).

1.2 Manejo de *Helicoverpa armigera*

A *H. armigera* está amplamente distribuída na Europa, África, Ásia e Austrália e mais recentemente na América do Sul, onde ocasiona severos danos em várias espécies de plantas cultivadas. Além das perdas que esta lagarta acarreta nas culturas, o custo para o seu controle é elevado, sendo que grande parte dos inseticidas são aplicados para o controle de *H. armigera*.

Segundo Sharma et al (2008), o custo da aplicação de inseticidas para o controle de *H. armigera* na região dos trópicos do semi-áridos da Europa, é de 500 milhões de dólares. Porém, há alguns países que esta realidade é ainda mais grave, como no Paquistão, onde 80% do total de inseticidas são usados para controlar esta praga (SHAHEEN, 2008). A gravidade da ocorrência de *H. armigera* no Brasil pode ser avaliada segundo o levantamento da Secretaria da Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal (SDA/DSV), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o qual a lagarta *H. armigera* provocou mais de 10 bilhões de reais em danos, principalmente em soja, milho e algodão, nos últimos dois anos no Brasil, e aumentou o custo de produção com os defensivos em 30%, chegando ao custo de R\$ 374,00 por hectare (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2015).

A composição das espécies de lepidópteros-praga que atacam a cultura da soja se alterou com a entrada da *H. armigera*, o que resultou em modificações no manejo realizado na cultura, por ser uma praga que ocasiona danos significativamente maiores do que as demais lagartas desfolhadoras que ocorrem em soja. Para combater a *H. armigera* no Brasil, o MAPA, juntamente com a EMBRAPA, posicionaram ações emergenciais para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. Entre as ações estão os inseticidas químicos e biológicos, devendo ser utilizados na seguinte ordem de preferência para o menor impacto aos inimigos naturais e polinizadores: 1) inseticidas biológicos ou liberação de inimigos naturais devidamente registrados; 2) inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos; 3) inseticidas dos grupos das diamidas ou espinosinas; 4) inseticidas bloqueadores de Na; 5) inseticidas do grupo das avermectinas; 6) inseticidas do grupo dos carbamatos (MAPA, 2015).

Dentre os inseticidas biológicos estão os produtos à base de *Bacillus thuringiensis* e Baculovirus, o qual pertence a família Baculoviridae e o gênero Alphabaculovirus (Vírus de Poliedrose Nuclear - NPV). Ambos inseticidas, após a ingestão causam patogenicidade em lepidópteros, porém, os baculovírus possuem ação específica na espécie ou gênero. Estes

produtos possuem algumas limitações, desde a fabricação, distribuição e aplicação pelo produtor, necessitando que sejam realizados estudos detalhados para avaliar o efeito destes inseticidas sobre as populações de *H. armigera* do Brasil.

Por outro lado, a aplicação com os inseticidas químicos é a forma de controle mais utilizada e disponível para o produtor no Brasil. Em outros países, como China, Índia, Paquistão e Austrália, há inúmeras informações com relação aos inseticidas químicos usados no controle de *H. armigera*, que servem de base para a utilização nas condições brasileiras, segundo revisão realizada por Guedes et al (2013). A falta de informações sobre o controle dos inseticidas com liberação emergencial e demais inseticidas, também é um dos principais desafios da pesquisa no Brasil, visto que os estudos ainda se encontram em fase de desenvolvimento e com dificuldades de serem conduzidos.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHERE, G. T.; TAY, W. T.; RUSSEL, D. A.; HECKEL, D. G.; APPLETON, B. R.; KRANTHI, K. R.; BATTERHAM, P. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. **BMC Evolutionary Biology**, v. 7, p. 1- 10, 2007.

BLANCO, C. A.; TERÁN-VARGAS, A. P.; LÓPEZ JR., J. D.; KAUFFMAN, J. V.; WEI, X. Densities of *Heliothis virescens* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in three plant hosts. **Florida Entomologist**, v. 90, n. 4, p. 742-750, 2007.

CHO, S.; MITCHELL, C. MITTER, J. REGIER, M. MATTHEWS; R. ROBERTSON. Molecular phylogenetics of heliothine moths (Lepidoptera: Noctuidae: Heliethinae), with comments on the evolution of host range and pest status. **Systematic Entomology**, n. 33, p. 581-594, 2008.

COMMON, I. F. B. The Australian species of *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) and their pest status. **Australian Journal of Zoology**, v. 1, n. 3, p.319-344, 1953.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Segundo Levantamento**, novembro/2014, v. 1, n. 1, Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_11_13_09_19_35_boletim_graos_novembro_2014.pdf>. Acesso em: 19 nov 2014.

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

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

DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Ministério da agricultura avalia impactos de pragas nas lavouras**. Minas Gerais, 2015. Disponível em: <http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?tit=ministerio_da_agricultura_avalia_impactos_de_pragas_nas_lavouras&id=147140>. Acesso em: 10 jan. 2015.

FARROW, R. A.; DALY, J. C. Long-range movements as an adaptive strategy in the genus *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae); a review of its occurrence and detection in four pest species. *Australian Journal of Zoology*, v. 35, p. 1-24, 1987.

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

FORMENTINI, A. C. 2009. **Lepidópteros associados à cultura da soja: diversidade e parasitismo natural por insetos e fungos entomopatogênicos**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2009.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; PERINI, C. R.; MELO, A. A.; RÖHRIG, A.; STACKE, R. F.; MACHADO, M. R. R. *Helicoverpa armigera*: da invasão ao manejo na soja. *Revista Plantio Direto*, Ano 23, ed. 137/138, p. 24-35, 2013.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; PERINI, C. R.; MELO, A. A. *Helicoverpa* veio para ficar e devorar. *Revista A Granja*, ed. 792, p. 47-49, 2014.

GROTE, A. R. Additions to the catalogue of U.S. Lepidoptera. In: **Proceedings of the Entomological Society of Philadelphia**. v. 1, The Society, 1863. p. 218-219.

HARDWICK, D. F. **The corn earworm complex**. Ottawa: Entomological Society of Canada, 1965. 247 p.

INAYATULLAH, M. Biological control of tomato fruitworm (*Helicoverpa armigera*) using egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) and *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae: Neuroptera). First Annual Technical Report. Peshawar: HEC Funded Project, 2007. p. 1-82.

KOGAN, M.; HELM, C. G.; KOGAN, J.; BREWER, E. Distribution and economic importance of *Heliothis virescens* and *Heliothis zea* in North, Central and South America and of their natural enemies and host plants. In: KING, E. G.; JACKSON, R. D. (eds.), **Proceedings of the Workshop on Biological Control of Heliothis: Increasing the effectiveness of natural enemies**. New Delhi: Far Eastern Regional Research Services, India. 1989. p. 241-298.

LATIF, M.; AHEER, G. M.; SAEED, M. Quantitative losses in tomato fruits by *Helicoverpa armigera* Hb. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGICAL SCIENTISTS, 3., 1977, Islamabad, **Anais...** Islamabad, 1997. n. PM-9, 95p.

EMBRAPA. Ações emergenciais propostas pela EMBRAPA para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Manejo-Helicoverpa%20%282%29.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2015.

MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F. R.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

PASSOA, S. Identification guide to larval Heliiothinae (Lepidoptera: Noctuidae) of quarantine significance. **USDN APHIS/PPQ**, The Ohio State University, Ohio, 2007, p. 26. Disponível em: <<https://caps.ceris.purdue.edu/dmm/109>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

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**, v. 15, n. 31, p. 453-464, 2001.

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

QUEIROZ, P. R. M.; QUEIROZ, É. S. M.; SOARES, C. M.; SCOZ, L. B.; THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; MONNERAT, R. G. **Identificação molecular de *Helicoverpa armigera*: tecnologia a serviço dos cotonicultores de Mato Grosso**. Instituto Mato-Grossense do algodão: n. 6, 2013. 4 p. (CIRCULAR TÉCNICA, 6).

SENAVE. Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola. **ABC Color**, Edición Impresa, 17 out. 2013. Disponível em: <<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

SHAHEEN, N. Is organic farming suitable solution for Pakistan. **SDPI Research e News Bulletin**, n. 15, p. 78-81, 2008.

SHARMA, H. C. Cotton bollworm/legume pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Noctuidae: Lepidoptera): biology and management. Wallingford: **Crop Protection Compendium**, 2001, 70 p.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis* $\delta\delta$ - endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid *Campoletis chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 126, n.1, p. 1-8, 2008.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; MORAES, S. V. P.; 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.

SPECHT, A. *Helicoverpa armigera* (Hübner) x *H. zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliethinae): entendendo a diferenciação taxonômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia. Anais eletrônicos... Goiânia: EMBRAPA/UFG, 2014. Disponível em: <http://www.cbe2014.com.br/anais/arquivos/Alexandre_Specht.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2014.

TODD, E. L. The distribution and nomenclature of the corn earworm. *Journal of Economic Entomology*, v. 48, n. 5, p. 600-603, 1955.

USDA. National Agricultural Statistics Service, Crop Production and Grain Stocks and U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau, Foreign Trade Statistics. 2014.

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

ZIMMERMAN, E. C.; FLETCHER, D. S. *Heliothis* in Hawaii (Lepidoptera: Phalaenidae). **Proceedings, Hawaiian Entomological Society**, v. 16, n. 1, 1956.

3 ARTIGO 1

Chave pictórica de espécies de Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae) de interesse agrícola no Brasil, com ênfase em novos caracteres morfológicos

RESUMO

Foram utilizados 15 exemplares adultos de *Helicoverpa zea* (Boddie), *H. armigera* (Hübner), *H. gelotopoeon* (Dyar) e *Heliothis virescens* (Fabricius). Nestes exemplares se examinou as asas anteriores e posteriores e o primeiro par de pernas, com ênfase na tíbia e na epífise. Foi agregado caracteres da genitália masculina próprios de cada espécie e ainda se apresenta complementos com imagens. Se apresenta uma chave pictórica com caracteres visíveis a uma lupa de mão, com pelo menos 10 vezes de aumento. A tíbia foi um caractere que resultou ser útil para separar os machos das espécies morfológicamente muito próximas. A chave pode ser utilizada para por técnicos em campo ou laboratório para identificar mariposas macho capturadas em armadilhas de feromônio sexual, visando o manejo precoce na lavoura.

Palavras-chave: *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea*, tíbia, epífise, identificação, taxonomia de Heliothinae.

Pictorial key of Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae) species of agricultural interest in Brazil, with emphasis on new morphological characters

ABSTRACT

Were used adult samples of *Helicoverpa zea* (Boddie), *H. armigera* (Hübner), *H. gelotopoeon* (Dyar) and *Heliothis virescens* (Fabricius) from Brazil. On these samples were considered the front and rear wings and the first pair of legs with emphasis on the tibia and epiphysis. Were aggregate characters of male genitalia own of each species and another part of the key appears supplemented with images. A pictorial key with characters visible with hand lens with at least 10 times increase is presented. The tibia was a character that turned out to be useful to separate males of closely related species morphologically. Also examined the genitalia of male and female. The key can be used to crop or laboratory technician to identify male moths caught in pheromone trap, aiming for an early crop management.

Palavras-chave: *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea*, tibia, epifise, identification, taxonomy.

3.1 INTRODUÇÃO

Entre as espécies da subfamília Heliothinae de importância agrícola no Brasil se destacam *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808), *H. zea* (Boddie, 1850), *H. gelotopoeon* (Dyar, 1921) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), que estão incluídas dentro dos gêneros mais numerosos desta subfamília (FITT, 1989; CHO et al., 2008). *H. armigera* era considerada uma praga quarentenária quando houve a confirmação da ocorrência do Brasil nas culturas da soja e algodão (CZEPAK et al., 2013).

Atualmente, esta espécie já foi encontrada nas culturas do milho, feijão, tomate, sorgo, milheto, guandu, trigo, crotalária, girassol, frutíferas e hortaliças (ÁVILA et al., 2013) e nabo (ARNEMANN et al., 2014). Link e Tarragó (1974) constataram a presença de *H. zea* na cultura da soja no Brasil, porém esta espécie é praga-chave na cultura do milho. A ocorrência de *H. gelotopoeon* foi citada por Pastrana (2004), Specht et al (2004) e Formentini (2009) em soja. Na Argentina esta é uma praga importante e de ocorrência esporádica no Brasil. *H. virescens* é uma importante praga do algodão e da soja (TOMQUELSKI; MARUYAMA, 2009).

A separação dos gêneros *Helicoverpa* e *Heliothis* é um passo fundamental para o manejo de pragas da soja, principalmente em função da variação da tolerância das espécies destes gêneros aos inseticidas, bem como diferentes intensidades de danos que ocasionam em soja. A separação entre estes gêneros é possível tanto na fase de larva quanto adulta. Contudo, a morfologia externa de todas as fases do ciclo biológico (ovo, larva, pupa e adulto) do gênero *Helicoverpa*, são muito semelhantes, o que dificulta a identificação precisa a olho nu (QUEIROZ et al., 2013), principalmente a separação entre *H. zea* e *H. armigera* que são morfológica e geneticamente próximas (BEHERE et al., 2007; TAY et al., 2013).

As pernas destas mariposas possuem diferenças entre as espécies, sendo que algumas características já foram detalhadas, como por exemplo, os espinhos na tíbia do primeiro par de pernas, em número, tamanho e localização. As espécies da subfamília Heliothinae caracterizam-se por apresentar marcadamente espinhos apicais assimétricos na parte anterior da tíbia, e um dos espinhos frequentemente apresenta uma vez e meia, ou mais, o comprimento do espinho lateral (FAUSKE, 2007). Todd (1955) descreveu a localização e o número de espinhos na porção anterior da tíbia de *H. gelotopoeon* e *H. zea*, no entanto, não houve a representação com imagens ou desenhos. Hardwick (1965) descreveu algumas espécies de *Helicoverpa* utilizando a morfologia externa para caracterizar as asas e pernas, e a morfologia interna para a descrição das genitálias dos adultos.

A identificação considerada precisa é realizada por meio da análise da morfologia dos órgãos genitais das mariposas (HARDWICK, 1965; POGUE, 2004), ou por meio de métodos de biologia molecular e eletroforese com marcadores moleculares (SPECHT et al., 2013), que são realizadas exclusivamente em laboratório. Ambas metodologias possuem um custo elevado de equipamentos e reagentes, e requerem tempo e treinamento não sendo acessíveis para utilização em campo. O trabalho dos técnicos nas vistorias em lavouras necessita de identificação rápida, prática e com equipamentos de mão, como lupas e pequenos manuais ilustrados.

O objetivo do trabalho é apresentar uma chave pictórica para a identificação de espécies de Heliothinae de importância agrícola no Brasil, *H. zea* e *H. armigera*, utilizando novos caracteres morfológicos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os insetos adultos de *H. armigera* e *H. gelotopoeon* foram obtidos da criação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da Universidade Federal de Santa Maria. Os exemplares adultos de *H. virescens* foram cedidos pela empresa Dupont de Paulínea - SP. Para a obtenção dos exemplares de *H. zea*, foram coletadas lagartas na cultura do milho e criadas em laboratório (LabMIP) até a emergência dos adultos.

Foram utilizados 15 insetos adultos (machos e fêmeas) de *H. zea*, *H. armigera*, *H. gelotopoeon* e *H. virescens*, para a caracterização das espécies. Os aspectos morfológicos das asas anteriores e posteriores, do primeiro par de pernas e das genitálias dos machos e das fêmeas foram analisados.

Para a confirmação da espécie, foi empregada a metodologia de identificação descrita por Hardwick (1965) e Pogue (2004). Foi realizada a análise da morfologia da genitália de machos pela remoção do abdome e dissecação das genitálias das mariposas. Assim, os abdomens removidos foram mantidos em frascos de eppendorf (1,5 mL) com solução aquosa de KOH (10%) por 60 minutos sob temperatura controlada de 65°C - Thermomixer (adaptado de BRAMBILLA, 2009). Logo após, a genitália foi dissecada, o edeago removido e a vesícula evertida utilizando seringa de insulina (agulha de 6 mm de comprimento e 0,25 mm de diâmetro) com álcool 70%.

Diante da confirmação das espécies, para descrever os caracteres da tíbia e da epífise propodial, foi removido o primeiro par de pernas das mariposas, que contém a epífise. Em seguida, realizou-se a captura de imagens das pernas, sem tratamento, com um

estereomicroscópio com 25 vezes de aumento e câmera fotográfica digital. Nestas imagens foram analisados o tamanho dos espinhos da tíbia e o comprimento e largura da tíbia, com pêlos e em sua forma natural.

A outra perna foi colocada em solução de KOH (10%) durante 24 horas em temperatura ambiente para limpar as escamas e pêlos, para permitir visualização da epífise; e do local de inserção da epífise na tíbia, além do tamanho, forma e ornamentação da tíbia. Posteriormente, as pernas foram montadas em lâminas para a captura de imagens e medição com o microscópio invertido Axio Vert Zeiss A1 (aumento de 50 vezes). Com o auxílio do programa ZEN[®] foram aferidos o comprimento da epífise e da tíbia, distância do local de inserção da epífise na tíbia a partir da margem posterior da mesma e por fim, a largura da tíbia.

3.3 RESULTADOS

Os caracteres das asas foram úteis para separar as espécies do gênero *Heliiothis* e *Helicoverpa*. Entre as espécies do gênero *Helicoverpa* foi constatado que a tíbia e a epífise (utilizada pelas mariposas para limpar as antenas e a probóscide), possuem diferentes formas, comprimento relativo e ornamentação, o que tornou possível a construção da chave pictórica. Além disso, de posse da análise dos caracteres específicos das genitálias dos machos de cada uma das espécies, foi possível também a sua separação.

3.1.1 Caracterização das espécies de Heliiothinae de interesse agrícola no Brasil

Helicoverpa gelotopoeon (Dyar, 1921) (Figuras 1A e 2A)

Epífise: apresenta comprimento que varia entre 0,66 a 0,67 mm. A margem anterior da epífise apresenta terminação em forma pontiaguda com ornamentação franjada. O local de inserção da epífise para a margem posterior da tíbia, foi entre 0,48 e 0,51 mm.

Tíbia: o comprimento variou de 1,23 a 1,24 mm, e a largura apresentou pouca variação, ficando entre 0,36 a 0,38 mm. É pequena, com o menor tamanho entre as espécies descritas neste trabalho, e relativamente larga. A característica marcante são os espinhos espessos e compridos na lateral da tíbia, assemelhando-se e sendo ainda mais espessos que o maior espinho apical da tíbia de *H. zea* e *H. armigera*.

Espinhos: são visíveis para fora das escamas, com o tamanho crescente da margem posterior para a anterior da tíbia. O número de espinhos varia de quatro a seis, além do espinho terminal, possuindo um a dois espinhos antes da região de inserção da epífise na tíbia.

Vesica: estrutura com pequenos cornutis (espinhos) contínuos, em uma única linha a partir da segunda volta para o ápice e possui entre seis a sete voltas. Um divertículo cônico na base da vesica, dois divertículos intermediários pequenos e um divertículo anterior largo e arredondado.

Helicoverpa zea (Boddie, 1850) (Figuras 1B e 2B)

Epífise: apresenta comprimento que varia entre 0,83 a 0,92 mm. A margem anterior da epífise apresenta terminação em forma de bixel com ornamentação lisa. O local de inserção da epífise para a margem posterior da tíbia ficou entre 0,60 e 0,76 mm.

Tíbia: tem comprimento maior que *H. gelotopoeon* e menor que *H. armigera*, variando entre 1,49 a 1,73 mm e a largura apresentou pouca variação entre 0,40 a 0,47 mm.

Espinhos: o número varia de dois a três, além do espinho terminal, sendo que, é possível visualizar apenas os dois espinhos apicais na tíbia com escamas.

Vesica: possui entre 15 e 17 cornutis largos e de coloração escura espaçados em 11 a 12 voltas da vesica.

Helicoverpa armigera (Hübner, 1805) (Figuras 1C e 2C)

Epífise: o tamanho variou entre 0,95 a 1,06 mm e a margem anterior da epífise termina em forma pontiaguda com ornamentação franjada. O local de inserção da epífise para a margem posterior da tíbia foi de 0,77 a 0,83 mm.

Tíbia: tem comprimento maior que *H. gelotopoeon* e *H. zea*, e não apresentou variação significativa ficando entre 1,82 a 1,88 mm. Por outro lado, a largura da tíbia variou entre 0,35 a 0,41 mm.

Espinhos: o número variou de dois a quatro, com tamanho semelhante ao de *H. zea*. Na tíbia com pêlos é possível visualizar apenas os espinhos apicais.

Vesica: possui menos de 15 cornutis largos e de coloração escura espaçados entre uma volta e outra da vesica.



Figura 1– Pernas de *H. gelotopoeon* (A), *H. zea* (B) e *H. armigera* (C) com escamas e pêlos (aumento de 25 X).

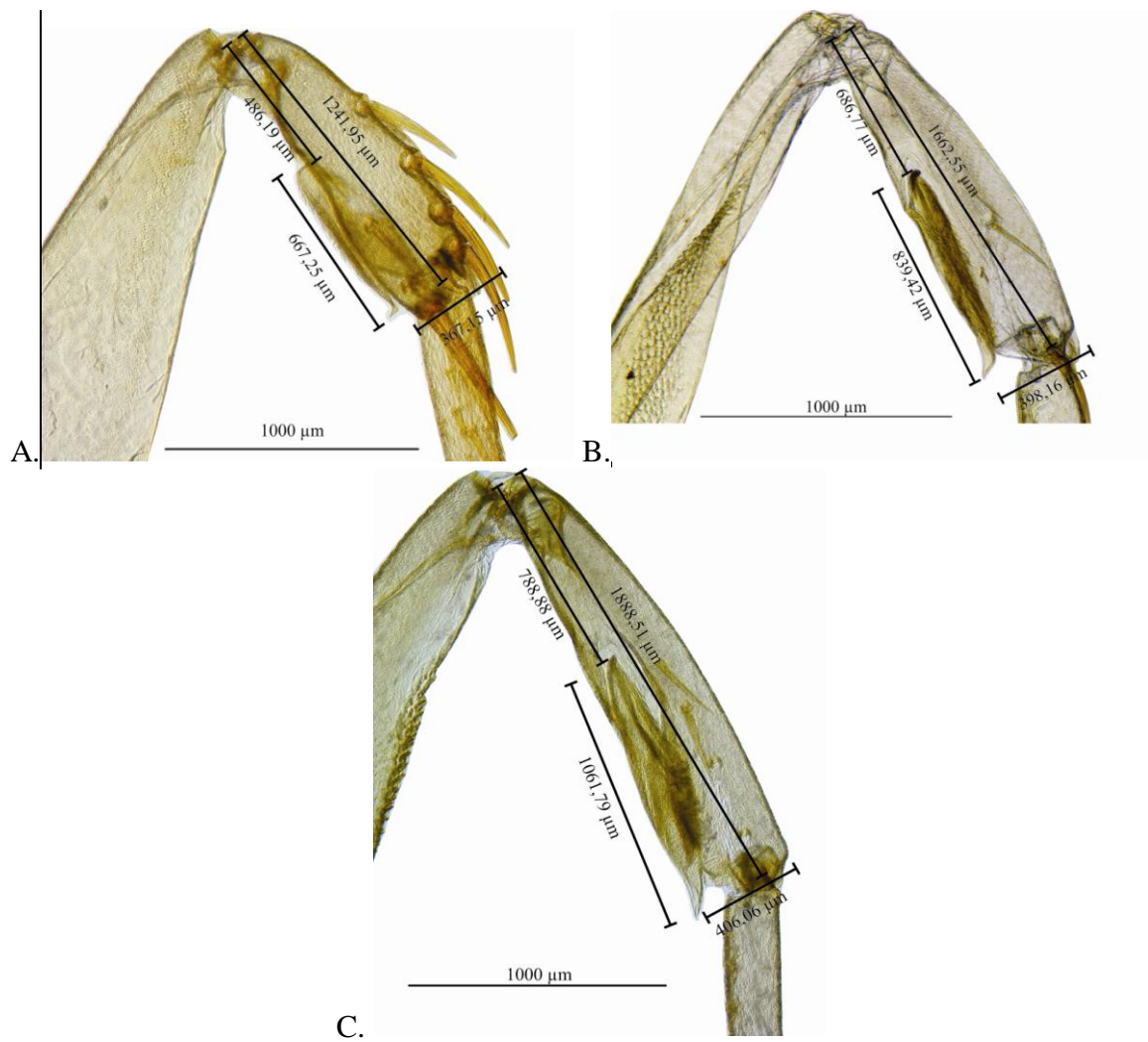


Figura 2– Pernas de *H. gelotopoeon* (A), *H. zea* (B) e *H. armigera* (C) com medições.

Tabela 1 – Chave pictórica de espécies de Heliothinae de interesse agrícola no Brasil.

1.- Asa anterior com três linhas transversais.....	2
1’.- Asa anterior com pontuação escura no centro e sem três linhas transversais.....	3
<hr/>	
2 (1).- A linha transversal mais externa da asa anterior finaliza antes do ápice da asa.....	<i>Heliothis virescens</i> (F.)
2__ A linha transversal mais externa da asa anterior finaliza do ápice da asa.....	<i>Heliothis subflexa</i> (Guenée)
<hr/>	
3 (1’).- Asa posterior com uma borda castanho-escura que continua bruscamente com a cor castanho-claro do resto da asa; face externa da tíbia anterior com 4 a 5 espinhos (além dos espinhos apicais) tíbia anterior com tamanho pequeno, entre $1,23 \pm 0,01$ mm de espessura e espinhos grandes. Fig. 1A e 2A; macho: presença de um amplo e cônico divertículo na base da vesica em direção ao ápice, dois divertículos intermediários pequenos e um divertículo anterior largo e arredondado; vesica com $7,7 \pm 0,6$ voltas helicoidais.....	<i>Helicoverpa gelotopoeon</i> Dyar
3’ (1’).- Asa posterior com uma borda de cor castanho-clara que continua suavemente em degrade no resto da asa de cor castanho-claro de fundo e as vezes impossível separar a borda castanho-escura de uma borda castanho-claro; face externa da tíbia anterior sem espinhos (somente os dois espinhos apicais), somente com algumas setas;.....	4
<hr/>	
4’ (3’).- MACHO: tíbia de tamanho médio, maior que <i>H. gelopoeon</i> e menor que <i>H. armigera</i> , com $1,61 \pm 0,12$ mm e aparentemente mais larga, com inserção da epífise mais próxima a parte posterior da tíbia Fig. 1B e 2B; macho: presença de três divertículos agrupados na base da vesica sendo o intermediário menor que os demais; vesica com $10,5 \pm 0,5$ voltas helicoidais	<i>Helicoverpa zea</i> Boddie
4’’ (3’).- MACHO: tíbia de tamanho grande, maior que <i>H. gelopoeon</i> e <i>H. zea</i> , com $1,84 \pm 0,02$ mm e aparentemente mais fina com inserção da epífise mais distante da parte posterior da tíbia Fig. 1C e 2C ; macho: apresenta dois divertículos simples na base da vesica em lados opostos, sendo um deles aproximadamente três vezes maior que o outro; vesica com 7 a $8 \pm 0,5$ voltas helicoidais.....	<i>Helicoverpa armigera</i>

3.4 DISCUSSÃO

A chave taxonômica foi elaborada visando a identificação de adultos das espécies de Heliothinae de interesse agrícola no Brasil utilizando os principais caracteres morfológicos internos e externos. As características das pernas foram úteis para a separação das espécies do gênero *Helicoverpa*, sendo as diferenças mais destacadas nos machos, e assim, esta chave poderá auxiliar na identificação das mariposas capturadas em armadilhas de feromônio sexual. Com auxílio de lupa de mão com no mínimo 10 vezes de aumento, será possível identificar os caracteres morfológicos presentes nas pernas, permitindo assim, a diferenciação entre as espécies de *H. armigera*, *H. zea* e *H. gelotopoeon*, observando o tamanho da tíbia e os espinhos contidos nas laterais da mesma.

A ordem crescente de tamanho da tíbia foi de *H. gelotopoeon* < *H. zea* < *H. armigera*, sendo o caractere externo mais seguro para a identificação dos machos de *Helicoverpa* em condições de campo, de interesse agrícola no Brasil. A diferença do tamanho da tíbia entre *H. armigera* e *H. zea* é de aproximadamente 0,5 mm, que com uma análise rigorosa no campo pode ser visualizada.

Para confirmar a espécie, por este caractere, é importante ter um treinamento prático com amostras de tíbias de cada espécie, ou uma coleção de referência para comparar a morfologia das espécies conhecidas com os espécimes de amostras a serem identificados. As figuras 3 (A) e 3 (B), em mesma escala, representam as diferenças entre as duas espécies mais próximas morfologicamente, *H. armigera* e *H. zea*.

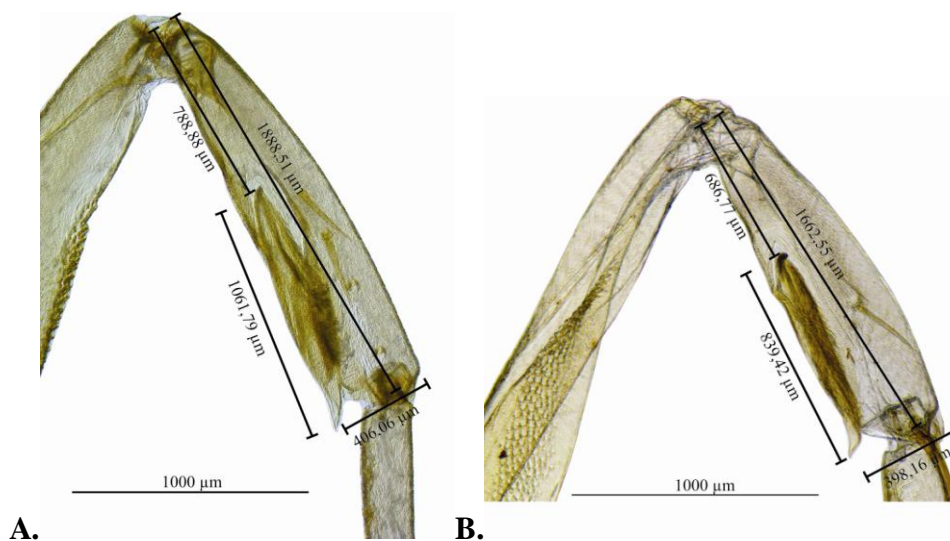


Figura 3– Perna direita de *H. armigera* (A); Perna direita de *H. zea* (B).

Uma das maiores dúvidas na hora da identificação é entre as espécies de *H. armigera* e *H. zea*, que possuem caracteres morfológicos externos semelhantes, inclusive nas pernas, como foi descrito nesse trabalho [Figuras 3 (A) e 3 (B)]. A identificação deste caractere por técnicos, se torna útil no monitoramento de adultos nas lavouras, resultando em maior celeridade e redução dos custos com envio dos espécimes até um laboratório especializado. A posse imediata do resultado da identificação permite a orientação ao produtor e a adoção de medidas para o manejo da espécie praga que está ocorrendo.

Nas mariposas fêmeas o tamanho da tíbia é bastante variável, principalmente em *H. zea*, que possui a tíbia de tamanho similar ao de *H. armigera*, resultando em dúvidas na hora da identificação e confirmação da espécie. Sendo assim, tendo capturado mariposas fêmeas, com armadilha luminosa ou atrativo alimentar, é necessário a remoção do abdômen e dissecação da genitália, seguindo a metodologia descrita anteriormente, para se obter a confirmação da espécie.

Com relação a epífise, *H. gelotopoeon* apresentou o menor comprimento com aproximadamente 0,6 mm, seguida da espécie *H. zea* com 0,86 mm, que é muito semelhante a epífise de *H. armigera*, que possui comprimento aproximado de 1,0 mm. A diferença do tamanho da epífise foi difícil de ser observada com lupa após imersão das pernas em solução de KOH e remoção dos pêlos, necessitando medição de precisão, como realizado neste trabalho. No entanto, quando associada com outro caractere morfológico, como o formato da margem anterior da epífise, auxilia na identificação de adultos da espécie de *Helicoverpa*. Porém, para obter uma identificação precisa deve-se ainda levar em consideração outros caracteres, tais como o tamanho e formato da tíbia.

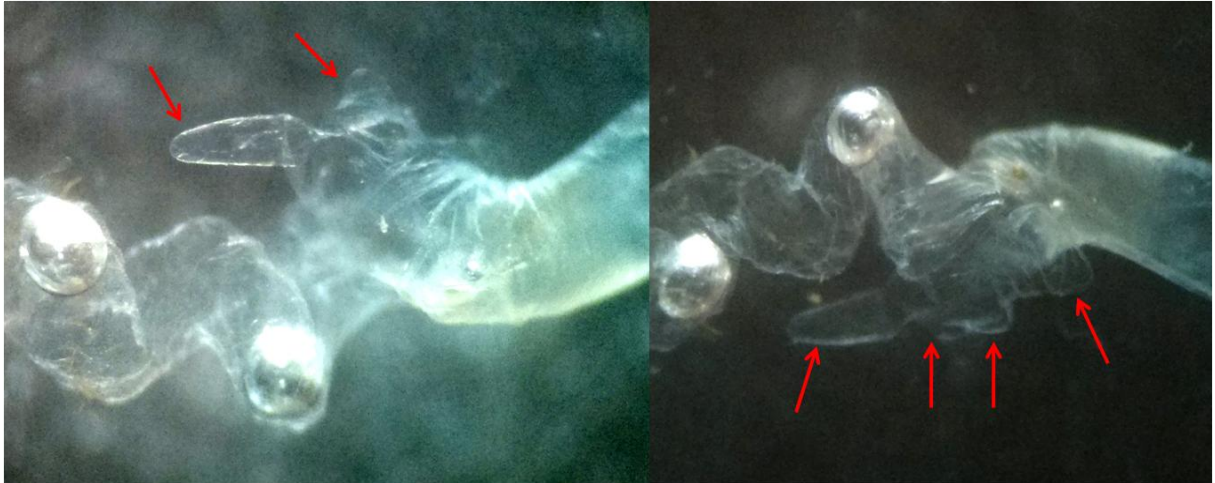
Na região de inserção da epífise, em direção à margem posterior da tíbia em *H. zea*, há um "tufo" de pêlos que proporcionam a falsa impressão da sua continuidade até a região posterior da tíbia (figura 1B). Esta impressão da epífise ser maior é mais evidente em *H. zea* do que em *H. armigera*, e também está relacionada ao menor tamanho da tíbia e menor distância no local de inserção da epífise na tíbia em *H. zea*.

Em uma análise geral das pernas das mariposas, foi possível visualizar a presença de pêlos espessos em forma de escova na superfície inferior do fêmur. Estes pêlos quando removidos deixam o local de origem com perfurações, [Figuras 2 (B) 2 (C)] determinando ser espécies do gênero *Helicoverpa*, ou sem perfurações, para espécie do gênero *Heliothis* (HARDWICK, 1965). No entanto, na espécie *H. gelotopoeon*, as marcas deixadas pela remoção dos pêlos são pouco visíveis [Figura 2 (A)].

Outro caractere analisado foi o número de espinhos na região interna da tíbia do primeiro par de pernas, que variou entre os espécimes da mesma espécie. Todd (1955) descreveu que a espécie de *H. gelotopoeon* pode ser seguramente identificada pela presença de três ou mais espinhos na região externa da tíbia, embora para esta espécie a característica considerada marcante seja o tamanho dos espinhos na tíbia. Neste trabalho se encontrou uma variação entre quatro a seis espinhos em *H. gelotopoeon*. Nos espécimes de *H. zea* analisados, o número de espinhos variou de dois a três, de acordo com o que foi descrito por Hardwick (1965) que obteve média de $3,7 \pm 0,8$ espinhos. Nos adultos da espécie de *H. armigera* o número de espinhos ficou entre dois a quatro, diferente do encontrado por Hardwick (1965) que obteve média de $3,7 \pm 0,8$ espinhos. Ainda se observou maior variação do número de espinhos na região interna da tíbia, comparativamente às descrições de Hardwick (1965) e Todd (1955). Dessa maneira, o número de espinhos pode não ser seguro para análise e identificação, o que diverge, em parte dos resultados encontrados por Todd (1955), que separou as espécies *H. gelotopoeon* e *H. zea* por esta estrutura.

Por fim, se a identificação através das pernas das mariposas for difícil, em campo, será necessário dissecar a genitália dos machos e separar pelo número e forma do divertículos na base da vesica (HARDWICK, 1965; POGUE, 2004; SPECHT et al., 2013) (Figuras 4 A, B e C). Estes caracteres descritos e detalhados pelos autores acima, no caso de *H. armigera*, discorda quanto ao número de divertículos na base da vesica diferindo da descrição proposta por Hardwick (1965) e detalhado por Pogue (2004), em que estes citam apenas um divertículo.

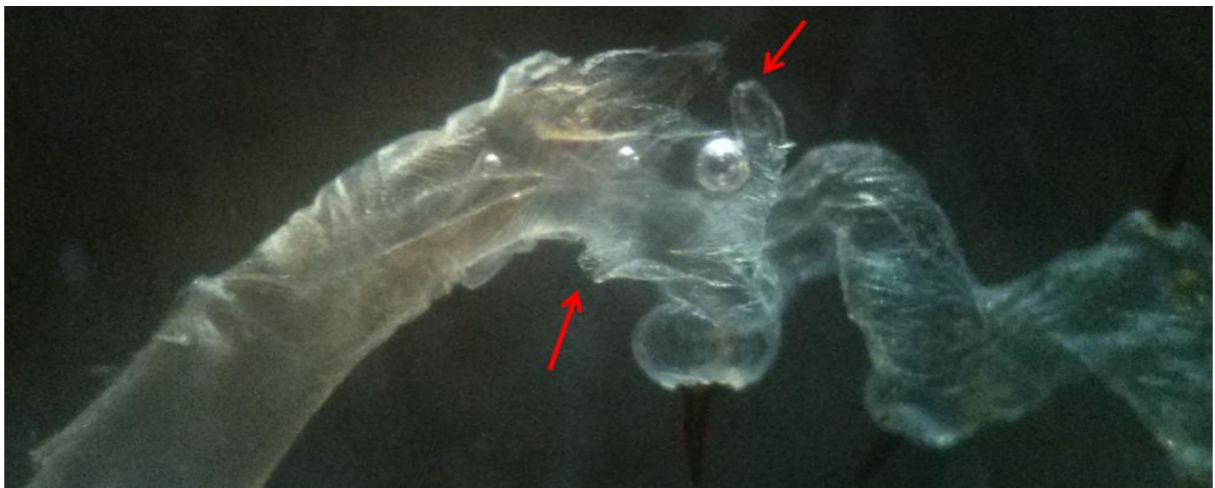
Em análise destes caracteres de *H. armigera* verificou-se na base da vesica a existência e dois divertículos em lados opostos, um ao outro. O maior divertículo que caracteriza a espécie e já foi descrito e detalhado pelos autores acima, porém, no lado oposto há outra estrutura menos evidente (divertículo) em torno de três vezes menor (Figura 4B). Esta observação demanda uma análise e re-descrição mais rigorosa.



(A)



(B)



(C)

Figura 4 – Vesica do edeago evertida com detalhe dos divertículos na base da vesica de (A) *H. gelotopoeon*, (B) *H. zea* e (C) *H. armigera*.

3.5 CONCLUSÃO

A chave permite identificar machos das espécies de Heliothinae de interesse agrícola no Brasil por caracteres morfológicos externos, o tamanho e forma da tíbia do primeiro par de pernas, principalmente entre os machos de *H. armigera* de *H. zea*.

A chave pode ser utilizada por técnicos em campo ou em laboratório na identificação de machos capturados em armadilha de feromônio sexual, visando o manejo precoce da praga na lavoura.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, n. 182, p. 26-28, 2014.

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

BEHERE, G.T.; TAY, W.T.; RUSSEL, D.A.; HECKEL, D.G.; APPLETON, B.R.; KRANTHI, K.R.; BATTERHAM, P. Mitochondrial DNA analysis of field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and of its relationship to *H. zea*. **BMC Evolutionary Biology**, v.7, p.1 - 10, 2007.

BRAMBILA, J. **Instructions for dissecting male genitalia of *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) to separate *H. zea* from *H. armigera***. USDA-APHIS-PPQ, 2009. 16 p.

CHO, S.; MITCHELL, C. MITTER, J. REGIER, M. MATTHEWS; R. ROBERTSON. Molecular phylogenetics of heliothine moths (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae), with comments on the evolution of host range and pest status. **Systematic Entomology**, n. 33, p. 581-594, 2008.

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

FAUSKE, G. M. **Identification key to the Noctuinae occurring in the Dakotas**. Department of Entomology, North Dakota State University. 2007. Disponível em:

<<http://www.ndsu.edu/ndmoths/ndmoths/keys/Noctuidkey/Noctuinaekeya2.htm>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

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

FORMENTINI, A. C. 2009. **Lepidópteros associados à cultura da soja: diversidade e parasitismo natural por insetos e fungos entomopatogênicos**. 69 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2009.

HARDWICK, D. F. **The corn earworm complex**. Ottawa: Entomological Society of Canada, 1965. 247 p.

LINK, D.; TARRAGÓ, M. F. S. Desfolhamento causado por lagartas em soja. **Revista Centro de Ciências Rurais**, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1974.

PASTRANA, J. A. **Los lepidopteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros substratos alimenticios**. Buenos Aires: Sociedade Entomologica Argentina. 2004. 350p.

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

QUEIROZ, P. R. M.; QUEIROZ, É. S. M.; SOARES, C. M.; SCOZ, L. B.; THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; MONNERAT, R. G. **Identificação molecular de *Helicoverpa armigera*: tecnologia a serviço dos cotonicultores de Mato Grosso**. Instituto Mato-Grossense do algodão: n. 6, 2013. 4 p. (CIRCULAR TÉCNICA, 6).

SPECHT, A.; SILVA, E. J. E.; E LINK, D. Noctuídeos (Lepidoptera, Noctuidae) do museu entomológico Ceslau Biezanko, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, n. 10, p. 389-409, 2004.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; MORAES, S. V. P.; 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.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A Brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v. 8, n. 11, 2013.

TODD, E. L. The distribution and nomenclature of the corn earworm. **Journal Economic Entomology**, n. 48, n. 5, p. 600-603, 1955.

TOMQUELSKI, G.V.; MARUYAMA, L.C.T. Em migração. **Revista Cultivar**, v. 117, p. 20-22, 2009.

4 ARTIGO 2

Controle químico e biológico de *Helicoverpa armigera* na cultura da soja no Brasil

RESUMO

A falta de informações sobre inseticidas e doses eficientes no controle de *H. armigera* no Brasil, motivou o presente trabalho. Os tratamentos químicos testados foram: Chlorantraniliprole 10,0 g i.a. ha⁻¹, Flubendiamide 33,6 g i.a. ha⁻¹, Indoxacarbe 60,0 g i.a. ha⁻¹, Chlorphenapyr 240,0 g i.a. ha⁻¹, Spinosad 33,6 g i.a. ha⁻¹, Clorfluazuron + Metomil 25,0 + 215,0 g i.a. ha⁻¹, Metoxifenozone 96,0 g i.a. ha⁻¹, Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole 3,7 + 7,5 g i.a. ha⁻¹, Acephate 750,0 g i.a. ha⁻¹. Os tratamentos biológicos testados foram: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 4,5 x 10¹¹ esporos ha⁻¹, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 2,5 x 10¹³ esporos ha⁻¹, *Helicoverpa zea* nucleopolyhedrovirus 4 x 10¹¹ corpos de oclusão (OBs) ha⁻¹ e *Helicoverpa zea* nucleopolyhedrovirus 1,5 x 10¹² OBs ha⁻¹. Após a aplicação dos tratamentos foi avaliado a mortalidade das lagartas aos 3, 7, 10 e 14 dias. Foi avaliado o rendimento da cultura da soja e o retorno econômico da aplicação dos tratamentos. Os inseticidas Chlorantraniliprole, Flubendiamide, Chlorphenapyr, Spinosad e Acephate, reduziram a população larval em 85, 86, 94, 85 e 86%, respectivamente. Acephate, Chlorantraniliprole e Flubendiamide apresentaram alto retorno econômico, 1:10,0, 1:6,6 e 1:5,3. Entre os inseticidas biológicos o BtControl foi mais eficiente do que Dipel na mortalidade de lagartas grandes e pequenas de *H. armigera*. Gemstar e HzNPV CCAB causaram mortalidade semelhante, com maior eficiência para as lagartas pequenas. O maior retorno econômico foi do inseticida BtControl de 1:6,6. É pertinente a continuidade dos estudos de eficiência dos inseticidas no controle desta praga no Brasil visando o monitoramento da resistência.

Palavras-chave: Lagarta *Helicoverpa*, manejo de pragas, inseticida químico, inseticida biológico.

Chemical and biological control of *Helicoverpa armigera* on soybean crop in Brazil

ABSTRACT

The lack of information about insecticides and doses effective to control *H. armigera* in Brazil, motivated the present study. The chemical treatments sprayed were: Chlorantraniliprole 10.0 g ai ha⁻¹, Flubendiamide 33.6 g ai ha⁻¹, Indoxacarb 60.0 g ai ha⁻¹, 240.0 g ai ha Chlorphenapyr⁻¹, Spinosad 33.6 g ai ha⁻¹, chlorfluazuron Methomyl + 25.0 + 215.0 g ai ha⁻¹, 96.0 g ai ha Methoxyfenozide⁻¹, Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole 3.7 + 7.5 g ai ha⁻¹, Acephate 750.0 g ai ha⁻¹. The biological treatments sprayed were: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 4.5 x 10¹¹ ha⁻¹ spores of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 2.5 x 10¹³ ha⁻¹ spores, *Helicoverpa zea* nucleopolyhedrovirus 4 x 10¹¹ occlusion bodies (OBs) ha⁻¹ and *Helicoverpa zea* nucleopolyhedrovirus 1.5 x 10¹² OBs ha⁻¹. After the spray was evaluated mortality of larvae at 3, 7, 10 and 14 days. The yield of soybean and economic return of the treatments was evaluated. Chlorantraniliprole, Flubendiamide, Chlorphenapyr, Spinosad and Acephate reduced the larval population at 85, 86, 94, 85 and 86%, respectively. Acephate, Chlorantraniliprole e Flubendiamide showed the highest economic return, 1:10,0, 1:6,6 and 1:5,3. BtControl[®] was more effective on mortality of *H. armigera* than Dipel[®], over large and small larvae. The Gemstar[®] and HzNPV CCAB[®] insecticides had similar mortality, with the highest efficiency for small larvae. Among biological insecticides, BtControl[®] showed the highest economic return, was 1:6,6. It is pertinent to continue insecticides efficiency studies in controlling this pest in Brazil aimed at monitoring of resistance.

Palavras-chave: *Helicoverpa* caterpillar, pest management, chemical insecticide, biological insecticide.

4.1 INTRODUÇÃO

O manejo das populações de *H. armigera* apresenta grandes desafios ao sojicultor brasileiro, especialmente com relação ao controle químico, às plantas de soja Bt e o controle biológico dessa praga. A invasão de *H. armigera* associada à estas dificuldades fizeram com que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tomasse medidas emergenciais, tais como o registro emergencial e uso de inseticidas químicos e biológicos para o controle de *H. armigera*, além de outras medidas.

A autorização para o uso emergencial destes inseticidas sem informações locais, que são utilizadas em outros países, bem como da ação dos novos inseticidas para *H. armigera*, tornaram as recomendações de controle, passíveis de dúvidas e de erros. A falta de resultados de controle deixaram a assistência técnica, a indústria, os produtores e pesquisadores sem informações para orientar e decidir sobre o manejo da praga.

A revisão da literatura de outros países é importante para se conhecer, por exemplo, as doses dos inseticidas que são utilizadas no controle de *H. armigera* nestes locais. Entre eles, estão os trabalhos realizados no Paquistão por Tariq et al (2005) e Cheema et al (2004) na cultura do algodão com o inseticida Spinosad nas doses de 47,5 e 71,2 g i.a. ha⁻¹ e Indoxacarbe na dose de 64,9 g i.a. ha⁻¹ que controlaram mais de 80% a população. Também nesse mesmo país, Ahmed et al (2004) avaliou os inseticidas Spinosad na dose de 35,6 g i.a. ha⁻¹, Indoxacarbe na dose de 55,6 g i.a. ha⁻¹ e Metomil na dose de 29,7 g i.a. ha⁻¹, que apresentaram os melhores resultados de controle de *H. armigera* em grão-de-bico.

Brévault et al (2009) avaliaram o inseticida Indoxacarbe e Spinosad nas doses de 25 e 36 g i.a. ha⁻¹, na cultura do algodão, os quais apresentaram alta atividade tóxica inicial. Leven et al (2011) mencionou os inseticidas e doses eficientes para o controle de *H. armigera* na cultura do algodão, na Austrália. Dentre os inseticidas químicos, Metomil na dose de 112 a 225 g i.a. ha⁻¹, Metoxifenoziide na dose de 408 a 600 g i.a. ha⁻¹, Chlorantraniliprole na dose de 31,5 a 52,5 g i.a. ha⁻¹ e Spinosad, nas doses de 72 a 96 g i.a. ha⁻¹, e dentre os inseticidas biológicos, HaNPV na dose de 10 x 10¹¹ corpos de oclusão (OBs) ha⁻¹. Na Índia, Sandeep et al (2014) trabalharam com os inseticidas Chlorantraniliprole e Flubendiamide nas doses de 15 e 24 g i.a. ha⁻¹, na cultura do grão-de-bico; e Shivanna et al (2014), testou Indoxacarbe, HaNPV, Chlorpyrifos e Novaluron, que resultaram em controle de *H. armigera* acima de 80%, até os 7 dias após a aplicação, na cultura do tabaco.

Além disso, na safra 2013/2014, outros trabalhos foram conduzidos em diferentes locais do Brasil. Morais et al (2014) avaliaram os inseticidas Clorfluazuron na dose de 20 g i.a. ha⁻¹, em associação com Acephate nas doses de 600 e 750 g i.a. ha⁻¹ e Beta-cipermetrina na dose de 30 g i.a. ha⁻¹; e Chlorantraniliprole na dose de 10 g i.a. ha⁻¹, na cultura da soja. Estes tratamentos controlaram acima de 80% a população de *H. armigera*. Silva et al (2014b) avaliou a curva de dose resposta do inseticida Avatar[®] (Indoxacarbe), concluindo que as doses para ocasionar 50% e 99% de mortalidade foram 0,62 e 61,71 ppm, respectivamente.

Com o objetivo de avaliar inseticidas químicos e biológicos no controle de *H. armigera*, em condições de campo, foram desenvolvidos dois experimentos em diferentes condições ambientais.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos para avaliar a eficiência de inseticidas químicos e biológicos no controle de *H. armigera* na safra agrícola 2013/14, nas cidades de Restinga Seca (29° 45' 29,65''S / 53° 30' 53,84''O) e Santa Maria, (29° 42' 56,02''S / 53° 33' 54,97''O), Rio Grande do Sul, Brasil.

Nesses locais foram instaladas armadilhas do tipo delta, iscadas com feromônio sexual feminino Iscalure armigera[®] ((Z)-9-hexadecenal (Z90C16Ald; (Z)-9-tetradecenal (Z9-C14Ald); (Z)-11-C16Ald). Os machos adultos coletados nas armadilhas e os machos obtidos da criação de larvas coletadas nas áreas dos ensaios, foram identificados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) da UFSM, seguindo Brambila (2009), para o preparo da amostra e a chave de identificação taxonômica elaborada por Hardwick (1965), pela genitália do macho, e detalhada por Pogue (2004).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e o tamanho das unidades experimentais foi de 4 x 6 m (24 m²), em ambos os experimentos. Os tratamentos com os inseticidas químicos são listados a seguir, na ordem de Ingrediente ativo, dose de ingrediente ativo por hectare (produto comercial, concentração e formulação): Chlorantraniliprole 10,0 g i.a. ha⁻¹ (Premio[®] 200 SC), Flubendiamide 33,6 g i.a. ha⁻¹ (Belt[®] 480 SC), Indoxacarbe 60,0 g i.a. ha⁻¹ (Avatar[®] 150 CE), Chlorphenapyr 240,0 g i.a. ha⁻¹ (Pirate[®] 240 SC), Spinosad 33,6 g i.a. ha⁻¹ (Tracer[®] 480 SC), Clorfluazuron + Metomil 25,0 + 215,0 g i.a. ha⁻¹ (Atabron[®] 50 CE + Lannate[®] 215 SL), Metoxifenoazide 96,0 g i.a. ha⁻¹ (Intrepid[®] 240 SC), Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole 3,7 + 7,5 g i.a. ha⁻¹ (Ampligo[®] 50 + 100 SC), Acephate 750,0 g i.a. ha⁻¹ (Orthene[®] 750 PS). Os tratamentos com os

inseticidas biológicos foram: *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* $4,5 \times 10^{11}$ esporos ha^{-1} (Dipel® $2,75 \times 10^{10}$ esporos g^{-1} SC), *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* $2,5 \times 10^{13}$ esporos ha^{-1} (Bt Control SC® $5,0 \times 10^{10}$ esporos mL^{-1} SC), *Helicoverpa zea* nucleopolyhedrovirus 4×10^{11} corpos de oclusão (OBs) ha^{-1} (Gemstar® $2,0 \times 10^9$ OBs mL^{-1} SC) e *Helicoverpa zea* nucleopolyhedrovirus $1,5 \times 10^{12}$ OBs ha^{-1} (Hz-NPV Bio CCAB® $7,5 \times 10^9$ OB mL^{-1} SC).

As aplicações dos tratamentos foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado a CO_2 , dotado de quatro pontas do tipo teejet XR 110.015, com largura útil de aplicação de dois metros. O volume de calda pulverizado foi de 150 L/ha. As pulverizações foram realizadas após as 18 horas, visando reduzir o impacto do tempo sobre os tratamentos biológicos.

No experimento de Restinga Seca a aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 07/02/2014, com a cultura no estádio R4, a temperatura de $29,5^\circ$, a Umidade Relativa do ar (URar) de 62% e a velocidade do vento de 3,3 m/s. A densidade média de lagartas pequenas e grandes de *H. armigera* antes da aplicação foi de 1,2 e 3,7 lagartas m^{-2} , respectivamente. No experimento de Santa Maria a aplicação foi realizada no dia 21/02/2014, a cultura encontrava-se no estádio R5.1, a temperatura era de $30,6^\circ$, a URar de 65% e a velocidade do vento de 2,1 m/s. O número de lagartas pequenas e grandes de *H. armigera* antes da aplicação foi de 2,5 e 1,0 lagartas m^{-2} , respectivamente.

As avaliações da densidade populacional de lagartas de *H. armigera* nas parcelas foram realizadas com um pano-de-batida vertical, com calha (GUEDES et al., 2006), amostrando $1,0 \text{ m}^2$ de área por parcela, aos 3, 7, 10 e 14 dias após a aplicação dos tratamentos (DAA). No experimento de Restinga Seca foi possível avaliar o rendimento de grãos, colhendo uma área útil de 2 m^2 por parcela. De posse dos dados de rendimento se fez uma análise do retorno econômico do controle, em que se considerou o custo do inseticida e o custo operacional da aplicação (US\$ 5,00). O preço da saca de soja (60 kg) utilizado foi de US\$ 21,07.

Os dados do número de lagartas foram transformados a raiz de $x + 0,5$ e analisados conjuntamente utilizando o programa SISVAR, após verificar-se a não ocorrência da interação entre os locais e os tratamentos utilizados (ANOVA). As médias foram agrupadas utilizando o teste Scott-Knott, com 5% de significância. O percentual de mortalidade de lagartas de *H. armigera* foi calculado com a equação de ABBOTT (1925).

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Experimento de controle químico

A densidade média de lagartas grandes e pequenas de *H. armigera* no tratamento testemunha, ao longo das avaliações variou de 3,8 lagartas m⁻² aos 3 DAA e 2,8 lagartas m⁻² aos 14 DAA (Tabela 2). A maioria dos tratamentos reduziu significativamente a densidade de lagartas em comparação com a testemunha. Os tratamentos com Chlorantraniliprole, Flubendiamide, Indoxacarb, Chlorphenapyr, Spinosad, e Acephate diferiram da testemunha, em todas as datas avaliadas. Aos 3 DAA, os maiores percentuais de mortalidade foram obtidos pelos inseticidas Chlorantraniliprole (83,3%), Chlorphenapyr (90,0%) e Acephate (83,3%). Na avaliação de 7 DAA todos os tratamentos com inseticidas diferiram da testemunha. Os tratamentos apresentaram mortalidade de larvas pequenas e grandes de *H. armigera*, superior a 90%, dentre estes, Flubendiamide (93,1%), Indoxacarb (96,6%), Chlorphenapyr (100,0%), Spinosad e Acephate (93,1%). Chlorantraniliprole reduziu em 82,8% a densidade populacional de *H. armigera*. Aos 10 DAA, Chlorantraniliprole, Flubendiamide, Chlorphenapyr, Spinosad, Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole e Acephate obtiveram eficiência de controle de larvas grandes e pequenas de *H. armigera* superiores a 80%, diferindo da testemunha. O inseticida Indoxacarb apresentou uma redução na mortalidade a partir da avaliação de 10 DAA. Na última avaliação, aos 14 DAA, todos os tratamentos com inseticida diferiram da testemunha, exceto Indoxacarb e Clorfluazuron + Metomil. Chlorantraniliprole, Flubendiamide, Chlorphenapyr e Acephate mantiveram o percentual de mortalidade de larvas pequenas e grandes de *H. armigera* superior a 90% aos 14 DAA. Indoxacarb e Spinosad apresentaram o percentual de mortalidade reduzido nessa avaliação em 45,5 e 72,7%, respectivamente.

Os inseticidas Clorfluazuron + Metomil, Metoxifenozone e Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole apresentaram os menores percentuais de mortalidade de lagartas de *H. armigera* ao longo das avaliações, de 64,0%, 55,7% e 74,5%. A baixa eficiência de Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole, especialmente do segundo inseticida, deve-se à baixa dose (7,5 g i.a. ha⁻¹), quando comparado com a dose de Chlorantraniliprole aplicado isoladamente na dose de 10,0 g i.a. ha⁻¹.

Tabela 2 – Número de lagartas de *H. armigera* e eficiência agrônômica nos tratamentos com inseticidas químicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.

Tratamentos	Dose g de a.i. ha ⁻¹	Número de lagartas m ⁻²											
		3 DAA ¹			7 DAA			10 DAA			14 DAA *		
		t ²	E%	t	E%	t	E%	t	E%	t	E%		
1. Chlorantraniliprole	10,0	0,6	a	83,3	0,6	a	82,8	0,4	a	88,9	0,3	a	90,9
2. Flubendiamide	33,6	1,0	a	73,3	0,3	a	93,1	0,3	a	92,6	0,3	a	90,9
3. Indoxacarb	60,0	0,9	a	76,7	0,1	a	96,6	1,0	a	70,4	1,5	b	45,5
4. Chlorphenapyr	240,0	0,4	a	90,0	0,0	a	100,0	0,1	a	96,3	0,3	a	90,9
5. Spinosad	33,6	0,9	a	76,7	0,3	a	93,1	0,4	a	88,9	0,8	a	72,7
6. Clorfluazuron + Metomil	25,0+215,0	1,8	b	53,3	0,8	a	79,3	0,8	a	77,8	1,5	b	45,5
7. Metoxifenoziide	96,0	2,8	b	26,7	1,4	a	62,1	1,0	a	70,4	1,0	a	63,6
8. Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole	3,7+7,5	1,6	b	56,7	0,9	a	75,9	0,3	a	92,6	0,8	a	72,7
9. Acephate	750,0	0,6	a	83,3	0,3	a	93,1	0,5	a	85,2	0,3	a	90,9
10. Testemunha	-	3,8	b	-	3,6	b	-	3,4	b	-	2,8	b	-
CV(%)		34,1			30,9			42,1			24,4		

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos.

² Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente com 5% de significância.

* Médias da avaliação somente de Santa Maria.

4.3.2 Experimento de controle biológico

Os resultados dos inseticidas biológicos serão apresentados para as lagartas pequenas e grandes de *H. armigera*, pois houve diferença no percentual de mortalidade para o tamanho da lagarta. Na primeira avaliação, aos 3 DAA, tanto para lagartas pequenas quanto para lagartas grandes, os tratamentos não diferiram da testemunha (Tabela 3). Também, todos os inseticidas biológicos obtiveram percentuais de mortalidade inferior a 70%, caracterizando o efeito lento da patologia. A maior mortalidade de lagartas pequenas foi atingida pelos inseticidas Bt - Dipel[®] e Bt - Bt Control[®], ambos com 63,3%. O tratamento com HzSNPV - Gemstar[®] apresentou a maior mortalidade de lagartas grandes de *H. armigera* aos 3 DAA (47,4%). A partir de 7 DAA alguns inseticidas biológicos começaram a ocasionar mortalidade significativa nas lagartas pequenas e grandes de *H. armigera*, sem mostrar diferença estatística significativa. Os tratamentos Bt - Bt Control[®] e HzSNPV - HzNPV CCAB[®] controlaram em 85,7 e 100,0%, respectivamente, as lagartas pequenas. Por outro lado, os tratamentos Bt - Dipel[®] e Bt - Bt Control[®] resultaram na maior mortalidade de lagartas grandes, 86,8 e 73,3%, respectivamente. Aos 10 DAA, o resultado foi semelhante aos 7 DAA para as lagartas pequenas, Bt - Bt Control[®] (100,0%), HzSNPV - HzNPV CCAB[®] (100,0%), juntamente com o HzSNPV - Gemstar[®] (87,5%) apresentaram os maiores percentuais de mortalidade. Porém, para lagartas grandes, os inseticidas Bt Control[®] e HzSNPV - HzNPV CCAB[®] auferiram as maiores reduções da densidade populacional de *H. armigera*. Aos 14 DAA, os inseticidas Bt Control[®] e HzSNPV HzNPV CCAB[®] mantiveram 100% de mortalidade e HzSNPV - Gemstar[®] aumentou a mortalidade de larvas pequenas, chegando também a 100%. Com relação a lagartas grandes, nenhum dos inseticidas a base de Bt ou baculovírus atingiu mortalidade acima de 80%. Cabe destacar que HzSNPV - Gemstar[®] atingiu a máxima mortalidade de 77,8% apenas aos 14 DAA.

Tabela 3 – Número de lagartas grandes e pequenas de *H. armigera* e eficiência agrônômica nos tratamentos com inseticidas biológicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.

Tratamento	Dose i.a. ha ⁻¹	Número de lagartas pequenas m ⁻²											
		3 DAA ¹	t ²	E%	7 DAA	t	E%	10 DAA	t	E%	14 DAA [*]	t	E%
1. <i>B. thuringiensis</i> - Dipel ^{®4}	4,5 x 10 ¹¹	0,5	a	63,6	0,6	a	64,3	0,5	a	50,0	0,3	a	50,0
2. <i>B. thuringiensis</i> - Bt Control ^{®4}	2,5 x 10 ¹³	0,5	a	63,6	0,3	a	85,7	0,0	a	100,0	0,0	a	100,0
3. <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - Gemstar ^{®5}	4 x 10 ¹¹	0,6	a	54,5	0,8	a	57,1	0,1	a	87,5	0,0	a	100,0
4. <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - HzNPV CCAB ^{®5}	1,5 x 10 ¹²	1,0	a	27,3	0,0	a	100,0	0,0	a	100,0	0,0	a	100,0
5. Testemunha	-	1,4	a	-	1,8	a	-	1,0	a	-	0,5	a	-
CV(%) ³		19,8			38,3			31,9			24,0		
		Número de lagartas grandes m ⁻²											
1. <i>B. thuringiensis</i> - Dipel ^{®4}	4,5 x 10 ¹¹	2,3	a	5,3	0,3	a	86,7	0,8	a	68,4	1,0	a	55,6
2. <i>B. thuringiensis</i> - Bt Control ^{®4}	2,5 x 10 ¹³	1,6	a	31,6	0,5	a	73,3	0,4	a	84,2	0,8	a	66,7
3. <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - Gemstar ^{®5}	4 x 10 ¹¹	1,3	a	47,4	1,4	a	26,7	1,4	a	42,1	0,5	a	77,8
4. <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - HzNPV CCAB ^{®5}	1,5 x 10 ¹²	2,0	a	15,8	1,0	a	46,7	0,5	a	78,9	0,8	a	66,7
5. Testemunha	-	2,4	a	-	1,9	a	-	2,4	a	-	2,3	a	-
CV(%)		42,8			40,8			44,4			24,8		

¹ Dias após a aplicação dos tratamentos.

² Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente com 5% de significância.

³ Dados transformados a raiz de X + 0,5.

⁴ Dose do produto comercial de 500 ml ha⁻¹.

⁵ Dose do produto comercial de 200 ml ha⁻¹.

* Médias da avaliação somente de Santa Maria.

4.3.3 Rendimento da soja nos tratamentos químicos e biológicos

As maiores produtividades de soja foram obtidas pelos inseticidas Acephate (2.643 kg ha⁻¹), Spinosad (2.594 kg ha⁻¹) e Chlorphenapyr (2.576 kg ha⁻¹), seguido de Chlorantraniliprole (2.447 kg ha⁻¹) e Flubendiamide (2.497 kg ha⁻¹) (Tabela 4). Mesmo os inseticidas que apresentaram baixa eficiência de controle de *H. armigera*, Clorfluazuron + Metomil, Metoxifenozone e Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole, obtiveram rendimentos maiores que a testemunha de 229, 103 e 244 kg ha⁻¹, respectivamente. Este resultado confirma o elevado dano que *H. armigera* causa na soja, na qual, uma eficiência de 57%, evitou a perda de produtividade de 103 kg ha⁻¹.

O retorno econômico avaliou somente o investimento em dinheiro da aplicação com o retorno em produtividade, porém, também deve ser levado em consideração outros fatores, tais como a seletividade dos inseticidas aos inimigos naturais que estabelecem o equilíbrio dinâmico entre as pragas e a toxicidade aos humanos. Assim como a produtividade, o retorno econômico foi maior para os inseticidas Acephate (1:10,0), Chlorantraniliprole (1:6,6) e Flubendiamide (1:5,3), pois o custo de controle foi baixo com alto rendimento. Embora Acephate tenha apresentado maior retorno econômico, pode acarretar em desequilíbrio na população de inimigos naturais, podendo induzir a sucessivas aplicações. O que pode reduzir o retorno econômico do investimento.

Por outro lado, mesmo com excelente eficiência de controle e alta produtividade, o retorno econômico foi de apenas 1:3,7 e 1:4,3 dos inseticidas Chlorphenapyr e Spinosad, respectivamente, devido ao alto custo destes inseticidas. Clorfluazuron + Metomil, Metoxifenozone apresentaram o menor retorno econômico entre os inseticidas químicos, pelo alto custo de controle e baixo retorno em produtividade, resultando em nenhum ganho e nenhuma perda econômica.

Com relação aos inseticidas biológicos, Bt Control[®], Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®], diferiram quanto a produtividade da testemunha e do inseticida Dipel[®] (Tabela 5). A maior produtividade sobre a testemunha foi do inseticida HzNPV CCAB[®] (301 kg ha⁻¹), seguido de Gemstar[®] (297 kg ha⁻¹) e Bt Control[®] (286 kg ha⁻¹). Entre os baculovírus Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®] o retorno econômico foi semelhante de 1:5,0 e 1:5,7, respectivamente. Entre os inseticidas biológicos, o inseticida Bt Control[®] apresentou o maior retorno econômico de 1:6,6.

Os inseticidas biológicos apresentaram um retorno econômico semelhante aos inseticidas químicos Acephate, Chlorantraniliprole e Flubendiamide. Assim, é importante ressaltar que a aplicação dos inseticidas biológicos resultam, além do retorno econômico, em menor impacto às populações de organismos benéficos que são responsáveis pelo controle biológico natural das pragas.

Tabela 4 – Rendimento da soja e retorno econômico nos tratamentos com inseticidas químicos no controle de *H. armigera*. Brasil. Safra 2013/14.

Tratamentos	Dose i.a.ha ⁻¹	Rendimento (kg.ha ⁻¹)	Ganho de rendimento (kg.ha ⁻¹)	Ganho de rendimento* (U\$.ha ⁻¹)	Custo da aplicação** (U\$.ha ⁻¹)	Lucro líquido (U\$.ha ⁻¹)	Retorno econômico
1. Chlorantraniliprole	10,0	2447 b	349	122,64	16,11	106,53	1:6,6
2. Flubendiamide	33,6	2497 b	399	140,20	22,28	117,92	1:5,3
3. Indoxacarb	60,0	2370 c	272	95,52	19,81	75,70	1:3,8
4. Chlorphenapyr	240,0	2576 a	478	167,95	35,86	132,08	1:3,7
5. Spinosad	33,6	2594 a	496	174,18	33,00	141,18	1:4,3
6. Clorfluazuron + Metomil	25,0+215,0	2326 c	229	80,24	41,70	38,54	1:0,9
7. Metoxifenoziide	96,0	2200 d	103	36,08	20,31	15,77	1:0,8
8. Lambda-cyhalothrin + Chlorantraniliprole	3,7+7,5	2342 c	244	85,68	17,50	68,18	1:3,9
9. Acephate	750,0	2643 a	545	191,47	17,35	174,13	1:10,0
10. Testemunha	-	2098 d	-	-	-	-	-
CV(%)		3,3					

* Para o cálculo do ganho de rendimento foi utilizado o valor da saca de soja (60 kg) de U\$ 21,07.

** O custo da aplicação: valor do inseticida mais o custo operacional da aplicação de U\$ 5,00.

Tabela 5 – Rendimento da soja e retorno econômico nos tratamentos com inseticidas biológicos no controle de *H. armigera*. Brasil. Safra 2013/14.

Tratamentos	Dose i.a.ha ⁻¹	Rendimento (kg.ha ⁻¹)	Ganho de rendimento (kg.ha ⁻¹)	Ganho de rendimento* (U\$.ha ⁻¹)	Custo da aplicação** (U\$.ha ⁻¹)	Lucro líquido (U\$.ha ⁻¹)	Retorno econômico
1. <i>B. thuringiensis</i> - Dipel ^{®4}	4,5 x 10 ¹¹	2197 b	99	34,77	13,23	21,54	1:1,63
2. <i>B. thuringiensis</i> - Bt Control ^{®4}	2,5 x 10 ¹³	2384 a	286	100,35	13,23	87,12	1:6,58
3. <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - Gemstar ^{®5}	4 x 10 ¹¹	2395 a	297	104,38	17,35	87,04	1:5,02
4. <i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus - HzNPV CCAB ^{®5}	1,5 x 10 ¹²	2399 a	301	105,79	15,70	90,09	1:5,74
5. Testemunha	-	2098 b	-	-	-	-	-
CV(%)		3,4					

* Para o cálculo do ganho de rendimento foi utilizado o valor da saca de soja (60 kg) de U\$ 21,07.

** O custo da aplicação: valor do inseticida mais o custo operacional da aplicação de U\$ 5,00.

4.4 DISCUSSÃO

4.4.1 Experimento de controle químico

No início da safra agrícola brasileira 2013/14, as dúvidas quanto aos inseticidas que controlavam eficientemente *H.armigera* na cultura da soja eram frequentes, o que levou os produtores a utilizarem produtos e doses sem o respaldo técnico e científico necessário. No entanto, com a análise dos resultados destes experimentos, é possível verificar que há formas eficazes de manejar *H. armigera* na cultura da soja, tanto pela eficiência quanto pelo custo.

A Figura 5 apresenta a média de mortalidade dos inseticidas químicos dos dois experimentos. Verifica-se que os tratamentos que apresentaram eficiência superior a 80%, não ocorreu variação maior que 15% no percentual de mortalidade de *H. armigera*, entre as duas condições de campo avaliadas. A maior eficiência de controle foi obtida pelo inseticida Chlorphenapyr, com 94%. Resultado semelhante ao obtido por Oliveira et al (2014), em que avaliaram as doses de 192 e 240 g i.a. ha⁻¹, as quais controlaram acima de 83%, concluindo que a dose a partir de 192 g i.a. ha⁻¹, pode ser recomendada para o controle de *H. armigera* em soja.

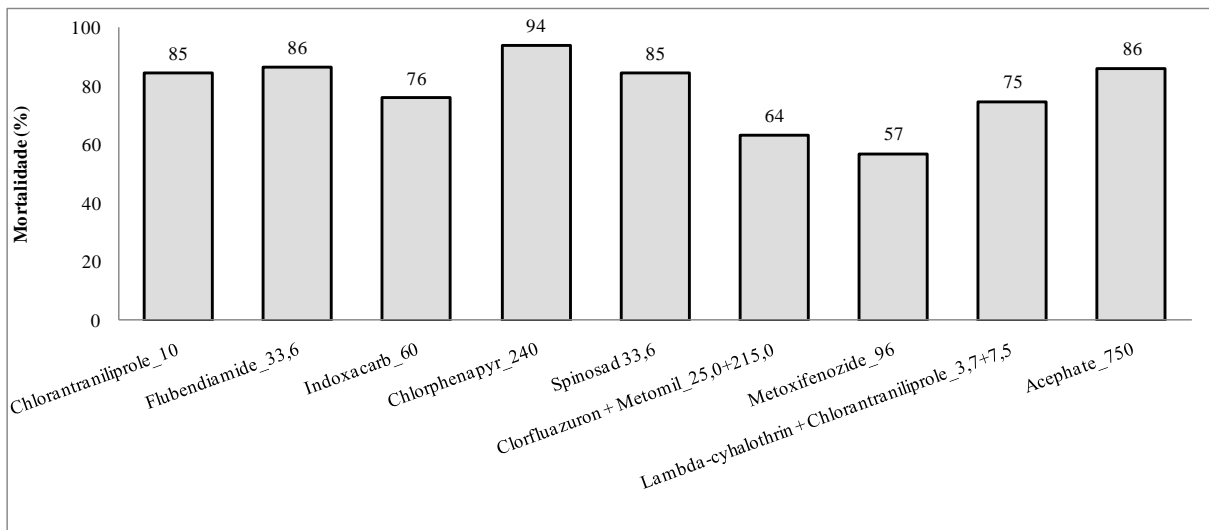


Figura 5 – Mortalidade de lagartas de *H. armigera* após aplicação dos inseticidas químicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.

O inseticida Chlorphenapyr possui o modo de ação de desacoplador da fosforilação oxidativa na mitocôndria, interrompendo a produção de ATP na célula e tendo como

consequência a morte do organismo (RAGHAVENDRA et al., 2011). Devido ao diferente modo de ação do Chlorphenapyr, comparado com os demais inseticidas utilizados nesse trabalho, esse inseticida torna-se uma alternativa para controlar e para rotacionar modos de ação de inseticidas no manejo da resistência de *H. armigera* em soja.

Entre as diamidas antranílicas, os inseticidas Chlorantraniliprole e Flubendiamide nas doses testadas, 10,0 e 33,6 g i.a. ha⁻¹ respectivamente, apresentaram similaridade nos resultados de mortalidade de *H. armigera* em soja, com 85 e 86% de controle nos dois experimentos (Figura 1). Por ser um grupo químico novo que foi descoberto recentemente, os resultados de controle destes inseticidas na literatura é recente. Para o controle de *H. armigera*, há resultados na cultura do tabaco (SHIVANNA et al., 2014), algodão (THILAGAM et al., 2010) e grão-de-bico (DESHMUKH et al., 2010; SANDEEP et al., 2014), situações em que esses inseticidas se mostraram eficientes.

Na cultura do algodão, Thilagam et al (2010), conduziram dois experimentos, que resultaram em uma redução da população larval de *H. armigera*, juntamente com redução do dano em 96%, com o inseticida Flubendiamide na dose de 60 g i.a. ha⁻¹, dose esta quase duas vezes maior que a utilizada neste estudo. A recomendação de Leven et al (2011), para a cultura do algodão na Austrália, sugere doses do inseticida Chlorantraniliprole entre 31,5 a 52,5 g i.a. ha⁻¹, também muito acima da dose avaliada neste trabalho. Caso fossemos seguir as doses recomendadas destes autores, sem antes realizar uma avaliação nas condições da soja brasileira, se tornaria praticamente inviável a aplicação devido ao custo muito elevado do inseticida. Shivanna et al (2014) encontrou baixo número de larvas por planta de tabaco nas parcelas tratadas com Flubendiamide na dose de 0,25 ml/L, e também maior rendimento de folhas verdes e curadas. Chankapue et al (2014) trabalharam na seleção de novas moléculas de inseticidas em condições de laboratório onde a molécula Flubendiamide 39,35% SC na dose de 0,01% controlou as larvas de *H. armigera* acima de 95% até 168 horas após aplicação.

Comparando as diamidas antranílicas, Sandeep et al (2014), descreveu que Chlorantraniliprole na dose de 15 g i.a. ha⁻¹ foi mais efetivo na redução da população de *H. armigera* e resultou em maior rendimento da cultura de grão-de-bico, comparado a Flubendiamide na dose de 24 g i.a. ha⁻¹. No entanto, o autor concluiu que ambos os inseticidas, Chlorantraniliprole e Flubendiamide, nas doses testadas, são eficientes e resultam em retorno econômico no manejo da praga. Comparativamente ao presente trabalho, a dose de Flubendiamide foi de 30% menor e mesmo assim auferiu eficiência suficiente para o controle de *H. armigera*.

O inseticida Spinosad na dose de 33,6 g i.a. ha⁻¹ foi eficiente controlando 85% das lagartas de *H. armigera* na cultura da soja. Outros autores também citam eficiência desse inseticida, porém em doses maiores, como por exemplo, Tariq et al (2005) e Cheema et al (2004) que utilizaram 47,5 e 71,2 g i.a. ha⁻¹, respectivamente, e Leven et al (2011) que recomendaram doses entre 72 a 96 g i.a. ha⁻¹, na cultura do algodão. Por outro lado, em pesquisa realizada no Brasil por Müller et al (2014), o inseticida Spinosad foi eficiente a partir de 24 g i.a. ha⁻¹, ou seja, até quatro vezes menor que as doses avaliadas pelos autores acima citados.

O uso de maiores doses do inseticida Spinosad em outros países, pode estar relacionado com o desenvolvimento de resistência das lagartas a este inseticida, que já foi relatado no Paquistão (AHMAD et al., 2003), na China (KRANTHI et al., 2000) e na Austrália (GUNNING et al., 2002). Mesmo possuindo um modo de ação único, com sítio primário de ligação nos receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR) e um sítio secundário nos receptores de GABA (WATSON, 2001), segundo Young et al (2003) e Wang et al (2006) os insetos possuem um potencial para desenvolver resistência a Spinosad em pouco tempo, sugerindo que isto ocorre pela melhoria no metabolismo do citocromo P450 oxidase.

Indoxacarb, na dose de 60 g i.a. ha⁻¹, controlou *H. armigera* logo após a aplicação, aos 3 e 7 DAA. Vinaykumar et al (2013) testaram em soja, Shivanna et al (2012) em tabaco e Babariya et al (2010) e Amar et al (2014) em grão-de-bico no controle de *H. armigera*, e obtiveram as maiores reduções na densidade populacional até aos 7 dias após a aplicação. Além disso, o estudo de Ahmed et al (2004), encontraram que duas aplicações de Indoxacarbe, na dose de 55,6 g i.a. ha⁻¹, em intervalo de 15 dias, reduziu em apenas 60% a percentagem de infestação de *H. armigera* na cultura do grão-de-bico. Por outro lado, Cheema et al (2004) citaram que Indoxacarbe na dose de 64,9 g i.a. ha⁻¹ controlou a segunda geração de lagartas de *H. armigera* na cultura do algodão, que ocorreu cinco semanas após a aplicação realizada sobre a primeira geração.

O inseticida Indoxacarbe possui alta atividade tóxica logo após o contato das lagartas com o produto, independente do estágio larval (BRÉVAULT et al., 2009), porém, apresenta baixo efeito residual, devido a sua rápida fotodegradação, DT₅₀ = 4,5 dias em pH = 5 a 25°C, (FAO), resultando em uma menor eficiência de controle a partir de 7 DAA. Assim, são necessárias pulverizações em intervalos de 7 dias, devido a sua alta eficácia e baixa persistência, o que também mostra os resultados encontrados por TARIQ et al (2005), em que Indoxacarbe na dose de 64,9 g i.a. ha⁻¹ apresentou controle acima de 80% na média de duas

aplicações com intervalo de sete dias, e os resultados de bio-ensaio de Silva et al (2014a) em que o inseticida Avatar[®] foi eficiente no controle da *H. armigera* até 7 dias após a aplicação.

4.4.2 Experimento de controle biológico

Os inseticidas biológicos (*B. thuringiensis* e HzNPV), apresentaram comportamentos diferentes entre os produtos comerciais formulados. A mortalidade das lagartas pequenas e grandes de *H. armigera*, em ambos os experimentos, foi observada somente a partir de 7 DAA. Essa resposta é resultado do mecanismo de contaminação e ação destes inseticidas que, precisam ser ingeridos pelas lagartas e após desenvolver a patologia no inseto. O tempo de mortalidade dos inseticidas é importante para evitar os danos de *H. armigera* em soja. Desse modo, as aplicações dos inseticidas biológicos com *B. thuringiensis* e Baculovírus devem ser realizadas quando há presença de lagartas com tamanho pequeno e baixa densidade.

Nesse estudo foi observado que os inseticidas com isolados de *B. thuringiensis*, Dipel[®] e Bt Control[®], apresentaram maior toxicidade para lagartas grandes quando comparados com os Baculovírus, Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®], pois ocasionaram mortalidade mais rapidamente e o percentual médio de mortalidade foi maior (Figure 6). Em geral, o Tempo Letal (TL₅₀) de Dipel[®], é de 6,3 horas para lagartas de 1º instar de *H. zea* (JUNIOR et al., 2009), ao passo que o Baculovírus inicia a mortalidade a partir de 3 dias (CASTRO et al., 1999). O inseticida Bt Control[®] apresentou maior mortalidade, principalmente de lagartas pequenas de *H. armigera*, comparado com o inseticida Dipel[®]. Esse resultado está relacionado com a maior quantidade de esporos de *B. thuringiensis* aplicados por hectare devido a maior concentração por mL no produto formulado Bt Control[®].

Mane et al (2013) avaliaram a eficiência de inseticidas microbianos, HaNPV (2×10^8 OBs/ml) e *Bt5* (2,5 g/L), comparando com os inseticidas químicos, Profenofos e Quinalfos, na cultura do girassol. Esses autores concluíram que, apesar da menor eficiência do inseticida biológico, HaNPV apresentou o maior rendimento líquido e, conseqüentemente, a melhor relação custo/benefício, pois as parcelas tratadas com HaNPV apresentaram maior número de abelhas polinizadoras, em comparação com as parcelas tratadas com inseticidas químicos. Amar et al (2014) também encontraram que o inseticida a base de Baculovírus, HaNPV, foi menos eficiente do que o inseticida químico Indoxacarbe, na dose de 60 g i.a. ha⁻¹.

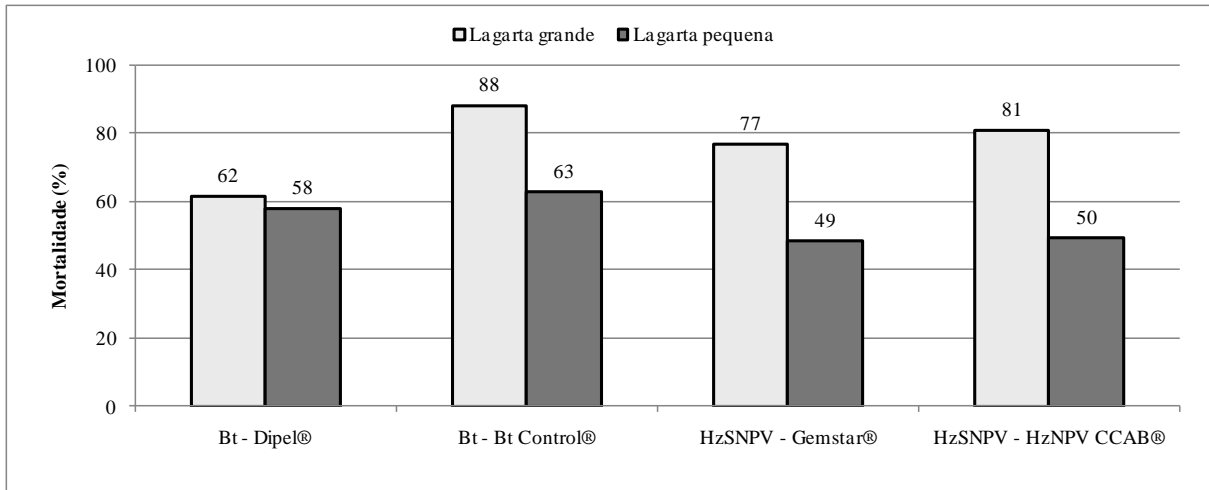


Figura 6 – Mortalidade de lagartas de *H. armigera* após aplicação dos inseticidas biológicos na cultura da soja. Brasil. Safra 2013/14.

Com relação aos baculovírus a mortalidade média de lagartas pequenas e grandes foi semelhante entre os produtos testados. HzNPV CCAB[®] ocasionou 4% a mais de mortalidade de lagartas pequenas do que Gemstar[®] (Figure 6), o que pode estar relacionado com a maior concentração de corpos de oclusão por ml do inseticida HzNPV CCAB[®]. A mortalidade de lagartas grandes de *H. armigera*, causada pelos inseticidas a base de Baculovírus, foi muito semelhante entre si e inferior aos inseticidas a base de *B. thuringiensis*.

O tempo entre a ingestão dos OBs pela lagarta, o aparecimento dos sintomas e a morte da mesma, leva em torno de 3 a 7 dias (CASTRO et al., 1999; GEORGIEVSKA et al., 2010). Este período foi verificado nesse estudo, com pequena mortalidade de lagartas aos 3 DAA, e já aos 7 DAA o baculovírus HzNPV CCAB[®] ocasionou 100% de mortalidade (Tabela 3). Porém, a velocidade da mortalidade não é somente dependente da virulência do inseticida biológico, e sim também, do estágio das lagartas de *H. armigera* e da dose pulverizada.

Em menores doses de baculovírus, por eventos estocásticos no processo de infecção no organismo, a resposta na mortalidade das lagartas é variada. Segundo Georgievska et al (2010), quanto maior a dose de OBs aplicados por larva, maior é a mortalidade com menor tempo de sobrevivência. Contudo, levando em consideração a transmissão natural do baculovírus no campo, os mesmos autores citam que as doses maiores, que ocasionam mortalidade rápida, resultam em menor produção de OBs por larva infectada. Assim, segundo Muñoz e Caballero (2000) e Sun et al (2005), a menor produção de OBs resulta em reduzida transmissão do baculovírus.

O manejo de *H. armigera* em soja, com Baculovírus e *B. thuringiensis*, combina eficiência de controle com seletividade e segurança aos insetos benéficos e humanos. Porém,

devem ser tomadas algumas medidas levando em consideração o momento da aplicação, pois, tanto os OBs dos Baculovírus, quanto os esporos de *B. thuringiensis*, sofrem ação dos raios ultra violeta (UV) e da temperatura, que acabam por degradar essas estruturas pulverizadas sobre o dossel da cultura (VALICENTE; CRUZ, 1992; MCLEOD et al., 1977).

4.4.3 Nível de Controle por tratamento químico e biológico

Os estudos para definir o Nível de Dano Econômico (NDE) e em consequência os Níveis de Controle (NCs) para *H. armigera* em soja encontram-se ainda em andamento, e para serem estabelecidos no Brasil, estão sendo desenvolvidos trabalhos nas condições das lavouras e cultivares brasileiras. Com base na experiência de outros países como a Austrália, para *H. armigera*, e a Argentina, para *H. gelotopoeon*, é possível estimar que o NDE e os NCs serão muito baixos (poucas lagartas/m²), devido a agressividade da praga (IGARZÁBAL, 2008; ROGERS e BRIER, 2010). Além disso, os NCs devem ser flexíveis, seja ao longo do ciclo da soja, ou para os diversos locais e/ou regiões de cultivo, por considerar o custo dos tratamentos e o valor da produção de soja, que é muito variável (GUEDES et al., 2012).

Determinada a densidade e a distribuição populacional de *H. armigera* na lavoura, o passo seguinte é a tomada de decisão, com base no NDE e NC. O NDE refere-se à densidade populacional de um inseto que causa perda econômica igual ao custo de controle. Já o NC é a densidade populacional em que as medidas de controle devem ser tomadas, para evitar um aumento da população da praga que poderá alcançar o nível de dano econômico (PEDIGO et al., 1986).

O Nível de Dano Econômico (NDE) é um número variável, com base na fórmula ($NDE = [(C / VD) * \%M]$), em que “C” é o custo do controle (soma do valor do inseticida + aplicação), “V” é o valor do Kg da soja, “D” é o dano (em kg) ocasionado pela praga e “%M” é a eficiência do método/inseticida utilizado no controle. A eficiência de controle é utilizada como um fator de correção para o NDE, ou seja, os inseticidas que apresentam baixo percentual de mortalidade, por exemplo eficiência de controle de 60%, o valor final do NDE deve multiplicado por 0,6, resultando em um valor menor para o NC, em comparação com um inseticida que apresenta 100% de eficiência de controle.

Com base nos dados de controle de *H. armigera*, o inseticida Dipel® apresentou eficiência média de 60%, com o custo de aplicação de U\$ 13,20. O NC calculado para esse inseticida foi bem inferior aos demais inseticidas, devido principalmente à baixa eficiência de

controle apresentada (Tabela 6), além do baixo Custo de Aplicação/ha (C). De forma geral, o grupo dos inseticidas biológicos (Dipel[®], Bt Control[®], Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®]) apresentaram NCs menores que os inseticidas considerados “químicos”. Esses menores NCs foram reflexo da baixa eficiência média de controle desses inseticidas, associado ao menor Custo de Aplicação/ha (C) quando comparado aos inseticidas químicos. Assim, esse grupo de inseticidas devem ser utilizados no início da infestação de *H. armigera*, ou seja, com baixos valores de NDE e NC.

Tabela 6 – Nível de Controle para cada inseticida químico e biológico. Brasil. Safra 2013/14.

Tratamento	% E.*	Custo aplicação (U\$ ha ⁻¹)	Valor da saca de soja (U\$/60 kg)					
			15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00
			População larval de <i>Helicoverpa armigera</i> m ⁻² **					
Premio [®]	85	16,1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
Belt [®]	86	22,3	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5
Avatar [®]	76	19,8	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Pirate [®]	94	35,9	2,5	1,9	1,5	1,3	1,1	0,9
Tracer [®]	85	33,0	2,1	1,6	1,2	1,0	0,9	0,8
Atabron [®] + Lannate [®]	64	41,7	2,0	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7
Intrepid [®]	57	20,3	0,9	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
Ampligo [®]	75	17,5	1,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Orthene [®]	86	17,3	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4
Dipel [®]	60	13,2	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2
Bt Control [®]	76	13,2	0,7	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3
Gemstar [®]	63	17,3	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3
HzNPV CCAB [®]	65	15,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3

* Percentual de eficiência média de controle.

** Consumo de uma lagarta de *H. armigera*.m⁻² é 54 kg. ha⁻¹ (Rogers e Brier, 2010).

Por outro lado, o inseticida Pirate[®] apresentou a maior média de controle de *H. armigera* entre os inseticidas testados. Sua eficiência de controle de 94%, mesmo com alto Custo de Aplicação/ha (U\$35,90), elevou o NDE e o NC para 2,5 lagartas de *H. armigera* m⁻², com o valor da saca de soja U\$15,00, o mais elevado entre os tratamentos testados. Dentre os inseticidas químicos, juntamente com Pirate[®], destacaram-se Tracer[®] e a mistura Atabron[®] + Lannate[®], demonstrando que o produtor pode utilizá-los em condições de densidades moderadas da praga. É importante ressaltar que em densidades altas de *H. armigera*, a eficiência de controle dos inseticidas, em geral, tende a diminuir, assim, há um limite de tolerância para a tomada de decisão e aplicação do controle em campo. Os demais inseticidas químicos apresentam NDEs e NCs intermediários, variando de acordo com a eficiência média de controle e com o valor da saca de soja (Tabela 6).

4.5 CONCLUSÃO

Nas condições em que foram realizados os experimentos, os inseticidas químicos Chlorantraniliprole, Flubendiamide, Chlorphenapyr, Spinosad e Acephate, apresentaram o melhor controle de *H. armigera* com 85, 86, 94, 85 e 86%, respectivamente. Entre os inseticidas biológicos, BtControl[®] foi eficiente no controle de lagartas grandes e pequenas de *H. armigera* e Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®] foram eficientes no controle de lagartas pequenas.

Chlorantraniliprole, Flubendiamide e Acephate apresentaram as maiores produtividades e os maiores retornos econômicos entre os inseticidas químicos, os quais foram semelhantes aos inseticidas biológicos BtControl[®], Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®]. Assim, a tomada de decisão do manejo de *H. armigera* em soja pode ser realizado com eficiência e sem impacto aos organismos benéficos.

De posse destes resultados é imprescindível a continuidade da avaliação da eficiência de controle de *H. armigera* com inseticidas químicos e biológicos, visando o melhor manejo da praga com o menor impacto ambiental.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal Economic Entomology**, Maryland, v.18, p.265-267, 1925.

AHMAD, M.; ARIF, M. I.; AHMAD, Z. Susceptibility of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to new chemistries in Pakistan. **Crop Protection**, n. 22, p. 539–544, 2003.

AHMED, S.; ZIA, K.; SHAH, N. R. Validation of chemical control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hub.) with new insecticides. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 6, n. 6, 2004.

AMAR, S.; ALI, S.; GUPTA, P.K. Bio-efficacy of insecticides against Gram Pod Borer, *Helicoverpa armigera* (Hüb.) in Chick pea. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 22, n. 2, 2014.

BABARIYA, P. M.; KABARIA, B. B.; PATEL, V. N.; JOSHI, M. D. Chemical control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* Hubner infesting pigeonpea. **Legume Research**, v. 33, n. 3, p. 224-226, 2010.

BRAMBILA, J. **Instructions for dissecting male genitalia of *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) to separate *H. zea* from *H. armigera***. USDA-APHIS-PPQ, 2009. 16 p.

BRÉVAULT T.; OUMAROU Y.; ACHALEKE J.; VAISSAYRE M.; NIBOUCHE S. Initial activity and persistence of insecticides for the control of bollworms (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton crops. **Crop Protection**, n. 28, p. 401-406, 2009.

CASTRO, M.E.B.; SOUZA, M.L.; SIHLER, W.; RODRIGUES, J.C.M.; RIBEIRO, B.M. Biologia molecular de baculovírus e seu uso no controle biológico de pragas no brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1733-1761, 1999.

CHANKAPUE, R. J.; UNDIRWADE, D. B.; RAUT, A. M. Efficacy of new molecules of insecticides against *Helicoverpa armigera* (Hub.) in laboratory condition. **Trends in Biosciences Journal**, v. 7, n. 18, p. 2783-2785, 2014.

CHEEMA, G. M.; NASREEN, A.; ASHFAQ, M. Application of selective insecticides to control first generation of *Helicoverpa armigera* (Hübner) on cotton. **Pakistan Entomology**, v. 26, n.1, 2004.

DESHMUKH S.G.; SUREJA B.V.; JETHVA D.M.; CHATAR V.P. Field Efficacy of Different Insecticides Against *Helicoverpa Armigera* (Hubner) Infesting Chickpea. **Legume Research - An International Journal**, v. 33, n. 4, p. 269-273, 2010.

GEORGIEVSKA, L.; HOOVER, K.; WERF, W. V. D.; MUÑOZ, D.; CABALLERO, P.; CORY, J. S.; VLAK, J. M. Dose dependency of time to death in single and mixed infections with a wildtype and egt deletion strain of *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus. **Journal of Invertebrate Pathology**, n. 104, p. 44-50, 2010.

GUEDES, J. V. C. et al. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1299-1302, 2006.

GUEDES, J.V.C.; ARNEMANN, J.A.; STURMER, G.R.; ARRUÉ MELO, A.; BIGOLIN, M.; PERINI, C.R.; SARI, B.G. Percevejos da soja: novos cenários, novo manejo. **Plantio Direto**, ano 21, n.127, 2012.

GUNNING, R. V.; BALFE, M. E. Spinosad resistance in Australian *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). In: Proceedings 10th IUPAC International Congress Chemistry of Crop Protection, 10., 2002, Basel. **Anais...** Basel: Wiley Europe, 2002. p. 290.

HARDWICK, D. F. **The corn earworm complex**. Ottawa: Entomological Society of Canada, 1965. 247 p.

IGARZÁBAL, D. **La oruga bolillera (*Helocoverpa gelotopoeon*) en soja**. Laboratorio L.I.D.E.R., 2008. 4 p. (Informe Técnico; 3)

JUNIOR, H. J. G. dos S.; MARQUES, E. J.; POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; RONDELLI, V. M. Suscetibilidade de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lep.: Noctuidae) a *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bacillaceae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 635-641, 2009.

KRANTHI, K. R.; ALI, S. S.; BANERJEE, S. K. Baseline toxicity of spinosad on the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner), in India. **Resistant Pest Management Newsletter**, n. 11, p. 9–12, 2000.

LEVEN, T.; MENSAH, R.; SEQUERIA, R.; WILSON, L.; DILLON, M. **Key insects and mite pest of Australian cotton**. Cotton pest management guide. 2011. 48p.

MANE, P. N.; RATHOD, P. K.; BALODE, K. L.; DESHMUKH, S. N. Efficacy of microbials and botanicals against *Helicoverpa armigera* (Hubner) in Sunflower. **Current Biotica**, v. 7, n. 3, p. 241-245, 2013.

MCLEOD, P. J.; YERIAN, W. C.; YOUNG, S. Y. Inactivation of *Baculovirus heliothis* by ultraviolet irradiation, dew, and temperature. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 30, p. 237-241, 1977.

MORAIS, T. B.; SANCHOTENE, D. M.; MOURA, P. O.; SHERER, M. B.; FORGIARINI, L. F. S. Controle químico da lagarta desfolhadora *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em lavouras de soja. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2014, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.cbe2014.com.br/anais/resumos/resumo-1726.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.

MÜLLER, C.; HARTER, W. R.; PAVAN, L. A.; POGETTO, M. H. D.; VALERIANO, R.; FANELLA, T. L. ExaltTM e TracerTM no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1776) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2014, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.cbe2014.com.br/anais/resumos/resumo-0656.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.

MUÑOZ, D.; CABALLERO, P. Persistence and effects of parasitic genotypes in a mixed population of the *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus. **Biological Control**, v. 19, n. 3, p. 259-264, 2000.

OLIVEIRA, L. C.; SAZAKI, C. S. S.; ECCO, M.; IKEDA, M.; DIAS, W. H.; ZAMBON, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) com o inseticida Pirate[®] na cultura da soja. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2014, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.cbe2014.com.br/anais/resumos/resumo-1016.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.

PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review Entomology**, n.31, p.341-368, 1986.

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

RAGHAVENDRA, K.; BARIK, T. K.; SHARMA, P.; BHATT, R. M.; SRIVASTAVA, H. C.; SREEHARI, U.; DAAH, A. P. Chlorfenapyr: a new insecticide with novel mode of action can control pyrethroid resistant malaria vectors. **Malaria Journal**, v. 10, n. 16, 7 p. 2011.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

SANDEEP, S.; KHANDWE, N.; NEMA K. K. Chemical control of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in Chick pea. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 22, n. 1, p. 85-87, 2014.

SHIVANNA, B. K.; GIRISH, M. R.; SHRUTHI, H.; SHILPA, M. E.; VIKAS, H. M.; MALLIKARJUNA, G. B.; HARISHBABU, S.; SHIVANNA, S.; BASAVARAJ, M. K. Bioecology and management of bud worm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) on FCV tobacco. **International Journal of Science and Nature**, v. 3, n. 4, p. 892-899, 2012.

SHIVANNA, B. K.; LATHA, M.; JEEVITHA, S.; CHETHAN, K. S.; PRIYANKA, K. Management of budworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) with new molecules and its effect on yield in FCV tobacco. **Environment and Ecology**, v. 32, n. 1, p. 129-133, 2014.

SILVA, M. G.; TORRES, E. L.; SILVA, F. M. A.; SERIKAWA, R. H. Efeito residual do inseticida Avatar[®] no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2014, Goiânia. Anais eletrônicos... Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2014a. Disponível em: <<http://www.cbe2014.com.br/anais/resumos/resumo-0546.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.

SILVA, M. G.; GRISOTO, E.; ALVES, F. M. F. R.; SILVA, F. M. A.; SERIKAWA, R. H. Curva de dose resposta do inseticida Avatar[®] no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. In: XXV Congresso Brasileiro de Entomologia, 20., 2014, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2014b. Disponível em: <<http://www.cbe2014.com.br/anais/resumos/resumo-0545.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.

SUN, X. L.; SUN, X. C.; BAI, B. K.; VAN DER WERF, W.; VLAK, J. M.; HU, Z. H. Production of polyhedral inclusion bodies from *Helicoverpa armigera* larvae infected with wild-type and recombinant HaSNPV. **Biocontrol Science and Technology**, n. 15, p. 353-366. 2005.

TARIQ, M.; MALIK, M. A.; IQBAL, N. Management of *Helicoverpa armigera* with different insecticides. **Pakistan Journal Agricultural Sciences**, v. 42, p. 1-2, 2005.

THILAGAM, P.; SIVASUBRAMANIAN, P.; KUTTALAM, S. Bioefficacy of Flubendiamide 480 SC against American bollworm in Cotton and Biochemical changes. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 18, n. 2, p. 384-387, 2010.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. Efeito da radiação ultra-violeta na esterilização do *Baculovirus spodoptera*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, Porto Alegre, RS, 1992. **Resumos...** Porto Alegre: SAAISCTI ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS/CIENTEC, 1992. p.73.

VINAYKUMAR, M. M.; RAGHVANI, K. L.; KRISHANA NAIK, L.; BIRADAR, A. K. e CHANDRASHEKAR, G. S. Management of *Spodoptera litura* (Fabr.) and *Helicoverpa armigera* (Mats.) in soybean with newer insecticides. **International Journal of Green and Herbal Chemistry**, v. 2, n. 3, p. 665-674, 2013.

WANG, W.; MO, J. C.; CHENG, J. A.; ZHUANG, P. J.; TANG, Z. H. Selection and characterization of spinosad resistance in *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesticide Biochemistry Physiology**, n. 84, p. 180–187, 2006.

WATSON, G. B. Actions of insecticidal spinosyns on aminobutyric acid responses from small-diameter cockroach neurons. **Pesticide Biochemistry Physiology**, n. 71, p. 20–28, 2001.

YOUNG, H. P.; BAILEY, W. D.; ROE, R. M. Spinosad selection of a laboratory strain of the tobacco budworm, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), and characterization of resistance. **Crop Protection**, n. 22, p. 265–273, 2003.

5 DISCUSSÃO

Com base na chave pictórica, as espécies de Heliothinae de importância agrícola no Brasil podem ser identificadas utilizando caracteres morfológicos externo dos adultos. As pernas dos machos das mariposas do gênero *Helicoverpa* apresentam estruturas úteis para a identificação da espécie por técnicos com auxílio de lupa de mão em condições de campo aliado ao uso de armadilha com feromônio sexual da fêmea. A tíbia do primeiro par de pernas foi útil para separar as espécies de *H. armigera* e *H. zea*, que são próximas morfológicamente.

A identificação específica pela tíbia do primeiro par de pernas, permite ao técnico fazer uma indicação de manejo precisa e rápida, que no caso de *Helicoverpa* spp. é fundamental para reduzir os riscos de seus danos, principalmente no estágio reprodutivo da soja. A identificação da espécie-praga, no levantamento populacional da lavoura, é uma das bases do Manejo Integrado de Pragas (MIP) para a tomada de decisão da melhor técnica de manejo a ser adotada.

Dentre as técnicas de manejo para o controle de *H. armigera* em soja, a pulverização de inseticidas é a mais adotada entre os produtores. Dessa maneira, o estudo da eficiência de inseticidas no controle de *H. armigera* em soja, demonstrou que os tratamentos, sejam estes químicos ou biológicos, mostraram-se eficientes no controle da lagarta *Helicoverpa*. Assim, para a escolha do tratamento deve-se atentar ao nível de controle, as doses recomendadas, ao tamanho das lagartas, a seletividade aos inimigos naturais e a toxicidade aos humanos.

A eficácia dos inseticidas usados para o manejo de *H. armigera* na cultura da soja é fundamental para evitar perdas na cultura, principalmente devido a sua história de rápida evolução da resistência a inseticidas, e a presença de cultivos hospedeiros durante todo o ano. Além disso, é fundamental a continuidade dos estudos de eficiência de inseticidas no controle de *H. armigera*, uma vez que já se tem casos de resistência para os inseticidas, Spinosad, Acephate, Indoxacarb, Methomyl e piretróides em outros países.

6 CONCLUSÃO

As espécies de *H. armigera* de *H. zea* são identificadas com a chave pictórica pelo caractere morfológico externo, a tíbia do primeiro par de pernas, com o tamanho e forma da mesma, principalmente entre os machos. Essa chave pode ser utilizada por técnicos em campo ou em laboratório.

Os inseticidas químicos Chlorantraniliprole, Flubendiamide e Acephate, controlam as lagartas de *H. armigera*, com os maiores retornos econômicos. Os inseticidas BtControl[®], Gemstar[®] e HzNPV CCAB[®] controlam lagartas pequenas de *H. armigera*, com os maiores retornos econômicos entre os inseticidas biológicos, sendo semelhantes aos inseticidas químicos.

ANEXOS

Anexo 1. Descrição dos estádios de desenvolvimento da soja.

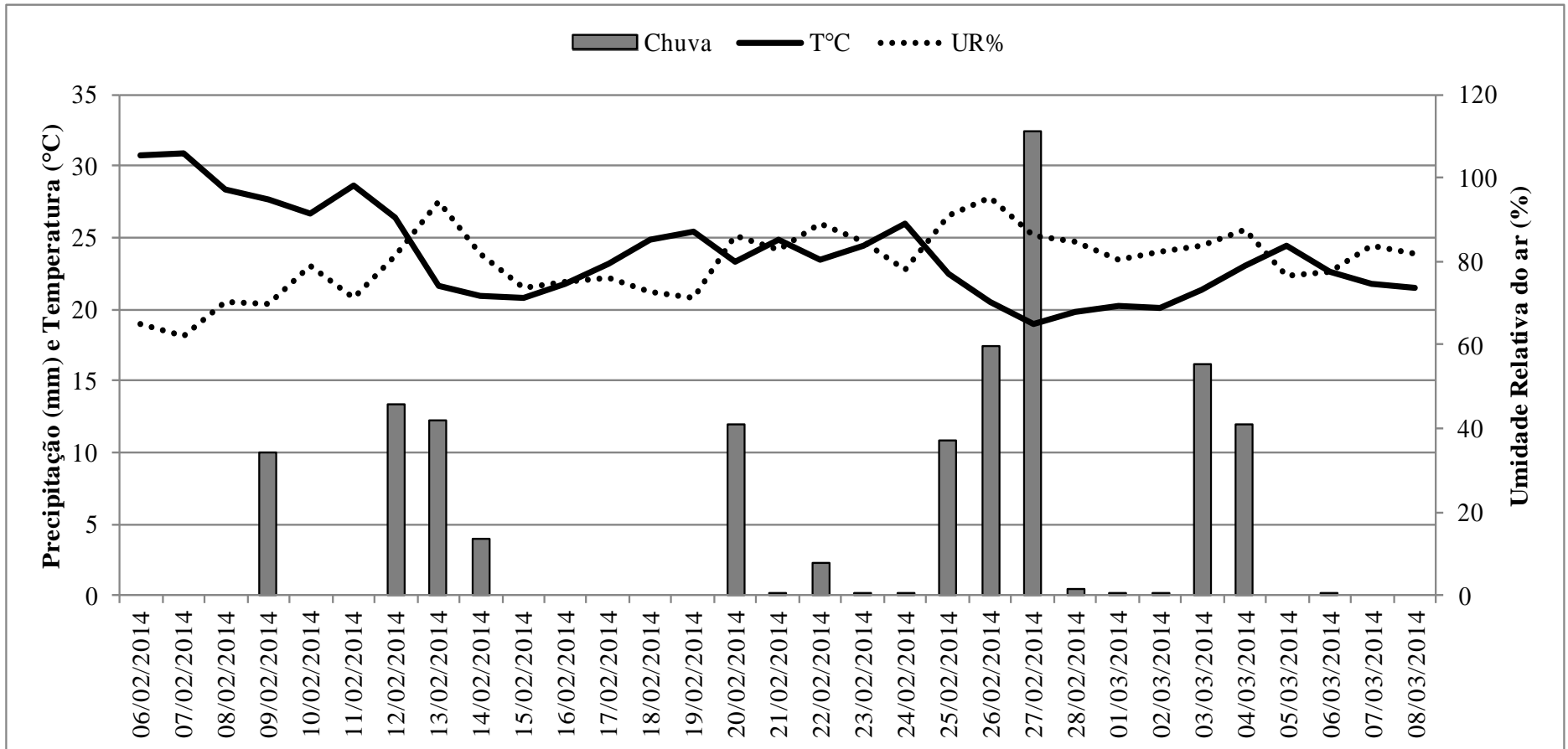
I Fase Vegetativa

VC	Da emergência a cotilédones abertos.
V1	Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas.
V2	Segundo nó; primeiro trifólio aberto.
V3	Terceiro nó, segundo trifólio aberto.
Vn	Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.

II Fase Reprodutiva (observação na haste principal)

R1	Início da floração até 50% DAA plantas com uma flor.
R2	Floração plena. Maioria dos racemos com flores abertas.
R3	Final da floração. Vagens com até 1,5 cm de comprimento.
R4	Maioria DAA vagens no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis.
R5.1	Grãos perceptíveis ao tato a 10% de granação.
R5.2	Maioria DAA vagens com granação de 10 a 25%.
R5.3	Maioria DAA vagens entre 25 e 50% de granação.
R5.4	Maioria DAA vagens entre 50 e 75% de granação.
R5.5	Maioria DAA vagens entre 75 e 100% de granação.
R6	Vagens com granação de 100% e folhas verdes.
R7.1	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens.
R7.2	Entre 51 e 75% de folhas e vagens amarelas.
R7.3	Mais de 76% de folhas e vagens amarelas.
R8.1	Início a 50% de desfolha.
R8.2	Mais de 50% de desfolha pré-colheita.
R9	Ponto de maturação de colheita.

Fonte: Ritchie, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science And Technology Cooperative Extension Service. SpecialReport, 53, mar. 1994. (Adaptado por J. T. Yorinori (1996)).



Anexo 2. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 6 de Fevereiro de 2014 a 8 de Março de 2014 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM.