

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ALIMENTAR
E DE OVIPOSIÇÃO, CATEGORIAS E MECANISMOS DE
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA À *Helicoverpa
armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Renato Franco Oliveira de Moraes

Engenheiro Agrônomo

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ALIMENTAR
E DE OVIPOSIÇÃO, CATEGORIAS E MECANISMOS DE
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA À *Helicoverpa
armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Renato Franco Oliveira de Moraes

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2017

M827t Moraes, Renato Franco Oliveira de
Técnicas de avaliação do desempenho alimentar e de oviposição, categorias e mecanismos de resistência de genótipos de soja à *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) / Renato Franco Oliveira de Moraes. -- Jaboticabal, 2017
x, 118 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientador: Arlindo Leal Boiça Junior

Banca examinadora: Flávio Gonçalves de Jesus, Aniele Pianoscki de Campos, Daniel Junior de Andrade, Raphael de Campos Castilho
Bibliografia

1. *Glycine max* (L.) Merrill, 2. Cotton bollworm. 3. Metodologia de pesquisa. 4. Antixenose. 5. Antibiose. 6. Resistência de plantas a insetos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.78:633.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ALIMENTAR E DE OVIPOSIÇÃO,
CATEGORIAS E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA À
Helicoverpa armigera (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

AUTOR: RENATO FRANCO OLIVEIRA DE MORAES

ORIENTADOR: ARLINDO LEAL BOIÇA JUNIOR

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOIÇA JUNIOR
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. FLÁVIO GONÇALVES DE JESUS
Instituto Federal Goiano - IFG / Campus de Urutai, GO



Profa. Dra. ANIELE PIANOSCKI DE CAMPOS
UNIFAFIBE / Bebedouro, SP



Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 17 de fevereiro de 2017.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RENATO FRANCO OLIVEIRA DE MORAES – Filho de Honorato Quirino de Moraes e Vânia Aparecida Oliveira de Moraes, natural de Caçu, GO, nascido no dia 04 de junho 1987. Formado no Curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Cassilândia, MS, no ano de 2011. Durante a graduação, realizou estágios nas áreas de Entomologia Agrícola por cinco anos, desenvolvendo pesquisas com cigarrinha-das-pastagens, plantas inseticidas, controle microbiano de percevejos em soja, e lagartas do milho, sob orientação da Prof. Dra. Luciana Cláudia Toscano Maruyama. Realizou estágio na Agência Paulista de tecnologia dos Agronegócios – APTA, durante os meses de dezembro de 2010 a fevereiro de 2011, sob supervisão do Pesquisador Dr. Marcelo Francisco Arantes Pereira. Realizou estágio curricular obrigatório no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP durante os meses de agosto de 2011 a novembro de 2011, sob supervisão do Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior. Em março de 2012, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, atuando em pesquisas em resistência de plantas a insetos e inseticidas botânicos, sob orientação do Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Aprovado na seleção de Doutorado na mesma instituição, com início em março de 2014, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES, e orientado novamente pelo Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior.

“O preço de qualquer coisa é a quantidade de vida que você troca por isso”.

Henry David Thoreau

Agradeço

A Deus por sempre ter me dado forças para alcançar meus objetivos.

Dedico

Aos meus pais Honorato e Vânia,

Aos meus irmãos Eduardo e Henrique,

A minha namorada Natali Calazança dos Santos,

por tudo que representam em minha vida.

Ofereço

Ao meu avô Enock Domingos de Moraes e a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado em Agronomia (Entomologia Agrícola).

Ao Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior, pela competente orientação, além da paciência, compreensão e atenção, necessárias para a elaboração deste e de demais trabalhos.

A minha namorada Natali Calazança dos Santos pelo amor, companheirismo e principalmente pela compreensão durante os dias em que estive realizando minhas pesquisas.

Aos professores do curso de pós-graduação em Entomologia Agrícola pelo conhecimento e sabedoria transmitidos.

Ao meu amigo e companheiro de trabalho Wellington Ivo Eduardo por todo apoio e auxílio na realização desta pesquisa.

Ao técnico de laboratório Dr. Zulene Antonio Ribeiro, pelo apoio e ajuda na realização das pesquisas.

Aos colegas e parceiros de trabalho do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza, Eduardo Neves Costa, Mirella Marconato Di Bello, Luciano Nogueira, Marcelo Muller de Freitas, Carlos de Freitas, Paulo Barcelos e Stéfane Faria.

A todos os funcionários do Departamento de Fitossanidade, em especial a Lígia Dias Fiorezzi, por toda colaboração e auxílio durante o período de minha pós-graduação.

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
Capítulo 1 – Considerações Gerais	1
1. Introdução	1
2. Revisão de Literatura	3
2.1. A cultura da soja	3
2.2. Aspectos taxonômicos, biológicos e morfológicos de <i>Helicoverpa armigera</i>	5
2.2.1. Fase Ovo	6
2.2.2. Fase Larva	7
2.2.3. Fase Pupa	7
2.2.4. Fase Adulto	8
2.3. Importância econômica e hospedeiros de <i>Helicoverpa armigera</i>	9
2.4. Métodos de controle de <i>Helicoverpa armigera</i>	10
2.4.1. Controle Químico	10
2.4.2. Controle Biológico	12
2.4.3. Plantas Resistentes a Insetos	13
2.5. Fatores que influenciam a expressão de resistência de plantas a insetos	16
3. Referências Bibliográficas	17
Capítulo 2 – Técnicas de avaliação do desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> em soja	28
Resumo	28
Abstract	29
1. Introdução	30
2. Material e Métodos	31
2.1. Manutenção de plantas de soja	32
2.2. Experimentos de não preferência para alimentação	32
2.3. Experimentos de não preferência para oviposição	34
2.4. Experimento de antibiose	35
2.5. Análise estatística	36
3. Resultados e Discussão	37
3.1. Experimentos de não preferência para alimentação.....	37
3.2. Experimentos de não preferência para oviposição	45
3.3. Experimento de antibiose	50
4. Conclusões	50
5. Referências Bibliográficas	51

Capítulo 3 - Atratividade e consumo de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja	56
Resumo	56
Abstract	57
1. Introdução	58
2. Material e Métodos	60
3. Resultados	62
4. Discussão	73
5. Conclusões	76
6. Referências Bibliográficas	76
Capítulo 4 – Preferência para oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) por genótipos de soja	80
Resumo	80
Abstract	81
1. Introdução	82
2. Material e Métodos	84
3. Resultados	86
4. Discussão	89
5. Conclusões	93
6. Referências Bibliográficas	93
Capítulo 5 – Aspectos biológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> em genótipos de soja	97
Resumo	97
Abstract	98
1. Introdução	99
2. Material e Métodos	100
3. Resultados	102
4. Discussão	107
5. Conclusões	111
6. Referências Bibliográficas	111
Capítulo 6 – Considerações Finais	116

TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ALIMENTAR E DE OVIPOSIÇÃO, CATEGORIAS E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE SOJA À *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

RESUMO – Dentre as espécies que podem ocasionar danos a cultura da soja, as lagartas da espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), tem tido destaque no cenário mundial e mais recentemente na agricultura brasileira. Com a importância dos aspectos comportamentais e a determinação das categorias de resistência de genótipos de soja ao ataque de *H. armigera*, essa pesquisa teve por objetivo de avaliar o desempenho desta espécie em condições de laboratório frente a genótipos de soja, nas categorias de não preferência para alimentação e/ou oviposição e antibiose. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, sob condições controladas. Para os testes inerentes aos aspectos comportamentais foram avaliados; a densidade larval, local de coleta de folhas, estágio de desenvolvimento da planta, forma do substrato alimentar e estrutura vegetal, densidade de casais e o estágio de desenvolvimento da planta, e a estrutura vegetal para testes de antibiose. Para o teste de não preferência para alimentação foram avaliados 13 genótipos de soja convencional e 9 com tecnologia *Roundup Ready*® (RR) em testes com e sem chance de escolha. Neste teste avaliou-se a atratividade e consumo das lagartas. Já para a preferência para oviposição foram realizados testes com e sem chance de escolha, utilizando 8 genótipos de soja, avaliando-se o número de ovos após o período de 24 horas e número de tricomas em duas áreas circulares de 3,14 mm² nas partes abaxial e adaxial de dois folíolos superiores totalmente expandidos por planta. Para o teste de antibiose utilizou-se 8 genótipos de soja onde foram avaliados os parâmetros biológicos durante o ciclo do inseto. Para os aspectos comportamentais, verificou-se que a utilização de duas lagartas, utilizando-se folíolos provenientes da parte superior das plantas em estágio reprodutivo, proporciona a melhor diferenciação na preferência alimentar. A utilização de um casal e plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo (R2), proporciona melhores resultados em teste de preferência para oviposição, e o melhor substrato alimentar para o melhor desenvolvimento da espécie é a combinação de folhas mais vagens. Dentre os genótipos avaliados na preferência alimentar, IAC 100 e PI 227682 foram menos consumidos, e que W711 RR foi mais preferido para alimentação. Quanto a preferência para oviposição, aferiu-se que M8230 RR e W711 RR foram menos preferidos para oviposição e que PI 227687 foi preferido para oviposição. Em relação aos aspectos biológicos verificou-se que PI 227687, PI 277682 e IAC 100 foram os menos adequados para o desenvolvimento de *H. armigera*, enquanto que BRS Valiosa RR, CD 208 e M7908 RR encontraram-se resultados mais favoráveis ao desenvolvimento do inseto.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, cotton bollworm, metodologia de pesquisa, antixenose, antibiose, resistência de plantas a insetos.

TECHNICAL ASSESSMENT OF FEEDING PERFORMANCE AND OVIPOSITION, CATEGORIES AND MECHANISMS OF SOYBEAN GENOTYPES RESISTANCE TO *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

ABSTRACT – Among the species that could cause damage on soybean crops caterpillars of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) has been featured on the world scenario and recently in Brazilian agriculture. Thus, the importance of behavioral aspects and the ascertainment of soybean resistance genotype category to *H. armigera* attack, this work aimed to evaluate the species performance of soybean genotypes in laboratory conditions on non preference for feeding, oviposition and antibiosis category. The experiments were performed at Host Plant Resistance against insects Laboratory at Crop Protection at Faculty of Agriculture and Veterinary Sciences, Jaboticabal-SP under controlled conditions. Regarding to the behavioral aspects tests were evaluated: larva density, part of leaf collection, plant development stage, feed substrate shape and vegetal structure, couple density and plant development stage and vegetal structure for antibiosis test. For non preference for feeding were evaluated 13 conventional soybean genotypes and 9 Roundup Ready® (RR) technology soybean genotypes, in free-choice and non choice test. In this test the larvae attractiveness and consumption were evaluated. To oviposition preference test were conducted free-choice and non-choice tests using 8 soybean genotypes where were evaluated the number of eggs after 24 hours and the number of trichome on two circular areas of 3.14 mm² on adaxial and abaxial surfaces of two upper fully expanded leaflets per plant. For antibiosis was used 8 soybean genotypes where were evaluated the biological parameters during the insect cycle. To behavioral aspects it was found that the utilization of two larvae and leaflets of upper of plants in reproductive stage development provides better differentiation on feeding preference. The utilization of one couple per plant and reproductive development stage (R2) provides better results in oviposition preference test, and the best food substrate for the development of the species is the combination of leaves and pods. Between the evaluated genotypes for feeding preference IAC 100 and PI 227682 were less consumption and W711 RR was more preferred for feeding. As oviposition preference, it was found that M8230 RR and W711 RR were less preferred for oviposition and PI 227687 was more preferred for oviposition. Regarding to biological aspects it was found that PI 227687, PI 277682 and IAC 100 were less suitable for development for *H. armigera* while BRS Valiosa RR, CD 208 and M7908 it was found favorable results for insect development.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill, cotton bollworm, research methodologies, antixenosis, antibiosis, host plant resistance against insects.

LISTA DE TABELAS

Página

Capítulo 2. Técnicas de avaliação do desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em soja

- Tabela 1.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos foliares de plantas de soja BR 16, sob diferentes densidades larvais. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014. 38
- Tabela 2.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos de plantas de soja BR 16 da parte superior e inferior da planta. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014. 39
- Tabela 3.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos foliares de plantas de soja BR 16 em estágio de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014. 42
- Tabela 4.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos foliares e folíolos de plantas de soja BR 16 em estágio reprodutivo. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014. 43
- Tabela 5.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e porcentagem de injúria (%), em folíolos e vagens de plantas de soja BR 16 em estágio reprodutivo. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014. 44
- Tabela 6.** Número médio (\pm EP) ovos de *Helicoverpa armigera* por planta de soja BR16, sob diferentes densidades de casais. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2015. 45
- Tabela 7.** Média (\pm EP) do número de ovos de *Helicoverpa armigera* por planta de soja BR16, em estágio de desenvolvimento vegetativo V8, reprodutivo R2, e

- reprodutivo R5.2, em teste com e sem chance de escolha. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 46
- Tabela 8.** Média (\pm EP) da duração do período larval e pupal (dias), viabilidade larval e pupal (%) de *Helicoverpa armigera* em diferentes estruturas vegetais do cultivar de soja BR 16. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.48
- Tabela 9.** Média (\pm EP) do peso larval com 10 dias de idade, e de pupa com 24h (Mg), e razão sexual de *Helicoverpa armigera* em diferentes estruturas vegetais do cultivar de soja BR 16. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 48
- Tabela 10.** Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), ciclo total (dias) e viabilidade total (%) de *Helicoverpa armigera* em diferentes estruturas vegetais do cultivar de soja BR 16. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 49
- Capítulo 3. Atratividade e consumo de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja**
- Tabela 1.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por genótipos de soja convencional, na primeira etapa de seleção em teste com e sem chance de escolha (Grupo 1). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 62
- Tabela 2.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por genótipos de soja convencional, na primeira etapa de seleção em teste com e sem chance de escolha (Grupo 2). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 66
- Tabela 3.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por folíolos de genótipos de soja convencional, na segunda etapa de seleção em teste com e sem chance de escolha (Grupo 3). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 67
- Tabela 4.** Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por folíolos de genótipos de soja transgênica (RR), em teste com e sem chance de escolha (Grupo 4). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015. 69

Tabela 5. Número médio (\pm EP) de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> atraídas por folíolos de genótipos de soja convencional e transgênica (RR), em teste com e sem chance de escolha (Grupo 5). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.	71
--	----

Capítulo 4. Preferência para oviposição de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) por genótipos de soja

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de ovos de <i>Helicoverpa armigera</i> por planta obtidos em teste com e sem chance de escolha, em genótipos de soja. Jaboticabal, SP, 2015.	86
Tabela 2. Número médio (\pm EP) de tricomas por cm^2 presentes em folíolos de plantas de genótipos de soja. Jaboticabal, SP, 2015.	87

Capítulo 5. Aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja

Tabela 1. Média (\pm EP) do peso larval (mg), viabilidade larval aos 10 dias e total (%) e duração do período larval (dias) de <i>Helicoverpa armigera</i> em genótipos de soja. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2016.	102
Tabela 2. Média (\pm EP) da viabilidade pupal (%) e duração do pupal (dias), do peso pupal (mg) e a razão sexual de <i>Helicoverpa armigera</i> em genótipos de soja. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2016.	103
Tabela 3. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), ciclo total (dias) e viabilidade total (%) de <i>Helicoverpa armigera</i> em genótipos de soja. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2016.	104
Tabela 4. Autovalores obtidos da análise dos componentes principais CP1 e CP2 dos parâmetros biológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> , alimentadas com genótipos de soja. Jaboticabal, SP, 2016.....	107

LISTA DE FIGURAS

Página

Capítulo 3. Atratividade e consumo de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja

- Figura 1.** Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja convencional na primeira etapa de seleção, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos pertencentes ao Grupo 1 (Com chance $F = 2,45$, $P = 0,0445$, Sem chance $F = 8,11$, $P = <0,0001$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de média os dados foram transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$ 64
- Figura 2.** Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja convencional na primeira etapa de seleção, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos pertencentes ao Grupo 2 (Com chance $F = 6,71$, $P = 0,0081$, Sem chance $F = 3,83$, $P = 0,0025$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de média os dados foram transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$ 65
- Figura 3.** Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos convencionais na segunda etapa de seleção (Grupo 3) (Com chance $F = 5,51$, $P = < 0,0001$, Sem chance $F = 11,58$, $P = < 0,0001$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$ 68
- Figura 4.** Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos de soja transgênica (Grupo 4) (Com chance $F = 12,10$, $P = < 0,0001$, Sem chance $F = 6,57$, $P = <0,0001$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$ 70
- Figura 5.** Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja convencional e transgênica, pertencente ao Grupo 5, em testes com e sem chance de escolha. (Com chance $F = 9,08$, $P = < 0,0001$, Sem chance $F = 4,80$, $P = 0,0002$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$ 72

Capítulo 4. Preferência para oviposição de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) por genótipos de soja

Figura 1. Índice de preferência para oviposição e classificação dos genótipos de soja quanto à oviposição de *Helicoverpa armigera*, em teste com chance de escolha. EP = Erro Padrão. Jaboticabal, SP, 2015. 88

Figura 2. Índice de preferência para oviposição e classificação dos genótipos de soja quanto à oviposição de *Helicoverpa armigera*, em teste sem chance de escolha. EP = Erro Padrão. Jaboticabal, SP, 2015. 89

Capítulo 5. Aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja

Figura 1. Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento, obtidos a partir dos parâmetros biológicos de *Helicoverpa armigera*, alimentadas com genótipos de soja. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos. 105

Figura 2. Distribuição dos genótipos de soja e dos parâmetros biológicos *Helicoverpa armigera*, segundo a análise dos componentes principais. 106

Capítulo 1 – Considerações gerais

1. Introdução

A cultura da soja tem grande destaque na agricultura brasileira, com área plantada de 33 milhões de hectares e produção 102 milhões de toneladas, a soja é colocada como principal produto agrícola no Brasil (CONAB, 2016).

No entanto, a cultura da soja está sujeita a vários problemas fitossanitários, com destaque para lagartas desfolhadoras, cujos ataques reduzem significativamente o potencial produtivo das plantas. Dentre as pragas que atualmente têm preocupado os sojicultores brasileiros, as lagartas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) tem apresentado grande importância, tendo em vista que até pouco tempo era considerada uma praga quarentenária A1 no Brasil. Esta praga inicialmente foi detectada nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso no ano de 2013, sendo este, o primeiro registro de ocorrência no Continente Americano (CZEPAK et al., 2013).

Por ser uma espécie polífaga, *H. armigera* possui capacidade de alimentar-se de vários hospedeiros, como as culturas da soja, milho, algodoeiro, tomateiro, grão-de-bico, sorgo, feijoeiro, crisântemo, amendoimzeiro, quiabeiro, ervilha, tabaco, batata, hortícolas e citros (LAMMERS & MACLEOD, 2007), plantas daninhas (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013) e milheto (PATAL & KOSHYIA, 1997).

Este hábito polífago, em associação com sua alta capacidade de dispersão, e a presença de hospedeiros alternativos nas proximidades agrícolas, podem dar suporte à permanência de populações na área (FITT 2000, CZEPAK et al., 2013), dificultando-se assim seu controle.

No Brasil, o seu controle também baseia-se principalmente na adoção de moléculas químicas (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013). Entretanto, quando o controle químico é empregado de forma contínua, e em alguns casos de forma incorreta, proporciona grandes riscos de contaminação aos trabalhadores, ao meio

ambiente, efeito sobre populações de inimigos naturais, e principalmente, seleção de populações resistentes (DOURADO, 2009).

Desse modo, a utilização de plantas resistentes pode vir a ser uma alternativa no controle de *H. armigera* nos diversos sistemas produtivos (SMITH, 2005), pois uma planta resistente é aquela que, devido à soma de seus genes constitutivos, expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas, que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições.

A utilização deste método de controle proporciona à redução na população de pragas, sem causar desequilíbrios, apresenta efeito cumulativo, não onerar o agricultor, apresenta compatibilidade com as demais táticas de controle, podendo ser utilizada em programas de manejo integrado de pragas (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013b).

No Brasil, a resistência de cultivares de soja a pragas já foi observada para várias espécies fitófagas, podendo citar estudos com as espécies *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857), *Spodoptera eridania* (Cramer, 1872) e *S. cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebididae), *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) (PORTILLO; PITRE, 1992; FUGI, LOURENÇÃO, PARRA, 2005; COSTA et al., 2014; SOUZA et al., 2014; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015a).

Por ser uma característica genética da planta, a resistência de plantas a insetos pode sofrer variações quanto a sua expressão, sendo que vários fatores, tais como: inerentes ao inseto, a planta ou o ambiente, que podem influenciar afetando ou favorecendo a expressão da resistência (SMITH, 2005, BOIÇA JÚNIOR et al., 2015b).

Diante disto, para a realização de experimentos em laboratório que visem avaliar os aspectos bionômicos, e as diferentes categorias e causas de resistência de genótipos de soja por *H. armigera*, é necessário elaborar métodos e procedimentos, bem como selecionar os materiais mais adequados para serem utilizados em ensaios, visando às condições ideais para a constatação da resistência.

Também visando a maior eficiência no controle de *H. armigera* nos diversos sistemas produtivos, é de fundamental importância conhecer a dinâmica populacional do inseto, bem como a capacidade, e o comportamento alimentar, fatores ambientais, tipos de controle, inimigos naturais, agentes patológicos e genótipos resistentes, para então, estabelecer um programa de manejo integrado (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo estabelecer melhores técnicas de avaliação do desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos, e selecionar nas categorias não preferência para alimentação e oviposição e antibiose, genótipos de soja resistentes a *H. armigera*.

2. Revisão de literatura

2.1. A cultura da soja

A soja é uma planta dicotiledônea pertencente à família Fabaceae, subfamília Papiolionoideae, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* Merrill. A planta apresenta sistema radicular pivotante com ramificações e presença de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio (MULLER, 1981). Seu caule é herbáceo e ereto, medindo de 80 a 150 cm de comprimento. As folhas são alternadas e trifolioladas, com folíolos ovalados ou lanceolados. As flores são axilares, sésseis, de coloração branca, violácea ou amarela. Os frutos são vagens, as quais são levemente curvadas, achatadas, deiscentes e pubescentes, e contêm de duas a cinco sementes. Estas possuem formato liso, ovoide, globoso ou elíptico, com hilo pequeno (HICKS, 1978; MULLER, 1981; BERGAMIN; CANCIAN; CASTRO, 1999).

O ciclo das plantas de soja dura em média entre 80 e 200 dias, e pode ser influenciado pelas condições ambientais da região onde são cultivadas e da cultivar utilizada. As plantas apresentam basicamente dois estádios de desenvolvimento fenológico: vegetativo, que compreende as fases de estabelecimento e

desenvolvimento das plantas; e o reprodutivo, iniciando-se com o florescimento até a maturação das vagens (NEUMAIER et al., 2000). A classificação dos estádios fenológicos da soja proposta por Fehr e Cavines (1977), utiliza os estádios vegetativos designados pela letra “V” e os reprodutivos pela letra “R”, e exceto pelos estádios VE (emergência) e VC (cotilédone), as letras “V” e “R” são seguidas por números que identificam estádios específicos dentro das fases vegetativa e reprodutiva da planta.

A soja que é cultivada atualmente é muito diferente de seus ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras, que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. Apesar de conhecida, e explorada no Oriente há mais de cinco mil anos, é reconhecida como uma das mais antigas plantas cultivadas do planeta. O primeiro registro relacionado ou cultivo comercial no Brasil foi relatado no Município de Santa Rosa, RS, em 1914, porém, apenas a partir de 1941 a leguminosa se destacou economicamente com uma produção de 450 toneladas em uma área de 640 hectares, atingindo uma produtividade média de 700 kg.ha⁻¹ (EMBRAPA, 2004).

Com os dados do quarto levantamento da safra, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), verificou um incremento de 3% na área plantada de soja, que atingiu área plantada de 33 milhões de hectares, com produção de 102 milhões de toneladas na safra de 2015/16 (CONAB, 2016).

A utilização da soja é muito conhecida pela extração do óleo vegetal usado principalmente na fritura de alimentos e tempero de saladas (JORGE et al., 2005). A leguminosa também se constitui em um dos principais ingredientes na alimentação de gado, suínos e aves domésticas (ZAMBOM et al., 2001). Além dessas principais utilidades, devido à preocupação das pessoas em ingerirem alimentos mais nutritivos e saudáveis, atualmente a soja vem sendo cada vez mais consumida na forma *in natura*, além dos vegetarianos, que a utilizam como uma das principais fontes proteicas em sua dieta (GAZZONI, 2015).

A soja é um dos principais produtos agrícolas, é produzida nos cinco continentes e apresenta intenso comércio internacional. Em cada continente, o complexo de pragas é diferenciado, e as pragas, tanto as nativas como as

introduzidas, variam quanto ao grau de importância, dentro do sistema de produção da cultura (KOGAN; TURNIPSEED, 1987, HOFFMANN-CAMPO et al., 2003;).

Neste contexto, o complexo de lagartas desfolhadoras apresenta grande importância, pois são encontradas lagartas de normal ocorrência na cultura, como a lagarta-da-soja, *A. gemmatalis*, bastante conhecida dos produtores, e as outras espécies de lepidópteros que tem apresentado grande risco a cultura, como e o caso das espécies *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), *S. cosmioides*, *S. eridania*, *C. includens*, e mais recentemente espécies do gênero *Helicoverpa* spp., em especial a espécie *H. armigera*.

2.2 Aspectos taxonômicos, biológicos e morfológicos de *Helicoverpa armigera*

Dentre os insetos que são caracterizados como pragas, a ordem Lepidoptera representa cerca de 10% destes insetos. Esse grupo apresentam o desenvolvimento holometabólico, e uma grande variação de tamanho, sendo que a maioria das espécies tem tamanho de médio à pequeno (HOLLOWAY et al., 1987; PAULA et al., 2004).

Uma das subfamílias de Noctuidae que atualmente tem tido destaque é Heliiothinae, composta por cerca de 400 espécies de mariposas, cosmopolitas e polífagas (MITTER et al., 1993), dentre estas, está presente a espécie *H. armigera*.

A posição taxonômica desta espécie foi alterada desde a sua primeira classificação até o presente momento. Assim, quando citamos a espécie *H. armigera*, podemos encontrar diferentes combinações de gênero: *Chloridea armigera*, *Heliothis armigera* e *Noctua armigera*, no entanto, podem ser encontrados ainda alguns sinônimos: *Chloridea obsoleta* F., *Heliothis conferta* Walker, *Heliothis guidellii* Constantini, *Heliothis pulverosa* Walker, *Heliothis rama* Bhattacharjee & Gupta, *Heliothis uniformis* Wallengren.

A posição taxonômica de *H. armigera* segundo a Fauna Europaea (2015) é a seguinte:

Reino Animalia

Filo Artropoda

Classe Insecta

Ordem Lepidoptera

Super família Noctuoidea

Família Noctuidae

Subfamília Heliiothinae

Género *Helicoverpa* Hardwick 1965

Espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805)

Está espécie ainda é conhecida por nomes comuns e ou locais: African cotton bollworm, old World bollworm, cotton bollworm, tobacco budworm (Inglaterra), noctua del tomate (Espanha), noctuelle des tomates (França), elotide del pomodoro (Itália), lagarta-do-tomate (Portugal) (OEPP, 2008).

Os danos às plantas ocorrem devido à alimentação de sua fase jovem, as lagartas, podem alimentar-se de todas as partes das plantas, restringindo o desenvolvimento da planta ou até mesmo sua completa destruição (HOLLOWAY et al., 1987; PAULA et al., 2004).

2.2.1 Fase ovo

Os ovos recém-colocados são geralmente de coloração branco pálido, eventualmente, pode ser marrom pálido, acentuando sua cor a tons de marrom escuro próximo a eclosão das larvas (KARIM, 2000). A parte apical do ovo é lisa, porém, em seu restante apresenta estrias longitudinais (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013).

2.2.2 Fase larva

Apresenta seis instares larvais, sendo que a lagarta recém-eclodida apresenta cor branca, posteriormente cor pálida, onde ao fim deste instar as lagartas apresentam a cabeça, tórax e pernas marrons com manchas avermelhadas e comprimento médio 1,7 mm. O segundo e terceiro instar, variam de 3 à 5,4 mm e de 9 à 10 mm, respectivamente (KARIM, 2000). Como o período larval pode durar mais de duas semanas, dependendo das condições climáticas, no último instar a lagarta pode chegar a possuir de 30,0 mm a 40,0 mm de comprimento, e coloração variando do verde ao amarelo claro, marrom avermelhado ou preto (EPPO, 1981).

Esta espécie ainda apresenta características morfológicas específicas como, o formato de uma “sela” no primeiro segmento abdominal devido à presença de tubérculos abdominais escuros e visíveis (MATTHEWS, 1999), à textura do tegumento levemente coriáceo, e quando perturbada, apresenta comportamento peculiar, encurvando a cápsula cefálica até o primeiro par de falsas pernas, e assim permanecendo por algum tempo (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013).

Um fato interessante em relação a esta espécie, é que a partir do terceiro instar as lagartas apresentam comportamento canibal (KAKIMOTO, FUJISAKI e MIYATAKE, 2003).

2.2.3 Fase pupa

Ao fim da fase larval, as lagartas migram para o solo, que de acordo com a textura constroem uma câmara pupal a uma profundidade de 2 a 17 centímetros, produzindo um tipo de casulo, que serve para sua proteção, onde completa sua fase transformando-se em pupa. A pupa no início apresenta-se de cor verde-claro, mas o exoesqueleto esclerotiza-se completamente ao fim de 24 horas, apresentando então uma cor castanha, medindo de 14-18 mm de comprimento, com suas extremidades, anterior e posterior redondas e formato fusiforme (KARIM, 2000). Neste momento é

possível realizar a sexagem através da observação da genitália externa (ARAÚJO, 1990).

Em meses de temperatura mais elevada como o verão, a emergência das mariposas se dá em um período de 8 a 10 dias após a pupação, e em casos mais extremos, como baixas temperaturas, pode ocorrer a diapausa facultativa, podendo este período chegar a vários meses (KARIM, 2000).

Segundo Ferreira (1989), o período pupal é determinado em função da temperatura em que as pupas são condicionadas, sendo a 12,5°C a fase pode durar um período de 48,9 dias em média, já 35°C apresentam em média 8,2 dias de período pupal.

2.2.4 Fase adulto

As mariposas preferencialmente emergem pela manhã, sendo que as fêmeas apresentam de 18-19 mm de comprimento, com envergadura de 40 mm e coloração pardo alaranjada, enquanto os machos são menores, possuindo envergadura de 35 mm de comprimento, com o primeiro par de asas de cor cinza esverdeado. As mariposas ainda apresentam nas extremidades do abdome tufos com pelos. Os adultos possuem hábito noturno, sendo este também o momento de acasalamento. As fêmeas realizam suas posturas entre o segundo e o sétimo dia de vida, sendo que a duração deste período é referente à disponibilidade e qualidade dos alimentos utilizados nesta e nas fases anteriores de desenvolvimento (KARIM, 2000).

Os adultos de modo geral, apresentam nas asas anteriores uma linha com sete a oito manchas, e, logo acima, uma faixa marrom ampla, irregular e transversal, tendo ainda, na parte central, uma marca em forma de vírgula. As asas posteriores são mais claras, apresentando, na extremidade apical uma borda marrom escura, com uma mancha clara no centro (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013).

A longevidade dos adultos varia em torno de 9 dias para machos, e 11 dias para fêmeas (EMBRAPA, 2013). Os adultos de *H. armigera* são atraídos por flores

que produzem néctar, e cada fêmea ovípara em média durante cinco dias e põe de 2.200 a 3.000 ovos (NASERI et al., 2011).

2.3 Importância econômica e hospedeiros de *Helicoverpa armigera*

Na maioria dos países em desenvolvimento, a agricultura tem uma participação importante na economia local, no entanto, essa agricultura pode ser limitada por vários fatores, podendo ser citada a utilização de fertilizantes, disponibilidade de água, potencial genético das plantas, e o ataque de pragas (SHARMA, 2008).

Dentre as espécies que podem ocasionar danos a plantas, *H. armigera* é uma praga que tem destaque no cenário mundial e mais recentemente tem causando grandes danos à agricultura brasileira.

A lagarta do algodão como também é conhecida em países europeus, é uma importante praga que limita a produção de culturas em todo o mundo. Apresenta-se amplamente distribuída nos continentes Asiático, Africano, Oceania, principalmente na Austrália e sul do continente Europeu (IIE, 1992), ainda é encontrada no Irã (NASERI et al., 2011) e Paquistão (KARIM, 2000), provocando perdas anuais que chegam a mais de US\$ 2 bilhões nesse países, apesar da aplicação de inseticidas visando ao seu controle atingirem mais de US\$ 500 milhões (SHARMA, 2008).

Esta espécie em questão que até pouco tempo era considerada uma praga quarentenária A1 no Brasil, foi detectada nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, sendo esta constatação, o primeiro registro de ocorrência no Continente Americano (CZEPAK et al., 2013). As estimativas considerando o seu ataque nas culturas da soja, milho e algodoeiro desses estados, superaram os R\$ 2 bilhões nas safras de 2012 e 2013 (GABRIEL, 2013).

Segundo Gottens (2013), os custos de controle de pragas na cultura do algodão subiram cerca 25% em relação à safra de 2011/12, deste custo, 46% se devem às ações de controle contra a espécie *H. armigera*. Este autor relatou que

ocorreu uma perda média de 11% da produção nas regiões produtoras de algodão no Brasil nesta mesma safra.

Devido à importância, os danos e a disseminação desta praga, a Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, publicou no dia 18 de abril de 2013, no Diário Oficial da União (DOU) a Instrução Normativa (IN 12), que define regras para prevenção, contenção, controle e erradicação da lagarta *H. armigera*, em função da emergência fitossanitária para conter esta praga, e seus prejuízos à agricultura brasileira (DOU, 2013).

Esta espécie foi classificada como altamente destrutiva no Brasil, devido características como: polífagia, alta fecundidade e alta mobilidade, que lhes permite sobreviver em ambientes instáveis, e adaptar-se a mudanças sazonais do clima (EMBRAPA, 2013). Esta espécie pode alimentar-se de soja, milho, algodão, tomate, grão-de-bico, sorgo, feijão, crisântemo, amendoim, quiabo, ervilha, tabaco, batata, hortícolas (LAMMERS & MACLEOD, 2007), plantas daninhas (ÁVILA, VIVAN, TOMQUELSKI, 2013) e milho (PATAL & KOSHYIA, 1997).

As larvas desta espécie podem atacar todas as partes de plantas, tanto em vegetativo com ramos, folhas quanto plantas, quanto em estágio reprodutivo com flores e sementes e ou frutos (SANNINO, 2005). O sistema de produção agrícola adotado no Brasil prioriza a rotação de culturas, e ou manutenção de uma cobertura vegetal sobre as áreas em repouso, medidas estas que favorecem as lagartas de *H. armigera*, pois segundo Ávila, Vivan e Tomquelski (2013) ocorrência desta espécie foi relatada tanto em culturas de verão quanto a culturas de inverno.

2.4 Métodos de controle de *Helicoverpa armigera*

2.4.1 Controle químico

Quando escolhido o controle químico como tática de controle, os inseticidas a serem utilizados tornam-se um fator importante, pois a sua correta escolha e

utilização pode promover a diminuição de resíduos no ambiente, diminuindo também os riscos para homens e outros animais, incluindo inimigos naturais.

Historicamente, o controle de pragas em diversas culturas baseou-se em grande parte no uso de inseticidas sintéticos, e atualmente em sistemas de cultivo intensivo, os inseticidas são os principais componentes utilizados no controle pragas, representando uma parte importante dos custos de produção (FITT, 2000).

Com o uso destes inseticidas químicos, deve-se considerar o risco ao meio ambiente, tendo em vista que sua utilização resulta em muitos problemas com a poluição do meio ambiente, ressurgência de pragas, resistência de pragas a inseticidas e perigosos para a saúde humana (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013).

Com relação ao controle químico de *H. armigera*, são vários os relatos sobre o uso de moléculas químicas, podendo ser citadas as pesquisas de Noorani et al., (1994), Abdul et al., (2003), David et al., (2005). Alguns inseticidas químicos que podem ser utilizados no controle de *H. armigera* são: abamectina, deltametrina, cipermetrina, lambda-cialotrina, carbaril, metomil e clorpirifos (AVILLA e GONZALEZ-ZAMORA 2010; BABARIYA et al., 2010), no entanto, o uso indiscriminado destes inseticidas para diminuir os danos causados por esta espécie pode levar a seleção de populações resistentes a inseticidas, como foi descrito por Daly, Hokkanen e Deacon (1994) a resistência de *H. armigera* a inseticidas dos grupos dos piretroídes, organofosforados e carbamatos.

No Brasil, tanto a ocorrência quanto o controle são recentes e pouco conhecidos, porém, Czepak et al., (2013), relatam que a principal forma de controle de *H. armigera* é a base de inseticidas químicos já existente no mercado nacional, que muitas vezes é uma alternativa de controle rápido, econômica e de certo modo confiável.

Em uma tentativa de amenizar os danos às lavouras, no início do ano de 2013, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) aprovou, em caráter emergencial, o registro temporário de algumas substâncias, dentre elas o inseticida benzoato de emamectina, para ser utilizado, tendo em vista sua utilização em outros países como o Irã (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013).

No entanto, estudos mais detalhados realizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), relatam que a substância benzoato de emamectina

demostra perfil toxicológico bastante desfavorável, tanto do ponto de vista crônico quanto agudo, verificando ainda efeitos neurotóxicos severos em respostas de curto e longo prazo. Por fim, o parecer desta instituição relata que o produto técnico é considerado impeditivo de registro, do ponto de vista da saúde humana (ANVISA, 2015), suspendendo também sua utilização em toda agricultura brasileira.

2.4.2 Controle biológico

O controle biológico é outra tática de controle que pode ser utilizada para controlar *H. armigera*. Segundo DeBach (1964), o controle biológico pode ser definido como a ação de parasitoides, predadores e/ou patógenos que mantêm a densidade populacional de outros organismos em uma média mais baixa, em relação ao que ocorreria na sua ausência.

Em programas de manejo integrado de pragas, o controle biológico natural assume papel relevante do ponto de vista econômico, ecológico e social, sendo aquele controle que ocorre sem qualquer interferência do homem (ALMEIDA et al., 2013), entretanto, o controle biológico aplicado pode também agregar valor, o qual engloba a introdução e a manipulação de inimigos naturais, visando à redução de danos causados por pragas (BOSCH et al., 1982).

Dentre os inimigos naturais que realizam o controle biológico de *H. armigera* em condições de campo, podem ser citados os parasitoides da família Trichogrammatidae e Braconidae (KING et al., 1982), e os insetos da família Tachinidae da ordem Diptera (CARKL, 1978). Dentre os predadores ocorrentes no controle desta praga, podem ser citadas as famílias: Coccinellidae (VAN HAMBURG & GUEST, 1997), Carabidae e Formicidae (LINCOLN et al., 1967), Pentatomidae (GREENE, LEPLA e DICKERSON, 1974) e Reduviidae (LOPEZ et al., 1976).

Outro tipo de agentes que pode ocasionar a morte de insetos pragas são os entomopatógenos, onde são de ocorrência natural em muitos casos, é sua aplicação para o controle de pragas foi proposto por Steinhaus (1954), porém, só obteve maior

notoriedade a partir da descoberta e desenvolvimento da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt), a qual atualmente é amplamente utilizada. Existe ainda uma grande variedade de outros entomopatógenos, como os vírus, fungos e nematoides (LACEY et al., 2001).

2.4.3 Plantas resistentes a insetos

A resistência de plantas a insetos é reconhecida como mais um componente eficaz no controle de insetos, sendo considerada uma importante ferramenta para substituir ou minimizar o uso de inseticidas (SMITH, 2005).

Por definição, planta resistente é aquela que, devido à soma de seus genes constitutivos, expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições (LARA, 1991; BOIÇA JÚNIOR et al., 2013b).

A utilização de plantas resistentes a insetos tem uma série de vantagens: não causa desequilíbrio ecológico, apresenta efeito cumulativo, não apresenta acréscimo no custo de produção, de modo que, pode ser considerada tática ideal de controle de insetos, uma vez que sua adoção pode contribuir com a redução populacional de insetos, mantendo a população da praga abaixo dos níveis de dano econômico, de forma não agressiva ao meio ambiente e a inimigos naturais (BOIÇA JÚNIOR et al., 2011).

Uma planta pode ser considerada resistente a um ou mais espécies dependendo da categoria de resistência e da intensidade de expressão. Quando o inseto alimenta-se normalmente e ocorrem alterações no desenvolvimento biológico afetando negativamente o inseto, a resistência é da categoria antibiose. Pode-se dizer que uma planta apresenta resistência da categoria não preferência, quando esta é menos preferida pelo inseto que outra em igualdade de condições, para alimentação, oviposição ou abrigo. A terceira categoria da resistência de plantas é a tolerância, a qual refere-se à capacidade da planta em suportar o ataque da praga, de forma que esta não chegue a provocar queda significativa de qualidade e

quantidade de sua produção, não causando qualquer efeito no comportamento ou biologia do inseto (PANDA; KHUSH, 1995; SMITH; 2005; BOIÇA JÚNIOR et al., 2013b).

No Brasil, estudos referentes à resistência de soja a insetos teve seu início na década de 1960 com a introdução de linhagens (PI 171451, PI 229358 e PI 227687) resistentes ao ataque do besouro desfolhador *Epilachna varivestis* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) (VAN DUYN et al., 1971, 1972).

A partir deste marco, a transferência dos genes de resistência das linhagens PI 171451, PI 229358 e PI 227687 às cultivares comerciais foi o foco de programas de melhoramento, no entanto, sem resultados significativos (LAMBERT; TYLER, 1999), até o lançamento pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) de materiais resistentes a pragas, como as cultivares IAC 100 e IAC 24, que apresentavam características de resistência a percevejos fitófagos e lagartas desfolhadores da soja, resistência está, provavelmente, herdada, em sua maioria, das linhagens PI 274454 e PI 229358 (ROSSETTO et al., 1990; VEIGA et al., 1999; MIRANDA et al., 2003).

A resistência de cultivares de soja a pragas no Brasil já foi observada para várias espécies fitófagas, podendo citar estudos de Portillo e Pitre (1992) que verificaram resistência da categoria antibiose as espécies *H. virescens* e *C. includens*. Para a lagarta-da-soja, *A. gemmatilis*, Fugi, Lourenção e Parra (2005) observaram que a alimentação com os genótipos IAC 17 e IAC 24 causaram efeitos deletérios aos insetos.

Avaliando a preferência para oviposição de *D. speciosa* por genótipos de soja, Costa et al. (2014), verificaram que as linhagens PI 274454 e PI 227687 e a cultivar DM 339 apresentam não preferência (antixenose) ao inseto. Souza et al. (2014), também concluíram que os genótipos PI 227687 e PI 227682 apresentaram alta resistência do tipo antibiose a *S. eridania*. Mais recentemente, Boiça Júnior et al. (2015a), verificaram resistência da categoria antibiose nos genótipos PI 227687, PI 227682 e IAC 100 a *S. cosmioides*.

Para insetos sugadores pragas da cultura da soja, Lima e Lara (2004), verificaram resistência categoria não preferência dos genótipos BR-82 12547 e PI

229358 para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae).

Silva et al. (2013), também observaram que os genótipos PI 229358, PI 274454, L1-1-01, IAC 19, PI 171451, PI 227687, IAC 100, IAC 78-2318, PI 274453 e IAC 74-2832 causaram alta mortalidade ninfal de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae), e IAC 100, IAC 74-2832, PI 274453 e IAC 24 alongaram a fase ninfal desse percevejo, sugerindo a ocorrência de resistência da categoria antibiose.

No caso de *H. armigera*, a resistência de plantas foi tema de estudo de vários autores, podendo-se citar as culturas do sorgo (FRANZMANN e SCHOLZ 2003), grão-de-bico (SHARMA et al., 2005), feijão-guandu (KUMARI, REDDY e SHARMA 2006); algodão (YAMASAKI, SHIMIZU e EUJISAKI (2009), canola (KARIMI et al., 2012), tabaco, tomate, pimenta e milho (LIU et al., 2004).

Mais em específico à resistência de cultivares de soja a esta espécie, o que se tem são estudos realizados em outros países, podendo-se citar Fathipour e Naseri (2011) que estudaram a resistência de vagens de 13 cultivares de soja a *H. armigera*, onde autores observaram que as cultivares 'L17' e 'Sahar' afetaram os insetos, destacando-as como resistentes na categoria antibiose.

Naseri et al. (2011), verificaram que as cultivares de soja BP, Sahar, JK, 356, DPX, Gorgan 3, foram mais resistentes a *H. armigera* por afetarem os parâmetros reprodutivos dos adultos. Os autores ainda relatam que, a variação nos parâmetros reprodutivos da praga em diferentes cultivares de soja pode ser consequência da qualidade e quantidade de nutrientes presentes no substrato alimentar da fase jovem, ou ainda a presença compostos secundários em diferentes níveis.

Como os cultivares de soja utilizados no cenário nacional já apresentaram resistência a outros insetos pragas (PORTILLO e PITRE 1992; SILVA et al., 2013; SOUZA et al., 2014; COSTA et al., 2014; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015a), entende-se que possam também apresentar está resistência à espécie *H. armigera*, gerando-se assim, a necessidade de pesquisas na área de resistência de cultivares de soja a está espécie praga.

2.5 Fatores que influenciam a expressão de resistência de plantas a insetos

Quando relata-se que a resistência de plantas é dada pela soma de seus genes constitutivos que expressam características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições, existem fatores inerentes ao inseto, a planta ou ao ambiente, podem influenciar na expressão de resistência (SMITH, 2005, BOIÇA JÚNIOR et al., 2013b, BOIÇA JÚNIOR et al., 2015b).

Dentre os fatores que podem-se influenciar a expressão da resistência inerentes às plantas, pode-se citar a idade e a parte da planta, forma do substrato alimentar, ou até mesmo se a planta sofreu um processo de enxertia. Inerentes ao inseto podem descrever-se: a idade, espécie, biótipo, densidade populacional e condicionamento pré-imaginal. Já quanto ao ambiente, a umidade, temperatura, fotoperíodo, e os nutrientes presentes no solo podem proporcionar variações (SMITH, 2005, SOUZA, 2014).

Souza (2014), ainda relata que as metodologias de pesquisa empregadas nos testes de resistência de plantas devem ser previamente avaliadas, a fim de descartar técnicas e métodos usados em estudos com diferentes insetos e plantas alvos, que possibilitem conclusões errôneas.

No que se diz respeito a planta, alguns estudos avaliaram o uso de folhas inteiras ou partes do tecido vegetal na resistência a insetos. Neste sentido, Raina, Benepal e Sheikh (1980), não observaram qualquer diferença no consumo do besouro mexicano *Epilachna varivestis* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) entre folhas intactas ou excisadas de feijoeiro.

Ao avaliarem a preferência para oviposição de *S. frugiperda* em algodoeiro com diferentes idades em teste com chance de escolha, Boiça Júnior et al. (2013a) verificaram maior número de posturas em plantas com 60 dias, e concluiu que essa idade é mais adequada para a condução de testes visando à avaliação da não preferência para oviposição em algodoeiro em comparação com plantas com 30, 45, 75 e 90 dias.

McWilliams e Beland (1977) verificaram que folhas mais novas e mais próximas ao ápice das plantas de soja foram preferidas para a alimentação de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). Reynolds e Smith (1985), também verificaram que folhas mais próxima do ápice de plantas de uma cultivar resistente de soja, também foram mais preferidas por lagartas de *C. includens*.

Quanto ao inseto, os principais fatores que podem influenciar na expressão da resistência são: a idade ou estágio larval, e a densidade de insetos são os principais fatores que podem influenciar. Este segundo em questão é de fundamental importância na seleção de genótipos, uma vez que, densidades muito altas ou muito baixas, podem não proporcionar manifestação visível da resistência em genótipos que realmente apresentem tais características, não os distinguindo dos suscetíveis (HARRIS, 1979, SOUZA, 2014).

Boiça Júnior et al. (2015b), verificaram que a liberação de duas lagartas por disco foliar em testes de preferência de alimentação é a densidade mais adequada para diferenciar o consumo foliar de genótipos de soja resistentes e suscetíveis a *A. gemmatilis*.

Além das características já citadas inerente à planta e ao inseto, a avaliação da resistência de plantas a insetos também está sujeita às variações abióticas, incluindo temperatura, umidade relativa do ar ou do solo, fotoperíodo, nutrientes do solo, entre outros. No entanto, estas influências só podem ser mensuradas em experimentos de laboratório, já que em casa de vegetação e campo as condições dos fatores abióticos são oscilantes ao longo do tempo, sendo impossível avaliar cada uma separadamente (SOUZA, 2014).

3. Referências bibliográficas

ABDUL, R.; SAEED, H. A.; AKHTAR, L. H; SIDDIQ, S. Z.; ARSHID, M. Comparative efficacy of various insecticides to control gram pod borer (*Helicoverpa armigera*) on chick pea. **Asian Journal Plant Science**, Singapore, v. 2, n. 4, p. 403-405, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Parecer técnico de indeferimento do produto técnico à base do ingrediente ativo benzoato de emamectin.** Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/880a100047457e298a06de3fbc4c6735/parecer_indeferimento_ativo_benzoato_emamectin.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 17 de junho de 2015.

AOAC, Association of Official Agricultural Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC.** ed. 16, Arlington: AOAC Internacional, 1995. v.1, p. 4/1-4/30.

ARAÚJO, A. C. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate de indústria”.** 1990, 380 p. (Tese de Doutorado – Entomologia), Universidade de Évora, Évora. 1990.

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

AVILLA, C.; GONZALEZ-ZAMORA, J. E. Monitoring resistance of *Helicoverpa armigera* to different insecticides used in cotton in Spain. **Crop Protection**, Philadelphia, v. 29, n.1, p. 100-103, 2010.

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

BERGAMIN, M.; CANCIAN, M. A. E.; CASTRO, P. R. C. Soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Eds.). **Ecofisiologia de cultivos anuais:** trigo, milho, soja, arroz, mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. p. 73-89.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SILVA, A. G.; BOTTEGA, D. B.; RODRIGUES, N. E. L.; SOUZA, B. H. S.; PEIXOTO, M. L.; SOUZA, J. R. Resistência de plantas e o uso de produtos naturais como táticas de controle no manejo integrado de pragas. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em entomologia Agrícola – IV.** Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2011. p. 139-158.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; CAMPOS, Z. R.; CAMPOS, A. R.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CAMPOS, O. R. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton: vertical distribution of egg masses, effects of adult density and plant age on oviposition behavior. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 4, p. 424-429, 2013b.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A. S.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013a. p. 207-224.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina**, Londrina, v. 36, v. 2, 2015a.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; STOUT, M. J. Factors influencing expression of antixenosis in soybean to *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 108, n. 1, p. 317–325, 2015b.

BOSCH, R. Van Den; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982. 247p.

CARL, K. P. ***Heliothis armigera*; parasite survey and introduction of *Apanteles kazak* to New Zealand**. Delemont: Commonwealth Institute of Biological Control; 1978.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2016 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília, v. 3 - SAFRA 2015/16- n. 4, 2016, 154 p.

COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; SOUZA, B. H. S.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Oviposition preference assessment of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) for different soybean genotypes. **International Journal of Pest Management**, London, v. 60, n. 1, p. 52-58, 2014a.

CRUZ, I. A. **lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS 1995. 45p. (Circular Técnica, 21).

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.

DALY, J. C.; HOKKANEN, H. M. T., DEACON, J. Ecology and resistance management for *Bacillus thuringiensis* transgenic plants. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 563-571, 1994.

DAVID, A. H. M.; LLOYD, R. J.; HOPKINSON, J. E. Efficacy of new pesticide for management of *Helicoverpa* spp. in Australian grain crops. **Australian Journal Entomology**, Hoboken, v. 44, n. 2, p. 62-78, 2005.

DE BACH, P. **Biological control of insect pests and weeds**. New York: Reinhold, 1964. 844p

DOURADO, P. M. **Resistência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a spinosad no Brasil**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas**. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/alerta-helicoverpa/Manejo-Helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 10 de setembro de 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Folder - *Helicoverpa armigera* e outros desafios do manejo de pragas na cultura da soja**. Embrapa Soja, Londrina PR, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 179p. (Embrapa Soja. Sistemas de produção, 9).

FATHIPOUR, Y.; NASERI, B. Soybean cultivars affecting performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). In: TZI-BUN. **Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology**. p. 599-630. 2011.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H. A. (Ed.). **Soybean - pest resistance**. Cairo: InTeOpP, 2013. p. 231-280.

FAUNA EUROPAEA. **All European animal species on the web**. Disponível em: < http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=449072>. Acesso em: 15 jun. 2015.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FENEMORE, P. G. Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae); identification of host-plant factors influencing oviposition response. **New Zealand Journal of Zoology**, Wellington, v. 7, n. 3, p. 435-439, 1980.

FERREIRA, M. R. **Cinética do desenvolvimento de *Heliothis armigera***. 1989, 75p. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Agrícola, Universidade de Évora, Évora, 75 p. 1989.

FITT, G. P. An Australian approach to IPM in cotton: integrating new technologies to minimize insecticide dependence. **Crop Protection**, Philadelphia v.19, n.1, p.793-800. 2000.

FRANZMANN, B. A.; SCHOLZ, B. C. G. Effect of sorghum resistant to *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae) on oviposition and development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, Victoria, v. 42, n. 1, p. 35-39, 2003.

FUGI, C. G. Q.; LOURENÇÃO, A. L.; PARRA, J. R. P. Biology of *Anticarsia gemmatalis* on soybean genotypes with different degrees of resistance to insects. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 31-35, 2005.

GABRIEL, R. **Lagarta *Helicoverpa*: mais um sério problema**. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=186>. Acesso em: 10 de setembro de 2013.

GAZZONI, D.L. **Alimentos funcionais**. Disponível em: < http://www.gazzoni.eng.br/alimentos_funcionais.htm >. Acesso em: 15 jun. 2015.

GOTTEMS, L. ***Helicoverpa armigera* já representa metade do custo de controle de pragas do algodão**. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/noticias/NoticiaDetalhe.aspx?codNoticia=179413>>. Acesso em: 17 de setembro de 2015.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 4, p. 488-497, 1976.

HARRIS, M. K. Arthropod-plant interactions related to agriculture, emphasizing host plant resistance. In: HARRIS, M.K. (Ed.). **Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants**. College Station: Texas A & M University, 1979. p. 23-51.

HICKS, D. R. Growth and development. In: NORMAN, A. G. (Ed.). **Soybean, physiology, agronomy, and utilization**. Academic Press: London, 1978. p. 17-41.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; GAZZONI, D. L.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; LORINI, I. A.; BORGES, M.; PANIZZI, A. R.; SOSA-GOMEZ, D. R.; CORSO, I. C. Integrated pest management in Brazil. In: MAREDA, K. M.; DAKOUO, D.; MOTA-SANCHEZ, D. (Ed.). **Integrated pest management in the global arena**. Cambridge: CAB International, 2003. p. 285-299.

HOLLOWAY, J. D.; BRADLEY, J. D.; CARTER, D. J. **CIE guides to insects of importance to man. I. Lepidoptera**. London: CAB international, 1987. 217p.

JORGE, N.; SOARES, B. B. P.; LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005.

KAKIMOTO, T.; FUJISAKI, K.; MIYATAKE, T. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of American**, Lanham, v. 96, n. 6, p. 793-798, 2003.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: A review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 8, p. 1213-1222, 2000.

KARIMI, S.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; NASERI, B. Evaluation of canola cultivars for resistance to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) using demographic parameters. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 105, n. 6, p. 2172-2179, 2012.

KING, E. G.; POWELL, J. E.; SMITH, J. W. Prospects for utilization of parasites and predators for management of *Heliothis* Spp. In: Reed W, Kumble V. (eds.) Proceedings of the International Workshop on *Heliothis* Management, 15-20 November 1981, Patancheru, India. **International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics**; 1982. p. 103-122.

KOGAN, M.; TURNIPSEED, S. G. Ecology and management of soybean arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 32, p. 507-538, 1987.

KUMARI, D. A.; REDDY, D. J.; SHARMA, H. C. Antixenosis mechanism of resistance in pigeonpea to the pod borer, *Helicoverpa armigera*. **Journal of Applied Entomology**, Berlin. v. 130, n.1, p. 10-14, 2006.

LACEY, L. A.; FRUTOS, R, KAYA, H. K.; VAILSS, P. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future?. **Biological Control**, Orlando v. 21, n. 1, p. 230-248. 2001.

LAMBERT, L.; TYLER, J. An appraisal of insect resistant soybeans. In: WEBSTER, J.A.; WISEMAN, B.R. (Ed.) **Economic, environmental, and social benefits of insect resistance in field crops**. Lanham: Entomological Society of America, 1999. 189 p.

LAMMERS, J.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hbn)**. Plant Protection Service (NL) and Central Science laboratory (UK), 18 p. (2007).

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

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. Resistência de genótipos de soja à mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 71-75, 2004.

LINCOLN, C.; PHILLIPS, J. R.; WHITCOMB, W. H.; POWELL, G. C.; BOYER, W. P.; BELL, K.; DEAN, J.; MATTHEWS, G. L.; ATTHEWS, E. J.; GRAVES, J. B.; NEWSOM, L. D.; CLOWRE, D. F.; BRALEY, J. R.; BAGENT, J. L. The bollworm-tobacco budworm problem in Arkansas and Louisiana. **Arkansas Agricultural Experiment Station Bulletin**; 1967.

LIU, Z.; LI, D.; GONG, P.; WU, K. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. **Environmental Entomology**, College Park, v. 33, n. 6, p. 1570-1576, 2004.

LOPEZ, J. D.; RIDGWAY, R. L.; PINNELL, R. E. Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm. **Environmental Entomology**, College Park, v. 5, n. 12, p. 1160-1164, 1976.

MATTHEWS, M. **Heliothine moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups**. Melbourne: CSIRO, 1999.

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

MIRANDA, M. A. C. de; BRAGA, N. R.; LOURENÇÃO, A. L.; MIRANDA, F. T. S.; UNÊDA, S. H.; ITO, M. F. Descrição, produtividade e estabilidade da cultivar de soja IAC-24, resistente a insetos. **Bragantia**, Campinas, v. 62, p. 29-37, 2003.

MITTER, C.; POOLE, R. W.; MATTHEWS, M. Biosystematics of the heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae). **Annual review entomology**, Palo Alto, v. 38, n. 1, p. 207-225. 1993.

MULLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds.). **A soja no Brasil**. Campinas: IAC, 1981. p. 73-104.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 13, n. 1, p. 17-26, 2011.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V.; GATEHOUSE, A.M.R. Digestive proteolytic and amylolytic activities of *Helicoverpa armigera* in response to feeding on different soybean cultivars. **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, n. 1, p. 1316–1323, 2011.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura da soja. In: BONATO, E. R. (Ed.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 21-44.

NOORANI, A. M.; SHAH, A. D.; JUGNATI, T. K.; LOHAR, M. K. Efficacy of different insecticides against gram pod borer (*Helicoverpa armigera*) on gram crop under field condition. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 10, n. 1, p. 183-186, 1994.

OEPP – European and Mediterranean Plant Protection Organization. **PQR 5, Standart Program Database of quarantine pests**. Disponível em: <<http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>>. Acesso em 10 de outubro de 2016.

OLIVEIRA, L. J.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MAZZARIN, R. M. Aspectos biológicos e nutricionais de *Anticarsia gemmatalis* Hüb. (Lepidoptera: Noctuidae) em diversos genótipos de soja. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 33, p. 547-552, 1993.

PANDA, N.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Guildford: Biddles Ltd, 1995. 431p.

PATAL, C. C.; KOSHYIA, D. J. Life table and innate capacity of *Helicoverpa armigera* (Hübner) on pearl millet. **Indian Journal of Entomology**, Nova Delhi, v. 59, n. 4, p. 389-395, 1997.

PAULA, S. V.; OLIVEIRA, M. R. V.; FERREIRA, D. N. M.; PINHEIRO, F. **Lepidópteras quarentenárias para o Brasil: subsídios para identificação e análise de risco de pragas**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. CD ROM. 172p.

PINÓIA, S. S. F. **Eficácia de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e spinosade no combate a *Helicoverpa armigera* (Hbn) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro**. 2012, 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica). Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

PIUBELLI, G. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S. H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatalis*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 31, n. 1, p. 1509-1525, 2005.

PORTILLO, H. E.; PITRE, H. N. Effect of four soybean genotypes on the development and fecundity of *Heliothis virescens* and *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 75, n. 3, p. 386-390, 1992.

RAINA, A. K.; BENEPAL, B. S.; SHEIKH, A. K. Effects of excised and intact leaf methods, leaf size, and plant age on Mexican bean beetle feeding. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 27, p. 303-306, 1980.

ROSSETTO, C. J.; TISSELLI FILHO, O.; CIONE, J.; GALLO, P. B.; RAZERA, L. F.; TEIXEIRA, J. P. F.; BERTOLETTO, N. **Cultivar de soja 'IAC -100'**. Campinas: IAC, 1990. 1 folder.

SANNINO, L. Insect pest of tobacco. **Informatore Fitopatológico**, Bologna, v. 55, n. 2, p. 7-10, 2005.

SILVA, J. P. G. F.; BALDIN, E. L. L.; SOUZA, E. S.; CANASSA, V. F.; LOURENÇÃO, A. L. Characterization of antibiosis to the redbanded stink bug *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean entries. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 86, n. 4, p. 649-657, 2013.

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

SHARMA, H. C.; PAMPAPATHY, G.; LANKA, S. K.; RIDSDILL-SMITH, T. J. Antibiosis mechanism of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of chickpea. **Euphytica**, Wageningen, v. 142, n. 1, p. 107-117, 2005.

SILVA, J. P. G. F.; BALDIN, E. L. L.; SOUZA, E. S.; CANASSA, V. F.; LOURENÇÃO, A. L. Characterization of antibiosis to the rednanded stink bug *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean entries. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 86, n. 4, p. 649-657, 2013.

SOUZA, B. H. S. **Fatores e mecanismos que influenciam a resistência em soja a *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer. 2005. 423p.

SOUZA, B. H. S.; SILVA, A. G.; JANINI, J. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Antibiosios in soybean genotypes and the resistance levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 6, p. 582-587, 2014.

STATSOFT, Inc. (2004). **STATISTICA** (data analyses software system), version 7. Disponível em: <<http://www.statsoft.com>>.

STEINHAUS, E. A. Microbial control: the emergence of an idea. A brief history of insect pathology through the nineteenth century. **Hilgardia: a journal of agricultural science**, Berkeley, v. 26, n. 1, p. 107-160, 1956.

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**, San Francisco, v. 8, n. 11, p. 1-7, 2013.

TSENG, C. T.; TOLLEFSON, J. J.; GUTHRIE, W. D. Evaluation of maize single-cross hybrids and inbred lines for resistance to 3rd-instar black cutworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, n. 3, p. 565-568, 1984.

VAN DUYN, J. W.; TURNIPSEED, S. G.; MAXWELL, J. D. Resistance in soybeans to the Mexican bean beetle. I. Sources of resistance. **Crop Science**, Madison, v.11, n. 4, p. 572-573, 1971.

VAN DUYN, J. W.; TURNIPSEED, S. G.; MAXWELL, J. D. Resistance in soybeans to the Mexican bean beetle: II. Reactions of the beetle to resistant plants. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 5, p. 561-562, 1972.

VAN HAMBURG, H.; GUEST, P. J. The impact of insecticides on beneficial arthropods in cotton agroecosystems in South Africa. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 32, n. 1, p. 63-68, 1997.

VEIGA, R. F. A.; ROSSETTO, C. J.; RAZERA, L. F.; GALLO, P. B.; BERTOLETTO, N.; MEDINA, P. F.; TISSELLI FILHO, O.; CIONE, J. **Caracterização morfológica e agrônômica do cultivar de soja 'IAC -100'**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 23 p. (IAC. Boletim Técnico, 177).

YAMASAKI, A.; SHIMIZU, K.; EUJISAKI, K. Effect of host plant part on larval body-color polymorphism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 102, n. 1, p. 76-84. 2009.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCADE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

Capítulo 2 – Técnicas de avaliação do desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em soja

Resumo - Dentre as espécies que podem ocasionar danos para plantas de soja, as lagartas da espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), tem tido destaque no cenário mundial e mais recentemente na agricultura brasileira. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar melhores técnicas de desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos de *H. armigera* em soja. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, sob condições controladas. Foram utilizadas plantas da cultivar de soja BR 16, plantadas em vasos plásticos com capacidade de 5 L, utilizando-se uma mistura de terra, areia e esterco, na proporção de 3:1:1. Para os testes de alimentação foram avaliadas a densidade larval, local de coleta de folhas, estágio de desenvolvimento da planta, forma do substrato alimentar e estrutura vegetal. Para testes de oviposição foram avaliadas a densidade de casais e o estágio de desenvolvimento da planta. Já para o teste de antibiose foi avaliada a estrutura vegetal, sendo os tratamentos: folhas, vagens, folhas mais vagens. Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado. A utilização de duas lagartas em folíolos provenientes da parte superior das plantas em estágio reprodutivo de desenvolvimento proporciona a melhor diferenciação na expressão de não preferência para alimentação em genótipos de soja por *H. armigera*. A utilização de um casal e plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo (R2), proporciona melhores resultados em teste de não preferência para oviposição, e o melhor substrato alimentar para o melhor desenvolvimento de *H. armigera* é a combinação de folhas mais vagens.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, cotton bollworm, metodologia de pesquisa, resistência de plantas a insetos, métodos de avaliação.

Evaluation techniques of feeding and oviposition performance, biological aspects of *Helicoverpa armigera* on soybean

Abstract – Among the species that could cause damage on soybean crops caterpillars of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) has been featured on the world scenario and recently in Brazilian agriculture. Thus, this work aimed to evaluate the best techniques of feeding and oviposition performance, biological aspects of this species on soybean genotypes. The experiments were performed at Host Plant Resistance against insects Laboratory at Crop Protection at Faculty of Agriculture and Veterinary Sciences, Jaboticabal-SP under controlled conditions. The soybean cultivar BR 16 plants used were planted in plastic vases of 5L capacity where was used a mix of soil, sand and manure in ratio of 3:1:1. The feeding performance was evaluated by larva density, part of leaf collection, plant development stage, feed substrate shape and vegetal structure. For the oviposition experiments were evaluated the coupe density and plant development stage. For antibiosis test was evaluated vegetal structure where de treatments were: leafs, pods, leafs and pods. All experiments were conducted under completely randomized design. It was found that the utilization of two larvae and leafs from upper part of the plant form reproductive development plants product the better non preference for feeding differentiation in soybean genotypes for *H. armigera*. The utilization of one couple and reproductive development plants (R2) provides better results on oviposition preference test and the best feeding substrate for development of *H. armigera* is the combination of leafs and pods.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merril, cotton bollworm, research methodologies, host plant resistance to insects, valuation methods.

1. Introdução

Dentre as culturas exploradas agronomicamente, a soja tem grande destaque na produção nacional de grãos, com produção de 102 milhões de toneladas em área de 33 milhões de hectares na safra de 2015/16 (CONAB, 2016). Entretanto, essa produção está em constante ameaça, devido principalmente ao ataque de pragas (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Dentre as pragas que têm causados prejuízos aos produtores de soja, à espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) tem tido destaque em todas as áreas produtivas. Esta espécie foi constatada no ano de 2013 causando danos em plantas nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso. *Helicoverpa armigera* é uma espécie polífaga, que ataca culturas agrícolas em vários países.

Apresenta um histórico de rápida evolução na resistência a inseticidas químicos, alta capacidade de dispersão e grande capacidade reprodutiva, ao passo que, uma fêmea pode ovipositar até 1.000 ovos em uma única geração (CZEPAK et al., 2013). Na cultura da soja, *H. armigera* pode se alimentar em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, desde plântulas em germinação, a vagens em ponto de colheita (NASERI et al., 2011b).

Para o controle desta espécie, destaca-se o controle químico por meio do uso de inseticidas, o biológico com o uso de parasitoides e entomopatógenos, além da resistência de plantas a insetos (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Como conceito, planta resistente é aquela que devido à soma de seus genes constitutivos, expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas, que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Dentre as características físicas que podem influenciar na expressão de resistência pode destacar-se a cor (EIGENBRODE et al., 1990). Enquanto como características morfológicas destacam-se a presença de cera epicuticular (MORAES, 2014), presença de tricomas (COSTA, 2013), dentre outros. Já as características químicas, podem destacar-se os compostos nitrogenados (alcaloides e

aminoácidos), terpenoides (óleos essenciais e triterpenos) e compostos fenólicos (ligninas, flavonoides e taninos) (BOIÇA JÚNIOR et al., 2014).

Por ser uma característica genética, a resistência em plantas pode manifestar-se em diferentes condições, sofrendo influência negativa ou positivamente de fatores como a idade da planta, a parte da planta avaliada, a idade e a espécie do inseto (SMITH, 2005, BOIÇA JÚNIOR et al., 2015).

Para avaliar a resistência de plantas por *H. armigera*, os pesquisadores têm usado diferentes estruturas das plantas, podendo citar: flores (BRUCE; CORK, 2001), folhas (NASERI et al., 2009), sementes (SOLEIMANNEJAD et al., 2010) e vagens (NASERI et al., 2011a). No entanto, para cultivares de soja no mercado brasileiro não se tem conhecimento do comportamento desta espécie.

Desse modo, para a realização de experimentos em laboratório, que visem avaliar os aspectos biocomportamentais e as diferentes categorias e causas de resistência de cultivares de soja por *H. armigera*, é necessário elaborar métodos e procedimentos que visem proporcionar condições ideais para a constatação da resistência. Assim, o presente trabalho teve por objetivo estabelecer melhores técnicas de avaliação do desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos de *H. armigera* em soja.

2. Material e métodos

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, sob condições de temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

2.1 Manutenção de plantas de soja

Para avaliar o desempenho alimentar foi adotada a cultivar BR 16 de soja, por ser definida como padrão de suscetibilidade a lagarta-da-soja, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidæ) em testes realizados por Piubelli et al. (2005). Essas plantas foram semeadas em vasos plásticos com capacidade de 5 L, contendo terra, areia e esterco, na proporção de 3:1:1, os quais foram mantidos em casa de vegetação. As plantas foram irrigadas periodicamente e os demais tratamentos culturais como aplicação de inseticidas e fungicidas não foram realizados, a fim de evitar falsas resistências.

2.2 Experimentos de não preferência para alimentação

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento. Em todos os experimentos foram utilizadas lagartas de seis dias de idade (aproximadamente terceiro instar), criadas por no mínimo três gerações no laboratório, em dieta artificial proposta por Greene, Lepla e Dickerson (1976). A idade das lagartas foi determinada devido ao comportamento canibal que *H. armigera* apresenta após o terceiro instar (aproximadamente 9 dias) (KAKIMOTO; FUJISAKI; MIYATAKE, 2003).

Para a determinação do estágio fenológico das plantas da cultivar BR 16 adotou a escala descrita por Fehr e Caviness (1977). No laboratório, as estruturas vegetais foram lavadas em água deionizada, e os discos foliares utilizados foram obtidos através do uso de um vazador de metal de 4,91 cm².

Para os testes sem chance de escolha foram utilizadas placas de Petri (nove centímetros de diâmetro por um centímetro de altura), contendo ao fundo papel filtro levemente umedecido com água deionizada. Já para os testes com chance de escolha foram utilizadas arenas circulares de vidro (14 centímetros de diâmetro por dois centímetros de altura), também forrado com papel filtro levemente umedecido.

Com exceção do experimento da densidade larval, em todos os demais experimentos foram liberadas duas lagartas por tratamento.

Em todos os experimentos foram avaliadas a atratividade a 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos após a liberação das lagartas. Ao final dos testes de atratividade, foi mensurada a área foliar consumida (A.F.C.) pelos insetos por meio de um medidor de área foliar modelo LI-COR 3100[®], com exceção do teste estrutura vegetal que foi empregada avaliação visual de injúria que variou de 0 a 100%. Para tanto, a avaliação visual de injúria foi realizada por três pessoas, para posterior obtenção de valor médio.

Avaliou-se a densidade larval de *H. armigera* por disco foliar de soja em testes de não preferência para alimentação sem chance de escolha, adotando as densidades de 1; 2; e 4 lagartas por disco foliar. Os discos foliares utilizados neste teste foram coletados da parte superior de plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo V4.

Para avaliar a preferência de *H. armigera* por folhas de diferentes partes da planta, foram coletadas folhas na parte superior, e folhas na parte inferior de plantas da cultivar BR 16, de plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo V8, pois este estágio de desenvolvimento já permitia a estratificação da planta em duas partes.

Avaliando-se o estágio de desenvolvimento da planta, testou-se folhas coletadas na parte superior de plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo (V8) e reprodutivo (R3). Já para forma do substrato alimentar os tratamentos foram constituídos por discos foliares coletados na parte superior e folíolos coletados na parte superior de plantas da cultivar BR 16 em estágio de desenvolvimento R3.

Para a determinação da estrutura vegetal foram fornecidas as lagartas a opção de escolha entre folíolos coletados na parte superior e vagens coletadas na parte intermediária de plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo R5.1 da cultivar BR 16.

2.3 Experimentos de não preferência para oviposição

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento. Em todos os experimentos foram utilizados adulto oriundos de lagartas criadas por seis gerações no laboratório, em dieta artificial proposta por Greene, Lepla e Dickerson (1976).

Para a determinação do estágio fenológico das plantas, adotou metodologia descrita por Fehr e Caviness (1977). As plantas da cultivar de soja BR 16 foram mantidas em vasos plásticos com capacidade de 5 L, utilizando-se uma mistura de terra, areia e esterco, na proporção de 3:1:1.

Para o teste sem chance de escolha, foram utilizadas gaiolas cilíndricas de acrílico de 45 centímetros de diâmetro e 80 centímetros de altura, tampadas na extremidade superior por isopor, e na outra extremidade a gaiola foi disposta sobre o vaso, de modo que, não permitisse a fuga dos adultos.

Já para o teste com chance de escolha, as plantas foram dispostas equidistantes do centro, em gaiolas de acrílico de 80 cm de diâmetro por 70 cm de altura, fechadas em sua extremidade superior por isopor de cor branca, e por papel em sua extremidade inferior.

Para os testes de oviposição, foi avaliado o número de ovos por planta após um período de 24 horas. Para determinar o número de casais a serem utilizados em testes de não preferência para oviposição, foram conduzidos testes sem chance de escolha, utilizando-se plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo V8.

Cada planta foi individualizada em uma gaiola, liberando-se os casais de *H. armigera* em número de um, dois e quatro casais de 5 dias de idade por gaiola. A idade dos adultos que foram utilizados foi definida por Pinóia (2012), na qual relata que as fêmeas desta espécie iniciam seu período de oviposição a partir do seu segundo dia de idade, com pico de oviposição aos 5 dias de vida.

Para determinar a idade da planta preferida para oviposição por *H. armigera*, foram instalados testes de não preferência para oviposição, com e sem chance de escolha, utilizando o número de casais pré-determinados com cinco dias de idade, sendo que os tratamentos adotados foram: plantas em estágio de desenvolvimento

vegetativo V8, plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo R3, e plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo R5.2 da cultivar de soja BR 16, avaliando-se a preferência para oviposição através do número de ovos.

2.4 Experimento de antibiose

O delineamento experimental adotado no teste de antibiose foi inteiramente casualizados com três tratamentos (estruturas) e 6 repetições, onde cada repetição foi composta por 10 insetos. As estruturas avaliadas foram: folhas, vagens e folhas mais vagens, sendo as vagens contadas ao meio. Determinou-se a utilização destas estruturas, a partir do preceito que o objetivo do teste foi selecionar qual melhor estrutura proporcionaria o melhor desenvolvimento dos insetos, ficando para testes futuros a determinação de possíveis causas de resistência.

As plantas do cultivar de soja BR 16 utilizadas no teste, foram cultivadas em vasos de capacidade de 5 L, contendo solo, esterco e areia (3:1:1), os quais foram acondicionadas em casa de vegetação, e irrigadas diariamente.

As lagartas de *H. armigera* utilizadas no teste foram provenientes de criação massal de laboratório, criadas em dieta artificial proposta por Greene, Lepla e Dickerson (1976). Logo após a eclosão, as lagartas foram individualizadas nas placas de Petri de nove centímetros de diâmetro por um centímetro de altura, forrada com papel filtro levemente umedecido, contendo a respectiva estrutura vegetal. Diariamente, foi fornecido alimento as lagartas, e os excrementos eliminados a fim de evitar a possível contaminação e redução na qualidade do alimento, ressaltando-se que, em cada troca, foi fornecido alimento em quantidade suficiente para manter as lagartas bem alimentadas.

Quando as lagartas pararam de se alimentar, indicando o início do período pré-pupal, a troca de alimento foi interrompida e as placas permaneceram fechadas até a pupação. Pupas com 24 horas de idade foram pesadas em balança analítica de precisão, separadas por sexo e acomodadas novamente em placas de Petri forrada com papel filtro seco até a emergência dos adultos.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração e viabilidade do período larval; peso de larval aos 10 dias de idade; duração e viabilidade da fase pupal; peso de pupa com 24h de idade; razão sexual; longevidade dos adultos; ciclo total (período da eclosão da larva a morte do adulto), e viabilidade total (%).

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos nos testes: densidade larval, densidade de casais, estágio de desenvolvimento da planta, e de antibiose foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, sendo que, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$), onde os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$.

Para os dados obtidos na porcentagem de injúria, viabilidade larval, pupal e total foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, sendo que, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$), onde os dados foram transformados em $\arcseno(X/100)^{1/2}$. Para essas análises foi utilizado o programa computacional SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

Para os testes de alimentação referentes ao local de coleta de folhas, estágio de desenvolvimento da planta, forma do substrato alimentar e estrutura vegetal, que foram constituídos de apenas dois tratamentos de tamanhos iguais, com uma amostra pequena e a variável numérica não apresenta sabidamente uma variação normal, foi utilizado o teste estatístico de Mann-Whitney, com o programa computacional Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2009).

3. Resultados e discussão

3.1 Experimentos de não preferência para alimentação

No teste de densidade larval, ocorreram diferenças entre as densidades aos 15 e 120 minutos (Tabela 1). Com 15 minutos, a densidade de quatro lagartas por disco foliar diferiu das demais com maior número médio de lagartas.

Já aos 120 minutos, a densidade de uma lagarta por disco diferiu da densidade de quatro lagartas. Como observou-se um maior número de lagartas na densidade de quatro lagartas, pode ter ocorrido disputa pelo alimento nesta densidade. Nos demais tempos avaliados não foram observadas diferenças significativa entre as densidades testadas.

Em testes de resistência de plantas, a melhor densidade de insetos a ser usado é de fundamental importância na seleção de genótipos, só serão efetivos os ensaios com o nível ótimo de infestação (SOUZA, 2014). Densidades muito altas ou muito baixas podem não proporcionar visível expressão da resistência em genótipos que realmente apresentem tais características, não os distinguindo dos suscetíveis (HARRIS, 1979).

Em relação à área foliar consumida (A.F.C) pelos insetos, verificou-se se diferença significativa entre as densidades, sendo que, a densidade de quatro lagartas por disco foliar apresentou maior consumo, diferindo da densidade de uma lagarta por disco (Tabela 1). Entretanto, este resultado já era esperado, uma vez que, o consumo de quatro lagartas deve ser quatro vezes maior.

Quanto à proporção da área foliar consumida pelo número de lagartas, notou-se que não houve diferença entre as densidades (Tabela 1).

Segundo Jesus et al. (2011) maiores densidades de insetos adultos da espécie *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro, influenciaram no número de ovos depositados, uma vez que, a densidade de ovos por centímetro quadrado foi maior quando utiliza-se 100 insetos ao invés de 150

insetos por planta. Os autores atribuem esse resultado a uma competição ao adotarem-se grandes densidades de insetos.

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos foliares de plantas de soja BR 16, sob diferentes densidades larvais. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014.

Densidade	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Uma lagarta	0,10 \pm 0,10 a	0,00 \pm 0,10 a	0,00 \pm 0,15 a	0,30 \pm 0,13 a	0,10 \pm 0,13 a
Duas lagartas	0,20 \pm 0,13 a	0,20 \pm 0,13 a	0,00 \pm 0,16 a	0,40 \pm 0,10 a	0,20 \pm 0,10 a
Quatro lagartas	0,30 \pm 0,15 a	0,40 \pm 0,16 a	0,70 \pm 0,17 b	0,50 \pm 0,22 a	0,40 \pm 0,17 a
F	0,58 ^{ns}	2,70 ^{ns}	7,72**	0,38 ^{ns}	0,82 ^{ns}
P	0,5630	0,0853	0,0022	0,6837	0,4367

Densidade	Tempo (Minutos) ¹			A.F.C. ¹	A.F.C./lagarta ¹
	120	360	720		
Uma lagarta	0,00 \pm 0,00 a	0,30 \pm 0,15 a	0,30 \pm 0,12 a	0,40 \pm 0,10 a	0,40 \pm 0,10a
Duas lagartas	0,30 \pm 0,15 ab	0,40 \pm 0,16 a	0,40 \pm 0,15 a	0,80 \pm 0,15 ab	0,30 \pm 0,07a
Quatro lagartas	0,70 \pm 0,26 b	0,60 \pm 0,22 a	0,60 \pm 0,18 a	1,80 \pm 0,40 b	0,40 \pm 0,10a
F	4,08*	0,83 ^{ns}	0,61 ^{ns}	6,77**	0,13 ^{ns}
P	0,0283	0,4600	0,5356	0,0041	0,8783

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

A partir dos resultados observados, definiu-se a utilização de duas lagartas por disco, uma vez que a área foliar consumida por estas não diferiu significativamente daquela observada na densidade de quatro lagartas. Em futuros testes de preferência alimentar, a utilização de duas lagartas pode ainda facilitar a instalação dos testes, por demandar um número menor de lagartas, sem afetar a expressão de resistência e ou suscetibilidade.

No teste de preferência alimentar utilizando folhas da parte superior e folhas da parte inferior de plantas em mesmo estágio de desenvolvimento, verificou-se que não ocorreram diferenças entre o local de retirada da folha em nenhum tempo avaliado e em relação à área foliar consumida no teste sem chance de escolha (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos de plantas de soja BR 16 da parte superior e inferior da planta. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014.

Teste sem chance					
Parte da planta	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Superior	0,20 \pm 0,13 a	0,00 \pm 0,00 a	0,20 \pm 0,13 a	0,20 \pm 0,13 a	0,60 \pm 0,16 a
Inferior	0,40 \pm 0,16 a	0,30 \pm 0,15 a	0,10 \pm 0,10 a	0,30 \pm 0,15 a	0,70 \pm 0,15 a
U	40,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	45,00 ^{ns}	45,00 ^{ns}	50,00 ^{ns}
Parte da planta	Tempo (Minutos) ¹				A.F.C
	120	360	720	1440	
Superior	0,80 \pm 0,20 a	0,50 \pm 0,17 a	0,20 \pm 0,20 a	0,30 \pm 0,15 a	3,62 \pm 0,40 a
Inferior	0,30 \pm 0,15 a	0,80 \pm 0,20 a	0,00 \pm 0,00 a	0,30 \pm 0,15 a	3,91 \pm 0,19 a
U	28,50 ^{ns}	37,50 ^{ns}	45,00 ^{ns}	50,00 ^{ns}	50,00 ^{ns}
Teste com Chance					
Parte da planta	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Superior	0,60 \pm 0,27 a	0,40 \pm 0,16 a	0,20 \pm 0,13 a	0,50 \pm 0,17 a	0,50 \pm 0,22 a
Inferior	0,20 \pm 0,13 a	0,10 \pm 0,10 a	0,40 \pm 0,16 a	0,20 \pm 0,13 a	0,40 \pm 0,16 a
U	38,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	40,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	48,00 ^{ns}
Parte da planta	Tempo (Minutos) ¹				A.F.C
	120	360	720	1440	
Superior	0,70 \pm 0,15 a	1,20 \pm 0,25 b	0,40 \pm 0,17 a	0,60 \pm 0,16 a	2,90 \pm 0,52 a
Inferior	0,80 \pm 0,13 a	0,40 \pm 0,16 a	0,50 \pm 0,16 a	0,90 \pm 0,23 a	1,80 \pm 0,32 a
U	45,00 ^{ns}	21,00*	45,00 ^{ns}	40,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$). ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade.

Já no teste com chance de escolha, as lagartas preferiram discos foliares da parte superior aos 360 minutos (Tabela 2). Ressalta-se que, quanto mais baixo for o valor de U, maior será a evidência de que os tratamentos são diferentes.

Souza (2014) também verificou que lagartas da espécie *A. gemmatilis* preferiram folhas retiradas do terço superior da cultivar de soja BRSGO 8360. No entanto, esse mesmo autor relata que esses resultados não estão de acordo com a teoria da defesa de Mckey (1979), que relata vários mecanismos de resistência em folhas mais novas.

A maior atratividade de discos foliares da parte superior das plantas pode estar associada a características das folhas que deram origem a estes discos, uma vez que, as folhas mais novas podem apresentar maior quantidade de nutrientes, bem como características morfológicas que possam ter atraído os insetos. Esse fato

é em parte confirmado por Marschner (1995), que relata que os macronutrientes N, P e K, tendem a diminuir à medida que aumenta a idade das folhas aumenta, destacando ainda os menores teores naquelas mais distantes da região apical.

Segundo Parra, Panizzi e Haddad (2009), os insetos necessitam de nitrogênio para o perfeito desenvolvimento, e que a quantidade de N é variável dentro da planta, sendo que as maiores concentrações são registradas em tecidos novos e em desenvolvimento. Com o passar do tempo, o teor de N tende a diminuir nas folhas, o que influenciou a preferência das lagartas aos 360 minutos do teste com chance de escolha.

Nos demais tempos avaliados, e na área foliar consumida no teste com chance de escolha, não foram observadas diferenças significativas entre o local de retirada da folha (Tabela 2).

Boiça Júnior et al. (2015) avaliando a preferência de *A. gemmatilis* e *S. frugiperda* por discos foliares oriundos da parte superior ou parte inferior de plantas de soja, verificaram que as espécies preferiram igualmente os discos foliares em testes com chance e sem chance de escolha.

Jesus et al. (2011) também verificaram maior preferência de *B. tabaci* biótipo B pela parte apical de plantas de feijão. Os autores relatam que essa preferência pela região mais nova da planta, pode ser explicada pelo fato de concentrar-se nesta região a maior quantidade de nutrientes disponíveis aos insetos.

As folhas mais novas possuem cutículas mais finas, macias e maior quantidade de água, o que facilita a oviposição e alimentação da praga, de acordo com Eichelkraut e Cardona (1989); Lara (1991).

Apesar de diferenças significativas terem ocorrido somente aos 360 minutos do teste com chance de escolha, neste momento as lagartas preferiram folhas retiradas da parte superior, determinando-se assim, que para testes posteriores e de preferência alimentar que deveriam ser utilizadas folhas retiradas da parte superior de plantas de soja.

No teste sem chance de escolha (Tabela 3), não foram observadas diferenças significativas entres os estádios de desenvolvimento da planta na atratividade e na área foliar consumida pelos insetos.

Com relação à preferência alimentar de *H. armigera*, por discos foliares retirados da parte superior de plantas em estágio de desenvolvimento vegetativo ou reprodutivo com chance de escolha, observou-se diferença significativa entre os estádios de desenvolvimento aos 5, 10, 15 e aos 360 minutos após o início do teste, onde, em todos os tempos discos de plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo apresentaram-se mais atrativos as lagartas (Tabela 3).

Nos demais tempos avaliados e na área foliar consumida pelos insetos, não foram observadas diferenças significativas entre os estádios de desenvolvimento (Tabela 3).

A maior atratividade, apresentada por discos foliares de plantas em estágio reprodutivo pode estar associada a maior quantidade de nutrientes já armazenados nestas folhas, de modo que, essa maior concentração pode ter favorecido a distinção por parte do inseto quanto aos estádios de desenvolvimento da planta.

Segundo Zobiole et al. (2012), na cultivar de soja convencional BRS 184, a maior área foliar se dá aos 55 dias, verificando ainda que essa maior área e consequência de uma maior quantidade de macro e micro nutrientes neste período.

Um outro fato que pode ter influenciado na escolha da lagarta, é a presença de mecanismos de resistência em folhas do estágio de desenvolvimento vegetativo, pois segundo Mckey (1979), folhas mais novas possuem mecanismos de defesa que com o desenvolvimento da folha são ausentes.

É evidente que quando o inseto não tem a opção de escolha, alimenta-se normalmente de ambos os estádios estudados. Diante destes resultados, e da maior preferência das lagartas por folhas retiradas da parte superior de plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo no teste com chance de escolha, determinando-se assim, que para os testes posteriores de preferência alimentares sejam utilizadas folhas deste estágio de desenvolvimento.

Tabela 3. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos foliares de plantas de soja BR 16 em estágio de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014.

Teste sem chance					
Estádio da planta	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Vegetativo	0,10 \pm 0,10 a	0,20 \pm 0,13 a	0,30 \pm 0,15 a	0,20 \pm 0,13 a	0,30 \pm 0,15 a
Reprodutivo	3,00 \pm 0,21 a	0,00 \pm 0,00 a	0,00 \pm 0,00 a	0,00 \pm 0,00 a	0,00 \pm 0,00 a
U	44,50 ^{ns}	40,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	40,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}
Estádio da planta	Tempo (Minutos) ¹				A.F.C
	120	360	720	1440	
Vegetativo	0,50 \pm 0,22 a	0,80 \pm 0,20 a	0,80 \pm 0,25 a	0,40 \pm 0,16 a	1,61 \pm 0,37 a
Reprodutivo	0,30 \pm 0,15 a	0,60 \pm 0,22 a	0,80 \pm 0,20 a	0,90 \pm 0,18 a	0,78 \pm 0,15 a
U	43,50 ^{ns}	41,00 ^{ns}	49,00 ^{ns}	28,00 ^{ns}	28,00 ^{ns}
Teste com Chance					
Estádio da planta	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Vegetativo	0,00 \pm 0,00 a	0,00 \pm 0,00 a	0,00 \pm 0,00 a	0,30 \pm 0,15 a	0,20 \pm 0,13 a
Reprodutivo	0,70 \pm 0,21 b	0,60 \pm 0,22 b	0,60 \pm 0,22 b	0,50 \pm 0,17 a	0,50 \pm 0,17 a
U	20,00*	25,00*	25,00*	45,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}
Estádio da planta	Tempo (Minutos) ¹				A.F.C
	120	360	720	1440	
Vegetativo	0,50 \pm 0,22 a	0,10 \pm 0,10 a	0,20 \pm 0,13 a	0,40 \pm 0,16 a	0,87 \pm 0,23 a
Reprodutivo	0,70 \pm 0,21 a	0,80 \pm 0,20 b	0,70 \pm 0,21 a	0,70 \pm 0,15 a	1,71 \pm 0,35 a
U	41,00 ^{ns}	19,50*	29,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	30,00 ^{ns}

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$). ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade.

Em relação ao teste de discos foliares versus folíolos, verificou-se diferença aos 1440 minutos onde folíolos das plantas de soja foram mais atrativos (Tabela 4).

Já para o teste com chance de escolha, verificou-se diferença significativa aos 5, 10, 15, 120, 720, e 1440 minutos após a liberação das lagartas (Tabela 4), sendo os folíolos, os mais atrativos em todos esses tempos.

A maior preferência de *H. armigera* por folíolo observado na Tabela 4, pode ser consequência da liberação de exsudatos armazenados em células da epiderme da folha, que durante o corte dos discos foliares tenham sido liberados. Vale ressaltar que o uso de discos foliares ou folíolos é muito comum em estudos de resistência de plantas, com algumas variações nos resultados encontrados pelos dois métodos dependendo da espécie de planta ou inseto (HUANG et al., 2003).

Em relação à área foliar consumida no teste sem chance de escolha, não foram verificadas diferenças significativas. Quanto ao teste com chance de escolha, os folíolos foram significativamente mais preferidos para alimentação (Tabela 4), ficando evidente assim que, quando *H. armigera* tem a opção de escolha, as lagartas preferem se alimentar de folíolos de planta de soja.

Tabela 4. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e área foliar consumida (A.F.C.) em discos foliares e folíolos de plantas de soja BR 16 em estágio reprodutivo. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014.

Teste sem chance					
Forma superfície	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Disco foliar	0,30 \pm 0,15 a	0,30 \pm 0,15 a	0,40 \pm 0,16 a	0,30 \pm 0,15 a	0,50 \pm 0,17 a
Folíolo	0,60 \pm 0,16 a	0,60 \pm 0,16 a	0,40 \pm 0,10 a	0,70 \pm 0,21 a	1,00 \pm 0,21 a
U	35,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	50,00 ^{ns}	33,50 ^{ns}	50,00 ^{ns}
Forma superfície	Tempo (Minutos) ¹				A.F.C
	120	360	720	1440	
Disco foliar	0,70 \pm 0,15 a	0,60 \pm 0,22 a	1,20 \pm 0,20 a	0,90 \pm 0,10 a	2,38 \pm 0,42 a
Folíolo	1,00 \pm 0,15 a	1,00 \pm 0,15 a	1,20 \pm 0,20 a	1,70 \pm 0,15 b	2,56 \pm 0,50 a
U	50,00 ^{ns}	32,00 ^{ns}	50,00 ^{ns}	13,50*	44,50 ^{ns}
Teste com Chance					
Forma superfície	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Disco foliar	0,30 \pm 0,15 a	0,60 \pm 0,16 a	0,70 \pm 0,21 a	0,60 \pm 0,16 a	0,90 \pm 0,10 a
Folíolo	1,90 \pm 0,31 b	2,00 \pm 0,39 b	1,70 \pm 0,30 b	1,20 \pm 0,25 a	1,56 \pm 0,31 a
U	9,50*	17,00*	22,50*	28,00 ^{ns}	32,00 ^{ns}
Forma superfície	Tempo (Minutos) ¹				A.F.C
	120	360	720	1440	
Disco foliar	0,40 \pm 0,16 a	0,70 \pm 0,21 a	0,30 \pm 0,15 a	0,40 \pm 0,22 a	0,90 \pm 0,34 a
Folíolo	1,60 \pm 0,16 b	1,20 \pm 0,33 a	1,70 \pm 0,37 b	1,30 \pm 0,30 b	4,68 \pm 0,43 b
U	8,00*	36,00 ^{ns}	16,00*	20,50*	4,00*

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$). ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade.

Pesquisas conduzidas por Boiça Júnior et al. (2015), também não verificaram diferença entre discos foliares e folíolos, quanto ao consumo de lagartas da espécie *S. frugiperda* em teste sem chance de escolha, desse modo, quando um inseto polígrafo é condicionado ao um único genótipo, alimenta-se normalmente indiferente a forma do substrato.

No teste sem chance de escolha avaliando a preferência de lagartas por folíolos ou vagens, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos aos 120 e 360 minutos, e na porcentagem de injúria (Tabela 5), ao passo que folíolos foram mais atrativos e mais preferidos para alimentação nestes parâmetros.

Tabela 5. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas em diversos tempos (minutos), e porcentagem de injúria (%), em folíolos e vagens de plantas de soja BR 16 em estágio reprodutivo. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2014.

Teste sem chance					
Estrutura	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Folíolo	0,70 \pm 0,21 a	0,70 \pm 0,26 a	0,60 \pm 0,27 a	0,70 \pm 0,21 a	0,80 \pm 0,25 a
Vagem	1,00 \pm 0,15 a	0,40 \pm 0,16 a	0,30 \pm 0,15 a	0,60 \pm 0,16 a	0,40 \pm 0,16 a
U	36,50 ^{ns}	41,00 ^{ns}	42,00 ^{ns}	47,00 ^{ns}	36,00 ^{ns}
Estrutura	Tempo (Minutos) ¹				Injúria (%) ²
	120	360	720	1440	
Folíolo	1,40 \pm 0,16 a	1,20 \pm 0,13 b	1,40 \pm 0,16 a	1,50 \pm 0,17 a	34,40 \pm 7,01 b
Vagem	0,40 \pm 0,22 b	0,60 \pm 0,16 a	0,70 \pm 0,30 a	1,10 \pm 0,23 a	6,75 \pm 2,59 a
U	14,00*	24,00*	27,00 ^{ns}	35,00 ^{ns}	8,00*
Teste com Chance					
Estrutura	Tempo (Minutos) ¹				
	5	10	15	30	60
Folíolo	0,60 \pm 0,27 a	0,70 \pm 0,21 a	0,50 \pm 0,22 a	0,60 \pm 0,22 a	0,60 \pm 0,16 a
Vagem	0,30 \pm 0,21 a	0,40 \pm 0,16 a	0,10 \pm 0,10 a	0,20 \pm 0,13 a	0,30 \pm 0,15 a
U	40,00 ^{ns}	38,00 ^{ns}	34,50 ^{ns}	34,00 ^{ns}	30,00 ^{ns}
Estrutura	Tempo (Minutos) ¹				Injúria (%) ²
	120	360	720	1440	
Folíolo	1,20 \pm 0,33 b	1,50 \pm 0,17 b	1,60 \pm 0,16 b	1,80 \pm 0,29 b	31,10 \pm 7,96 b
Vagem	0,20 \pm 0,13 a	0,20 \pm 0,13 a	0,20 \pm 0,13 a	0,20 \pm 0,13 a	0,65 \pm 0,29 a
U	22,00*	5,00*	4,00*	8,00*	1,00*

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Mann-Whitney ($P < 0,05$). ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade.

Já para o teste com chance de escolha, diferenças significativas foram observadas aos 120, 360, 720, e 1440 minutos, e na porcentagem de injúria (Tabela 5), onde, os folíolos foram novamente mais preferidos.

A maior preferência de *H. armigera* por folíolos tanto para a atratividade quanto para o consumo (porcentagem de injúria) nos testes com e sem chance de escolha, pode ser consequência de mecanismos morfológicos presentes nas vagens. Segundo Boiça Junior et al. (2014), estão presentes nas diversas estruturas das plantas, mecanismos morfológicos como dureza e disposição das estruturas, e

presença de tricomas que atuam na defesa das plantas contra o ataque de insetos, o que de certo modo, pode ter influenciado na seleção do hospedeiro preferencial.

Outro fator que pode ter influenciado na expressão dos resultados, é a idade das lagartas utilizadas nos testes, pois lagartas ainda de seis dias de idade possivelmente ainda não tenham capacidade de se alimentar das vagens devido as características morfológicas das mesmas.

3.2 Experimentos de não preferência para oviposição

Houve diferença significativa entre as densidades de casais quanto ao número de ovos (Tabela 6), ao passo que, a densidade de quatro casais por planta, proporcionou maior número de ovos. No entanto, quando analisado o número de ovos por fêmea, nota-se que, não houve diferença significativa entre as densidades de adultos (Tabela 6).

Tabela 6. Número médio (\pm EP) ovos de *Helicoverpa armigera* por planta de soja BR 16, sob diferentes densidades de casais. Temperatura: 25 ± 1 °C; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 12 h. Jaboticabal, SP, 2015.

Número de casais	Número de ovos	Ovos por fêmea
Um	25,6 \pm 5,6a	25,6 \pm 5,6a
Dois	52,1 \pm 10,4a	26,1 \pm 5,2a
Quatro	127,6 \pm 21,4b	31,9 \pm 7,1a
<i>F</i>	16,49**	0,54 ^{ns}
<i>P</i>	< 0,0001	0,5883

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ^{ns}= Não significativo, ** = significativo a 1% de probabilidade.

O fato que a densidade de quatro casais proporcionaria maior número de ovos já era esperado, uma vez que, quanto maior o número de fêmeas, maior a quantidade de ovos, entretanto, o número de ovos por fêmea não diferiu entre si, onde, a densidade de um casal apresentou resultados semelhantes à densidade de

quatro casais, significando assim, que qualquer que seja a densidade de casais, o número de ovos obtidos será proporcional ao número de casais.

Diante disto, em experimentos futuros avaliando-se a resistência de genótipos de soja na categoria não preferência para oviposição, a utilização de um casal proporcionará um número de ovos significativos para a expressão de resistência e ou suscetibilidade. Outro fato que deve considerar em estudos de resistência de plantas é que normalmente realizam-se experimentos com um grande número de genótipos, e a adoção do maior número de casais, conseqüentemente inviabilizaria a realização dos testes.

No teste sem chance de escolha para determinar a idade da planta a ser utilizada, verificou-se que os estádios de desenvolvimento não diferiram significativamente entre si em relação ao número de ovos (Tabela 7).

Tabela 7. Média (\pm EP) do número de ovos de *Helicoverpa armigera* por planta de soja BR 16, em estágio de desenvolvimento vegetativo V8, reprodutivo R2, e reprodutivo R5.2, em teste com e sem chance de escolha. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Estádio da planta	Teste sem chance	Teste com chance
Vegetativa (V8)	42,2 \pm 9,4a	25,5 \pm 5,7a
Reprodutiva (R2)	37,1 \pm 8,3a	95,4 \pm 17,3b
Reprodutiva (R5.2)	35,7 \pm 4,0a	118,1 \pm 25,5b
<i>F</i>	0,09 ^{ns}	8,44 ^{**}
<i>P</i>	0,9111	0,0014

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ns = Não significativo, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Quanto ao teste com chance de escolha, verificou-se que as idades da planta diferiram entre si em relação ao número de ovos (Tabela 7). A maior preferência das mariposas por plantas no estágio de desenvolvimento R2 e R5.2, pode ter sido consequência da maior parte aérea das plantas, que pode ter funcionado como um atrativo as mariposas, pois quanto maior o substrato alimentar, maior será a quantidade de alimento para as gerações subsequentes.

A preferência para oviposição está relacionada com a qualidade do substrato, e desse modo, os insetos tendem a ovipositar preferencialmente em locais que garantam o sucesso da sobrevivência da espécie (GRIPENBERG et al., 2010).

Outra interação que pode ter influenciado na oviposição pode ser presença de compostos secundários presentes nestas plantas em estágio de desenvolvimento mais avançado. Segundo Panda e Khush (1995), existem nas plantas estímulos que atuam no comportamento do inseto, dentre estes, os cairomônios são excitantes e induzem a oviposição do inseto.

Tendo em vista a maior preferência de *H. armigera* por plantas no estágio de desenvolvimento R2 e R5.2, e a não ocorrência de diferenças estatísticas entre estes estádios, em teste de resistência de genótipos deve-se adotar o estágio R2, pois as plantas neste estágio de desenvolvimento permitiram a expressão da resistência.

3.3 Experimento de antibiose

Em relação aos parâmetros biológicos de *H. armigera*, criada em estruturas de soja, verificou-se que durante a fase larval, mais em específico no período larval e pupal, houve diferença significativa entre as estruturas testadas (Tabela 8).

Em relação ao período larval, verificou-se que lagartas alimentadas somente com vagens, e a combinação de folhas mais vagens, apresentaram período significativamente menor do que lagartas alimentadas somente com folhas. Esse resultado pode ser consequência da complementação nutricional que os insetos obtiveram alimentados das estruturas vagens e folhas mais vagens.

Quanto ao período pupal, nota-se que a combinação de folhas mais vagens, proporcionou lagartas com menor período desta fase (Tabela 8). Não foram observadas diferenças significativas entre as estruturas na viabilidade larval e na viabilidade pupal (Tabela 8).

Tabela 8. Média (\pm EP) da duração do período larval e pupal (dias), viabilidade larval e pupal (%) de *Helicoverpa armigera* em diferentes estruturas vegetais do cultivar de soja BR 16. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Estrutura vegetal	Período (dias) ^{1 2}		Viabilidade (%) ^{1 3}	
	Larval	Pupal	Larval	Pupal
Folha	26,8 \pm 0,59b	12,3 \pm 0,25ab	46,7 \pm 6,49a	73,1 \pm 8,87a
Vagem	21,6 \pm 0,51a	12,8 \pm 0,16b	66,7 \pm 6,13a	87,5 \pm 5,29a
Folha mais Vagem	21,1 \pm 0,45a	11,8 \pm 0,20a	58,4 \pm 6,41a	77,1 \pm 7,20a
<i>F</i>	34,35**	5,56**	2,50 ^{ns}	1,18 ^{ns}
<i>P</i>	<0,0001	0,0055	0,0849	0,3110

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ² Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ^{ns} = Não significativo, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Em relação ao peso larval e o peso de pupas com 24 horas de idade (Tabela 9), observou-se que as estruturas vagens e folhas mais vagens, proporcionaram insetos de maior peso. Para o peso larval, folhas mais vagens proporcionou lagartas significativamente mais pesadas que lagartas alimentadas somente com folhas (Tabela 9).

Tabela 9. Média (\pm EP) do peso larval com 10 dias de idade, e de pupa com 24h (Mg), e razão sexual de *Helicoverpa armigera* em diferentes estruturas vegetais do cultivar de soja BR 16. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Estrutura vegetal	Peso (Mg) ¹		Razão sexual ¹
	Larval	Pupal	
Folha	26,3 \pm 8,86a	235,6 \pm 2,18a	0,59 \pm 0,09a
Vagem	46,2 \pm 12,14ab	461,3 \pm 4,38b	0,35 \pm 0,07a
Folha mais Vagem	59,1 \pm 20,43b	439,9 \pm 11,29b	0,55 \pm 0,08a
<i>F</i>	6,90**	81,32**	2,65 ^{ns}
<i>P</i>	0,0012	< 0,0001	0,1093

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ^{ns} = Não significativo, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Quanto ao peso pupal, observou-se que quando as lagartas alimentaram-se somente de vagens ou vagens mais folhas, apresentaram maior peso pupal, diferindo de pupas que foram alimentadas por somente folhas (Tabela 9),

evidenciando-se assim, que em testes de antibiose a utilização somente de folhas pode ocasionar um mal desenvolvimento, conseqüentemente uma falsa resistência.

Segundo Liu et al. (2004) o peso corporal é um importante indicativo de qualidade de insetos, e de riqueza nutricional do substrato que esses insetos foi criado. Uma das formas mais precisa de se mensurar o peso corporal de lepidopteros se dá através do peso pupal, tendo em vista que está fase é imóvel e não se alimenta (LEUCK; PERKINS, 1972).

No presente trabalho observou-se um peso pupal de lagartas alimentadas somente com folhas de 235,6 Mg, peso semelhante ao observado por Naseri et al. (2010) para cultivar de soja Clark (269,5 Mg), cultivar está considerada suscetível por estes autores.

Para a razão sexual não foram observadas diferenças significativas entre as estruturas (Tabela 9). Quanto a longevidade de adultos, vagem e vagem mais folhas proporcionaram longevidade significativamente maior (Tabela 10).

Tabela 10. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), ciclo total (dias) e viabilidade total (%) de *Helicoverpa armigera* em diferentes estruturas vegetais do cultivar de soja BR 16. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Estrutura vegetal	Longevidade adulto ^{1 2}	Ciclo total ^{1 2}	Viabilidade Total ^{1 3}
Folha	3,47 \pm 0,23a	42,4 \pm 0,74b	31,7 \pm 6,05a
Vagem	4,65 \pm 0,22b	38,7 \pm 0,64a	58,4 \pm 6,41b
Folha mais Vagem	5,1 \pm 0,28b	37,6 \pm 0,56a	43,4 \pm 6,45ab
<i>F</i>	9,01**	11,55**	4,48*
<i>P</i>	0,0003	< 0,0001	0,0126

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ² Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ³ Dados transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$. * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Em relação ao ciclo total (período da eclosão da larva a morte do adulto), observou-se que quando as lagartas foram alimentadas somente com folhas, houve um prolongamento significativo do ciclo biológico do inseto, evidenciando-se assim, que somente a alimentação com folhas não supri as necessidades nutricionais de *H. armigera*.

A maior longevidade e menor tempo de ciclo biológico observado para lagartas alimentadas com vagens e folhas mais vagens, deve ser consequência da melhor qualidade destes alimentos, uma vez que, está localizado nas sementes o maior teor de nutrientes e proteína, componentes estes, essenciais para o desenvolvimento dos insetos, principalmente lepidópteros (BELLANDA; ZUCOLOTO, 2009), pois segundo Simpson e Raubenheimer (1993), esta ordem de insetos apresenta melhor desempenho em dietas contendo proteínas e carboidratos em quantidades semelhantes.

Na viabilidade total do experimento, verificou-se que as estruturas diferiram significativamente entre si (Tabela 10), onde lagartas alimentadas com vagens apresentaram maior viabilidade quando comparado a lagartas alimentadas somente com folhas.

Segundo Ramalho et al. (2012) para que um substrato alimentar seja considerado ideal ao desenvolvimento de insetos, este deve proporcionar altas viabilidades tanto de larvas quanto de pupas.

De modo geral, as lagartas de *H. armigera* desenvolveram-se em todos os substratos alimentares, no entanto, vagens mais folhas possibilitou período larval menor, peso larval e pupal elevados, maior longevidade dos adultos, e ciclo biológico menor.

4. Conclusões

A utilização de duas lagartas, utilizando-se folíolos provenientes da parte superior das plantas em estágio reprodutivo proporciona a melhor diferenciação na expressão da preferência alimentar em genótipos de soja por *H. armigera*.

A utilização de um casal e plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo (R2) proporcionam melhores resultados na expressão da preferência para oviposição em genótipos de soja por *H. armigera*.

O melhor substrato alimentar para o melhor desenvolvimento de *H. armigera* é a combinação de folhas mais vagens.

5. Referências bibliográficas

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

BELLANDA, H. C. H. B.; ZUCOLOTO, F. S. Lagartas desfolhadoras (Lepidoptera). 2009. In: **Bioecologia e nutrição de insetos.** PANIZZII, A. R.; PARRA, J. R. P. Embrapa, Brasília, p.425-464.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N. MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A. S.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI.** Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013. p. 207-224.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO W. I.; RIBEIRO, Z. A. Resistência de plantas e produtos naturais e as implicações na interação inseto-planta. In: BUSOLI, A. C.; SOUZA, L. A.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia Agrícola – IV.** Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress. 2014. p. 291-308.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; STOUT, M. J. Factors influencing expression of antixenosis in soybean to *Anticarsia gemmatilis* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 108, n. 1, p. 317–325, 2015.

BRUCE, T. J.; CORK, A. Electrophysiological and behavioral responses of female *Helicoverpa armigera* to compounds identified in flowers of African marigold, *Tagetes erecta*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 27, n. 6, p. 1119-1131, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2016 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília, v. 3 - SAFRA 2015/16- n. 4, 2016, 154 p.

COSTA, E. N. **Metodologias de pesquisa e tipos de resistência em genótipos de soja a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae).** 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cria massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), con plaga del frijol comum. **Turrialba**, San Jose, v. 39, p. 55- 62, 1989.

EIGENBRODE, S. D.; SHELTON, A. M.; DICKSON, M. H. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. **Entomological Society of America**, Annapolis, v.9, p.1086-1090. 1990.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 4, p. 488-497, 1976.

GRIPENBERG, S.; MAYHEW, P. J.; PARMELL, M.; ROSLIN, T. A meta-analysis of preference–performance relationships in phytophagous insects. **Ecology Letters**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 383-393, 2010.

HARRIS, M. K. Arthropod-plant interactions related to agriculture, emphasizing host plant resistance. In: HARRIS, M. K. (Ed.). **Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants**. College Station: Texas A & M University, 1979. p. 23-51.

HUANG, J.; NUCESSLY, G. S.; MCAUSLANE, H. J.; NAGATA, R. T. Effects of screening methods on expression of romaine lettuce resistance to adult banded cucumber beetle, *Diabrotica balteata* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 2, p. 194-198, 2003.

KAKIMOTO, T.; FUJISAKI, K.; MIYATAKE, T. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of American**, Lanham, v. 96, n. 6, p. 793-798, 2003.

JESUS, F.G.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; PITTA, R.M.; CAMPOS, A.P.; TAGLIARI, S.R.A. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 190-195, 2011.

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

LEUCK, D. B.; PERKINS, W. D. A method of evaluating fall armyworm progeny reduction when evaluating control achieved by host plant resistance. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 65, n. 2, p. 482-483, 1972.

LIU, Z.; LI, D.; GONG, P. Y.; WU, K. J. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera, Noctuidae), on different host plants. **Environmental Entomology**, College Park, v. 33, n. 6, p. 1570-1576, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. 889 p.

MCKEY, D. The distribution of secondary metabolites within plants. In: ROSENTHAL, G. A.; JANSEN, D. H. (Eds.). **Herbivores**: their interaction with secondary plant metabolites. New York: Academic Press, 1979. p. 55-133.

MORAES, R. F. O. **Categorias e mecanismos de resistência de genótipos de couve a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2014. 114f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração: Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, Hoboken, v. 12, n. 2, p. 147–154, 2009.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 13, n. 1, p. 17-26, 2011a.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V.; GATEHOUSE, A. M. R. Digestive proteolytic and amylolytic activities of *Helicoverpa armigera* in response to feeding on different soybean cultivars. **Pest Management Science**, Sussex, v. 66, n. 1, p. 1316–1323, 2011b.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Nutritional indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on 13 soybean varieties. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 10, n. 151, p. 1-14, 2010.

PANDA, N.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Guildford: Biddles Ltd, 1995. 431p.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; HADDAD, M. L. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. 2009. In: **Bioecologia e nutrição de insetos**. PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Embrapa, Brasília, p.37-90.

PINÓIA, S. S. F. **Eficácia de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e spinosade no combate a *Helicoverpa armigera* (Hbn) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro**. 2012, 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica). Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

PIUBELLI, G. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S. H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 31, n. 1, p. 1509-1525, 2005.

RAMALHO, D. G.; VIEL, S. R.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI S. A.; LOPES M. M.; LAURENTIS, V. L.; VEIGA, A. C. P. Criteria for optimization of mass rearing of the parasitoid *Cotesia flavipes* in the laboratory. **Journal of Research in Biology**, Tirunelveli, v. 2, n. 5, p. 529-536, 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **World Congress on Computers in Agriculture, 7**, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SIMPSON, S. J.; RAUBENHEIMER, D. The central role of the haemolymph in the regulation of nutrient uptake in insects. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 18, p. 395-403, 1993.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer. 2005. 423p.

SOLEIMANNEJAD, S.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; ZALUCKI, M. P. Evaluation of potential resistance in seeds of different soybean cultivars to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) using demographic parameters and nutritional indices. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 103, n. 4, p. 1420-1430, 2010.

SOUZA, B. H. S. **Fatores e mecanismos que influenciam a resistência em soja a *Anticarsia gemmatilis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

ZOBIOLE, L. H. S. OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A; KREMER, R. J.; MOREIRA, A.; ROMAGNOLI, L. M. Acúmulo de nutrientes em soja convencional e soja RR em diferentes tipos de controle de planta daninha. **Planta daninha**, Viçosa, v. 30, n.1, p. 75-85, 2012.

Capítulo 3 - Atratividade e consumo de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja

Resumo - Dentre as espécies que podem ocasionar danos à cultura da soja, as lagartas da espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), tem tido destaque. Diante da falta de informações a respeito da resistência de genótipos utilizados no Brasil a esta praga, o objetivo da pesquisa foi avaliar a resistência de genótipos de soja à *H. armigera* na categoria não preferência para alimentação. Foram realizados testes com e sem chance de escolha, utilizando-se folíolos, os quais foram dispostos em placas de Petri (nove centímetros de diâmetro x 1,5 centímetros de altura) para o teste sem chance de escolha, e arenas circulares (23 centímetros de diâmetro x cinco centímetros de altura) para o teste com chance de escolha, onde foram liberadas duas lagartas de terceiro ínstar de *H. armigera* por folíolo para ambos os testes. Avaliou-se a atratividade das lagartas em tempos pré-estabelecidos, além da porcentagem de área foliar consumida através de uma escala visual. O delineamento experimental foi em esquema inteiramente casualizado com 13 genótipos de soja convencional e 9 com tecnologia *Roundup Ready*® (RR) e 10 repetições por tratamento. Inicialmente os genótipos convencionais foram distribuídos em dois grupos, submetidos aos testes, selecionando-se 7 genótipos que mais se destacaram, os quais foram novamente submetidos a estes mesmos testes. Paralelamente, os genótipos com tecnologia RR também foram submetidos a estes mesmos testes, selecionando-se os 4 genótipos com características de resistência e suscetibilidade. Por fim, agrupou-se 4 genótipos de soja convencional e 4 genótipos da tecnologia RR, para então realizar novamente os testes de preferência alimentar. Conclui-se que os genótipos IAC100 e PI 227682 foram menos consumidos, apresentando características de resistência na categoria não preferência para alimentação. Os genótipos W711 RR e CD 208 foram mais preferidos para alimentação, sendo considerados suscetíveis a *H. armigera*.

Palavras-chave: Antixenose. Cotton bollworm. *Glycine max* (L.). Resistência de plantas a insetos.

**Attractiveness and feeding of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805)
(Lepidoptera: Noctuidae) on soybean genotypes**

Abstract - Among the species that can cause damage to the soybean crop caterpillars of the species *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) have had highlight. Given the lack of information concerning the resistance of the genotypes used in Brazil to control that pest, this work aimed to evaluate the soybean genotypes resistance to *H. armigera* for non-preference for feeding. Free-choice and no-choice tests were performed using leaflets where which were placed into Petri dishes (9.0 cm in diameter × 1.0 cm in height) for the no-choice test and round containers (23.0 cm in diameter × 5.0 cm in height) for the free-choice test. Two *H. armigera* third-instar larvae were released per leaflet in both tests. The caterpillars' attractiveness was assessed at pre-established times and the injury percent thought a visual evaluation. The experimental design was completely randomized where were used 13 conventional soybean genotypes and 9 soybean genotypes with Roundup Ready® (RR) technology. Was adopt 10 replicates per treatment. Initially the conventional genotypes were split into two groups and subjected to the tests. Was selecting 7 genotypes that stood out and which were subjected again to the same aforementioned tests. At the same time the RR technology genotypes were also subjected to those tests and was selecting 4 genotypes that showed the resistance and susceptibility characteristics. Lastly 4 conventional and 4 RR technology genotypes were clustered again in a final perform assays. In conclusion, IAC100 and PI 227682 genotypes were less consumed displaying resistance characteristics in the non-preference for feeding category. The W711 RR and CD 208 soybean genotypes were more preferred for feeding, thus considered susceptible to *H. armigera*.

Keywords: Antixenosis. Cotton bollworm. *Glycine max* (L.). Host plant resistance to insects.

1. Introdução

A cultura da soja alcançou uma produção 102 milhões de toneladas na safra de 2015/16 (CONAB, 2016), entretanto, a produção brasileira está em constante ameaça devido principalmente ao ataque de pragas (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013), destacando-se os danos causados por percevejos e lagartas. Dentre as lagartas, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) tem tido destaque por ser uma espécie cosmopolita, com grande mobilidade, alta capacidade reprodutiva e alta polífagia (PRIYA et al., 2012; SRINIVASAN et al., 2013).

No cenário brasileiro, o seu controle tem sido principalmente na adoção de moléculas químicas. Contudo, a adoção desta única tática de controle pode ocasionar riscos de contaminação aos trabalhadores e ao meio ambiente, efeitos sobre populações de inimigos naturais, e principalmente, seleção de populações resistentes (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

A utilização de plantas resistentes a insetos pode ser uma alternativa no controle de *H. armigera* nos diversos sistemas produtivos (SMITH, 2005). Planta resistente é aquela que, devido à soma de seus genes constitutivos, expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas, que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

A resistência de plantas pode ser expressa de diferentes categorias: antibiose, tolerância e não preferência. A resistência por não preferência ocorre devido alterações no comportamento do inseto durante a seleção hospedeira, devido a causas químicas, como a presença de aleloquímicos, ou causas morfológicas como tricomas e ceras, fazendo com que está planta seja menos preferida para alimentação, abrigo e/ou oviposição (LARA 1991; PANDA; KHUSH 1995).

A não preferência é uma categoria de resistência que atua no comportamento dos insetos, uma vez que, estes empregam vários mecanismos para selecionar o hospedeiro, tais como palatabilidade, adequabilidade nutricional, atraentes, entre outros (PAINTER, 1951; SMITH, 2005).

Dentre os fatores inerentes a planta que podem causar alterações no comportamento de insetos, pode-se citar os mecanismos de natureza física, que envolvem a cor e a reflectância das plantas, os mecanismos morfológicos, são as características como a presença de tricomas, ceras, dureza da folha. Já os mecanismos químicos, são os metabólicos secundários produzidos pelas plantas que afetam tanto o comportamento, como a biologia do inseto (LARA 1991; PANDA; KHUSH 1995; SMITH, 2005; BOIÇA JÚNIOR et al. 2013).

A resistência de cultivares de soja a pragas na categoria não preferência, já foi observada para várias espécies fitófagas, podendo citar Souza et al. (2012), que avaliando a não preferência para alimentação de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1872) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja, observaram que IAC 100 apresentou alto grau de resistência ao inseto. Para *Anticarsia gemmatalis* Hübner 1818 (Lepidoptera: Erebidae), Franco et al. (2014) verificaram que as cultivares P8Y77RR, M-SOY8867RR, SYN 9070 RR e SYN 1182 RR apresentaram menor atratividade e consumo foliar, indicando que estas cultivares possam representar fontes de resistência do tipo não preferência.

Boiça Júnior et al. (2015) estudando a resistência de 10 genótipos de soja a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), verificaram que os genótipos não apresentam resistência da categoria não preferência para alimentação.

Quanto a resistência de cultivares de soja por *H. armigera*, o que se encontra são pesquisas realizadas em outros países, podendo citar Soleimannejad et al. (2010), Naseri et al. (2010), Naseri et al. (2011) e Fathipour e Naseri, (2011). No entanto, para os cultivares de soja utilizados no Brasil, informações inerentes a resistência, principalmente por não preferência para alimentação desta espécie, ainda são escassos.

De modo geral, os estudos de plantas resistentes têm como objetivo identificar genes que expressam a resistência para posterior cruzamento, ou selecionar genótipos comerciais ou semicomerciais com graus de resistência a insetos, para então sua utilização harmonicamente em programas de manejo integrado de pragas. Assim, o presente trabalho teve por objetivo estudar a

resistência de genótipos de soja convencionais e transgênicos a *H. armigera*, na categoria por não preferência para alimentação.

2. Material e métodos

Os testes foram conduzidos no período de janeiro a abril de 2015, no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, em condições de temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

As lagartas de *H. armigera* utilizadas foram provenientes de criação massal em dieta artificial proposta por Greene, Lepla e Dickerson (1976), criadas por seis gerações em laboratório. O delineamento experimental para todos os testes foi em esquema inteiramente casualizado, com dez repetições.

No total foram utilizados 22 genótipos de soja, os quais são mantidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, sendo destes, três linhagens: PI 227682, PI 274454 e PI 227687, e dez cultivares convencionais: BRS 750, Dowling, BRSGO 8360, CD 208, IAC 100, IGRA518, BR82-12547, BRS 282, BR 16 e IGRA628, e nove cultivares transgênicos: Anta82 RR, TMG1179 RR, 97R21 RR, BRS Valiosa RR, IGRA626 RR, M7908 RR, M8230 RR, W711 RR e NA5909 RG

Inicialmente os genótipos convencionais foram distribuídos em dois grupos: Grupo 1 – PI 227682, PI 274454, BRS 750, Dowling, BRSGO 8360 e CD 208, Grupo 2 - PI 227687, IAC 100, IGRA518, BR 82-12547, BRS 282, BR 16 e IGRA628. Essa divisão em grupos fez-se necessário, pois o agrupamento de 13 diferentes genótipos em uma única arena proporcionaria grande número de voláteis, o que consequentemente, poderia provocar falsas resistências, confundindo os insetos durante a realização do teste com chance de escolha.

Em um segundo momento, os sete genótipos que mais se destacaram com características de resistência e suscetibilidade nos grupos 1 e 2, foram novamente

submetidos a teste de preferência alimentar com e sem chance de escolha, formando-se o Grupo 3.

Paralelamente, os genótipos de soja com tecnologia *Roundup Ready*® (RR) também foram submetidos a testes de preferência alimentar com e sem chance de escolha, formando-se o Grupo 4.

Por fim, os genótipos selecionados PI 227682, PI 227687, IAC 100, CD 208, BRS Valiosa RR, M7908 RR, M8230 RR e W711 RR, que destacaram-se nos testes anteriores, foram agrupados formando o Grupo 5. Estes foram novamente submetidos a teste de preferência alimentar para selecionar-se os genótipos resistentes e suscetíveis a *H. armigera*.

As plantas utilizadas nos testes foram semeadas em vasos com capacidade de 5 L, contendo solo, esterco e areia na proporção de 3:1:1, sendo os vasos acondicionados em casa de vegetação. As plantas foram irrigadas periodicamente e os demais tratos culturais como aplicação de inseticidas e fungicidas não foram realizados, a fim de evitar falsas resistências.

Para a realização dos testes de preferência alimentar, foram coletados folíolos da parte superior de plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo R3 seguindo classificação proposta por Fehr e Caviness (1977). Essa metodologia foi determinada a partir de testes realizados previamente, inclusos no Capítulo 2.

Para o teste com chance de escolha, os folíolos foram distribuídos equidistantes do centro em arenas circulares (28 cm de diâmetro por três cm de altura), forradas com papel filtro levemente umedecido com água deionizada, liberando-se duas lagartas de seis dias de idade por genótipo. Posteriormente, as arenas foram cobertas com vidro para evitar a fuga das lagartas e possibilitar as avaliações de atratividade.

Já para os testes sem chance de escolha, os folíolos foram individualizados em placa de Petri (nove cm de diâmetro por um cm de altura), também forradas com papel filtro levemente umedecido com água deionizada, nas quais liberou-se também duas lagartas de seis dias por placa. A idade das lagartas utilizadas nos testes foi determinada devido ao comportamento canibal que *H. armigera* apresenta após o terceiro ínstar (aproximadamente lagartas com seis dias de idade) (KAKIMOTO et al., 2003).

Foi avaliada a atratividade (número médio de lagartas atraídas por folíolo) aos 5, 10, 15, 30 minutos e 1, 2, 6, 12, 24, 48 horas após a liberação das lagartas, ou até o momento em que um genótipo apresentasse 75% de área foliar consumida. O consumo foliar foi determinado após o término dos testes de atratividade através da avaliação visual da porcentagem de injúria, sendo que variou injúria avaliada variou de 0 a 100%. A avaliação foi realizada por dois avaliadores, para posterior obtenção de uma média. Esse tipo de avaliação fez-se necessário devido à característica das lagartas, que em determinado momento alimentam completamente do folíolo ou apenas raspam a superfície foliar.

Os dados obtidos nos testes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, sendo que, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$). Para o teste de média, os dados da preferência alimentar foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$, e os dados do consumo (porcentagem de injúria) foram transformados em $\arcseno (X/100)^{1/2}$. Para essas análises foi utilizado o programa computacional SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

3. Resultados

Na etapa inicial dos testes de preferência alimentar com genótipos de soja pertencente ao Grupo 1, verificou-se diferença quanto a atratividade aos 5, 10, 15 e 30 minutos, e a 6, 24 e 48 horas após o início do teste (Tabela 1). Aos 5, 10, 15 e 30 minutos, Dowlling foi significativamente menos preferido que PI 274454. Já nas avaliações de atratividade após 6 e 24 horas, constatou-se que BRS 750 foi menos atrativo, e que na avaliação de 48 horas, PI 227682 foi menos preferido, diferindo significativamente apenas de CD208 (Tabela 1).

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por genótipos de soja convencional, na primeira etapa de seleção em teste com e sem chance de escolha (Grupo 1). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Genótipos	Teste com chance de escolha									
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹					
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48
PI 227682	2,3 \pm 0,5b	1,7 \pm 0,5ab	1,3 \pm 0,4ab	1,1 \pm 0,3ab	0,8 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2ab	0,5 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,2a	0,3 \pm 0,2a
PI 274454	2,7 \pm 0,4b	2,5 \pm 0,5b	2,6 \pm 0,4b	2,1 \pm 0,3b	1,5 \pm 0,3a	1,4 \pm 0,8a	1,0 \pm 0,3ab	1,8 \pm 0,6a	2,3 \pm 0,8b	1,2 \pm 0,4ab
BRS 750	1,1 \pm 0,2ab	1,0 \pm 0,1ab	0,9 \pm 0,2ab	1,1 \pm 0,5ab	0,8 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,3a	0,2 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3ab
Dowling	0,5 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,3a	0,6 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,3a	0,0 \pm 0,0a	0,0 \pm 0,0a	0,6 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,2ab	1,0 \pm 0,3ab
BRSO 8360	1,2 \pm 0,4ab	1,4 \pm 0,4ab	0,9 \pm 0,3ab	1,1 \pm 0,3ab	0,6 \pm 0,1a	0,9 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,5b	0,7 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,4ab	0,9 \pm 0,3ab
CD 208	2,0 \pm 0,3ab	1,7 \pm 0,3ab	1,8 \pm 0,6ab	1,3 \pm 0,3ab	0,9 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,3ab	1,1 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,3ab	1,7 \pm 0,2b
F	4,35**	2,51*	3,17*	2,43*	1,15 ^{ns}	1,49 ^{ns}	2,68*	1,89 ^{ns}	2,52*	2,45*
P	0,0021	0,0412	0,0140	0,0465	0,3461	0,2089	0,0309	0,1107	0,0398	0,0445
Genótipos	Teste sem chance de escolha									
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹					
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48
PI 227682	0,3 \pm 0,1ab	0,4 \pm 0,1a	0,3 \pm 0,1ab	0,4 \pm 0,1a	0,3 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	1,0 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a
PI 274454	0,3 \pm 0,1ab	0,3 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1ab	0,8 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,1c	1,4 \pm 0,2b	1,3 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a
BRS 750	0,8 \pm 0,1ab	0,4 \pm 0,1a	0,1 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2bc	0,9 \pm 0,2ab	0,9 \pm 0,1a	1,6 \pm 0,2a
Dowling	0,8 \pm 0,1b	0,6 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1ab	0,7 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,1ab	0,9 \pm 0,2ab	0,7 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a
BRSO 8360	0,7 \pm 0,1b	0,6 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,1b	0,9 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,1abc	1,1 \pm 0,1ab	1,1 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a
CD 208	0,1 \pm 0,1a	0,0 \pm 0,0a	0,1 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,1b	0,9 \pm 0,1ab	1,2 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a
F	3,65*	2,29 ^{ns}	3,67**	1,11 ^{ns}	1,15 ^{ns}	1,41 ^{ns}	5,22**	2,54*	0,76 ^{ns}	0,98 ^{ns}
P	0,0065	0,0582	0,0063	0,3645	0,3474	0,2348	0,0006	0,0389	0,5817	0,4330

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Quanto a atratividade no teste sem chance de escolha, os genótipos diferiram entre si aos 5 e 15 minutos, e a após 6 e 12 horas. Aos 5 minutos CD 208 foi menos atrativo, aos 15 minutos CD 208 e BRS 750 foram os menos atrativos, e nas avaliações realizadas após 6 e 12 horas, PI 227682 foi menos atrativo em ambos os tempos (Tabela 1). Nos demais tempos avaliados neste teste, não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos de soja.

A porcentagem de injúria em decorrência da alimentação dos insetos no teste com chance de escolha foi significativamente maior em PI 274454, diferindo de PI 227682, BRS 750, Dowling e BRSGO 8360. Já para o teste sem chance de escolha, BRS 750 foi menos consumido não diferindo apenas de PI 227682 e PI 274454 (Figura 1).

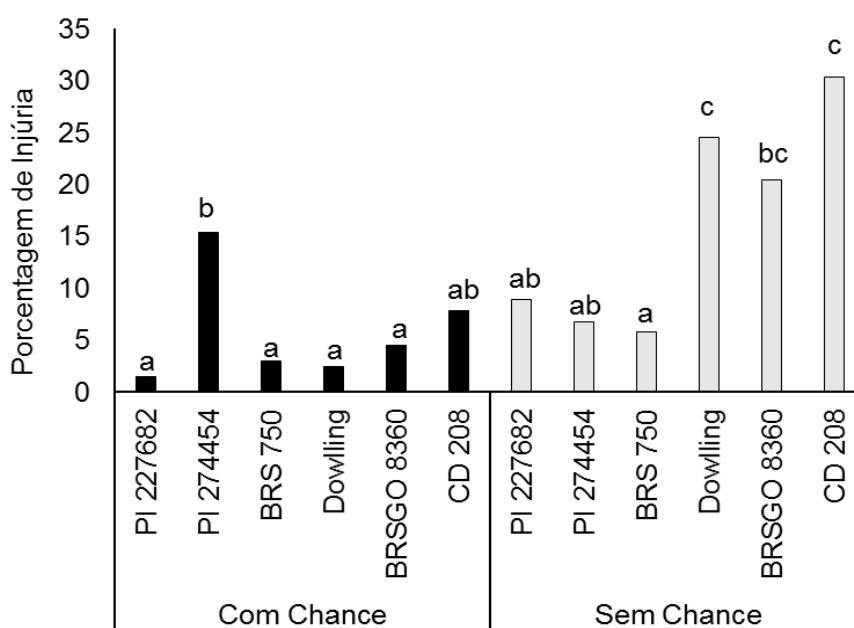


Figura 1. Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja convencional na primeira etapa de seleção, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos pertencentes ao Grupo 1 (Com chance $F = 2,45$, $P = 0,0445$, Sem chance $F = 8,11$, $P = <0,0001$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Para o teste de média os dados foram transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$.

Em relação ao Grupo 2 da etapa inicial de seleção, verificou-se diferenças significativas quanto à atratividade aos 5 minutos, e após 48 horas do início do teste com chance de escolha, onde PI 227687, BR 82-12547, BRS 282 e BR 16 foram

menos preferidos aos 5 minutos, e após 48 horas, IAC 100 foi o menos atrativo a lagartas de *H. armigera* (Tabela 2).

No teste sem chance de escolha deste mesmo grupo, os genótipos foram igualmente preferidos em todos os tempos avaliados (Tabela 2).

Na porcentagem de injúria, verificou-se que IAC 100 foi significativamente menos consumido que IGRA 628 no teste com chance de escolha. Já para o teste sem chance de escolha, PI 227687 e IAC 100 foram pouco consumidos, diferindo significativamente de BR 82-12547 (Figura 2).

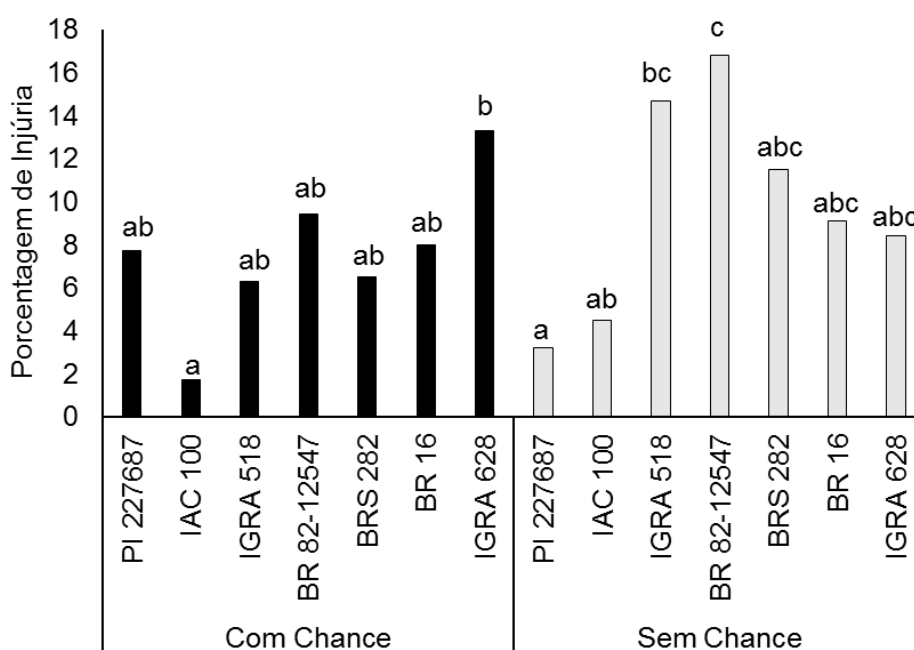


Figura 2. Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja convencional na primeira etapa de seleção, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos pertencentes ao Grupo 2 (Com chance $F = 6,71$, $P = 0,0081$, Sem chance $F = 3,83$, $P = 0,0025$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Para o teste de média os dados foram transformados em $\arcseno(X/100)^{1/2}$.

No Grupo 3, apenas no teste com chance de escolha, verificou-se que os genótipos de soja diferiram entre si, sendo que após 96 horas depois da liberação das lagartas, sendo IAC 100 significativamente menos atrativo que CD 208 (Tabela 3).

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por genótipos de soja convencional, na primeira etapa de seleção em teste com e sem chance de escolha (Grupo 2). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Genótipos	Teste com chance de escolha									
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹					
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48
PI 227687	0,4 \pm 0,3a	0,9 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,4a	0,7 \pm 0,1a	0,6 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,4a	1,3 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,2ab
IAC 100	1,9 \pm 0,6b	1,8 \pm 0,6a	1,7 \pm 0,5a	1,6 \pm 0,5a	0,7 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3a	0,5 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,2a	0,1 \pm 0,1a
IGRA 518	1,5 \pm 0,3ab	1,3 \pm 0,4a	1,1 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3a	1,6 \pm 0,3a	1,5 \pm 0,3a	2,1 \pm 0,5a	1,5 \pm 0,4a	0,9 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,1ab
BR 82-12547	0,6 \pm 0,3a	0,4 \pm 0,3a	0,3 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3a	1,9 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3ab
BRS 282	0,4 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,3a	0,5 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,3a	1,6 \pm 0,3b
BR 16	0,7 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,7a	0,3 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,2ab
IGRA 628	0,9 \pm 0,4ab	0,5 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,4a	0,5 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,4a	1,1 \pm 0,4a	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,2ab
F	2,39*	1,58 ^{ns}	1,50 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,81 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,74**
P	0,0421	0,1652	0,1915	0,0986	0,2175	0,6881	0,0986	0,1125	0,4106	0,0030
Genótipos	Teste sem chance de escolha									
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹					
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48
PI 227687	0,5 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,3 \pm 0,2a	0,4 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,1a	1,4 \pm 0,2a
IAC 100	0,3 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,6 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,2a	0,4 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,1a	1,6 \pm 0,2a
IGRA 518	0,6 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,9a	0,3 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a
BR 82-12547	0,3 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a
BRS 282	0,6 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,1a	0,6 \pm 0,1a	0,9 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,1a	1,1 \pm 0,2a
BR 16	0,5 \pm 0,1a	0,3 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,1 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a
IGRA 628	0,5 \pm 0,1a	0,2 \pm 0,1a	0,3 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,2a	0,2 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,5 \pm 0,1a	0,4 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,1a
F	0,52 ^{ns}	0,78 ^{ns}	1,64 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,74 ^{ns}
P	0,7904	0,5815	0,1509	0,2275	0,2421	0,5349	0,6190	0,4980	0,1398	0,1266

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 3. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por folíolos de genótipos de soja convencional, na segunda etapa de seleção em teste com e sem chance de escolha (Grupo 3). Temp.: 25 \pm 1°C, U.R.: 70 \pm 10%, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Genótipos	Teste com chance de escolha										
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹						
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48	96
PI 227687	1,4 \pm 0,3a	1,9 \pm 0,5a	1,7 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,4a	1,0 \pm 0,3a	0,6 \pm 0,3ab
IAC 100	1,4 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,4a	1,1 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,5a	0,9 \pm 0,3a	1,7 \pm 0,3a	1,5 \pm 0,4a	0,1 \pm 0,1a
PI 227682	0,9 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,3a	0,9 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,4a	1,1 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,5a	1,3 \pm 0,4a	1,0 \pm 0,4a	0,7 \pm 0,3a	0,5 \pm 0,3ab
BRS 750	0,5 \pm 0,2a	0,3 \pm 0,1a	0,9 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,3a	1,4 \pm 0,4a	1,0 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,2a	0,4 \pm 0,2ab
Dowling	1,3 \pm 0,3a	0,9 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,4a	1,0 \pm 0,4a	1,2 \pm 0,5a	0,9 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,2ab
BR 82-12547	1,6 \pm 0,4a	1,6 \pm 0,5a	1,4 \pm 0,4a	1,3 \pm 0,5a	1,7 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,3a	1,7 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,5a	0,7 \pm 0,2ab
CD 208	1,4 \pm 0,3a	1,7 \pm 0,4a	1,7 \pm 0,5a	1,2 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,7a	2,1 \pm 0,4a	2,0 \pm 0,3a	1,6 \pm 0,3b
F	1,26 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,89 ^{ns}	3,10*
P	0,2905	0,0709	0,4886	0,9921	0,6071	0,8667	0,5849	0,8164	0,1988	0,0952	0,0100
Genótipos	Teste sem chance de escolha										
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹						
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48	96
PI 227687	0,5 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,1a
IAC 100	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,1a	1,2 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,1a
PI 227682	0,8 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,1a	0,9 \pm 0,1a	1,1 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,1a	1,0 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,1a
BRS 750	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,1a	1,2 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,1a	1,1 \pm 0,1a	0,9 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,1a
Dowling	1,0 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,1a	1,0 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,1a	1,4 \pm 0,1a	1,2 \pm 0,1a	1,2 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,1a
BR 82-12547	1,3 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,1a	0,7 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,1a	1,4 \pm 0,1a	1,1 \pm 0,1a
CD 208	1,0 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,1a	1,4 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1a	1,4 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,1a	1,8 \pm 0,1a
F	1,22 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,96 ^{ns}
P	0,3056	0,8706	0,8619	0,7813	0,4009	0,1968	0,5028	0,1300	0,3396	0,3186	0,0850

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

No que diz respeito à alimentação das lagartas em teste com chance de escolha, verificou-se que os genótipos diferiram entre si, ao passo que, PI 227687, IAC 100, PI 227682, BRS 750 e Dowlling foram menos consumidos, diferindo significativamente de CD 208 mais consumido. No teste sem chance de escolha, verificou-se que todos os genótipos foram menos consumidos que CD 208 (Figura 3).

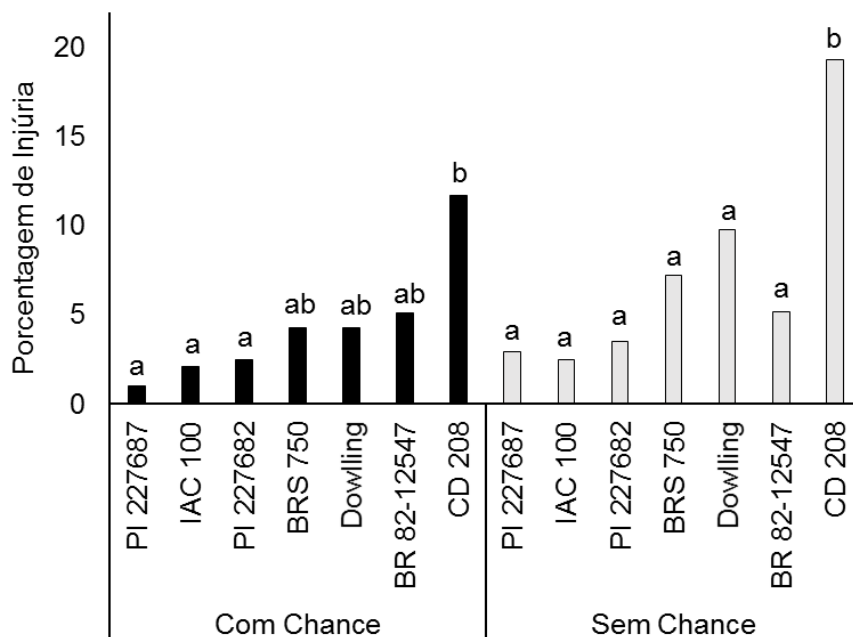


Figura 3. Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos convencionais na segunda etapa de seleção (Grupo 3) (Com chance $F = 5,51$, $P = < 0,0001$, Sem chance $F = 11,58$, $P = < 0,0001$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados transformados em arcoseno $(X/100)^{1/2}$.

Quanto a soja transgênica RR (Grupo 4), observou-se que a preferência alimentar de *H. armigera* foi influenciada pelos genótipos de soja com a tecnologia RR, pois no teste com chance de escolha diferenças na atratividade foram observadas aos 10, 15, 30 minutos, e a 1 hora após o início do teste, onde Anta82 RR foi o menos atrativo nestes tempos (Tabela 4). Após 12, 24 e 48 horas, BRS Valiosa RR e M7908 RR foram menos preferidos. Nos demais tempos avaliados não foram observadas diferenças (Tabela 4).

Tabela 4. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por folíolos de genótipos de soja transgênica (RR), em teste com e sem chance de escolha (Grupo 4). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Genótipos	Teste com chance de escolha										
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹						
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48	56
Anta 82 RR	1,0 \pm 0,3a	0,6 \pm 0,2a	0,4 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,2a	0,2 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,5a	1,2 \pm 0,4a	1,7 \pm 0,5ab	1,8 \pm 0,4ab	1,6 \pm 0,5a
TMG 1179 RR	1,8 \pm 0,5a	2,3 \pm 0,6b	2,4 \pm 0,6b	2,3 \pm 0,4b	2,4 \pm 0,7b	1,5 \pm 0,5a	1,7 \pm 0,5a	2,2 \pm 0,8ab	2,2 \pm 0,6ab	1,3 \pm 0,3ab	1,7 \pm 0,4a
97R21 RR	0,5 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2ab	0,7 \pm 0,3ab	0,7 \pm 0,2ab	0,9 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3a	1,6 \pm 0,4ab	1,7 \pm 0,2ab	1,2 \pm 0,4ab	1,1 \pm 0,3a
BRS Valiosa RR	0,6 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3ab	1,1 \pm 0,5ab	1,3 \pm 0,4ab	0,7 \pm 0,3ab	0,6 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	0,3 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,3a
IGRA 626 RR	1,6 \pm 0,5a	2,0 \pm 0,5ab	1,3 \pm 0,4ab	1,7 \pm 0,5ab	1,1 \pm 0,5ab	1,6 \pm 0,5a	1,2 \pm 0,4a	2,1 \pm 0,5ab	1,6 \pm 0,5a	1,4 \pm 0,4ab	1,3 \pm 0,3a
M7908 RR	1,3 \pm 0,6a	1,6 \pm 0,7ab	1,7 \pm 0,6ab	0,7 \pm 0,3ab	1,2 \pm 0,4ab	1,3 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	0,5 \pm 0,3a	0,2 \pm 0,1a	0,8 \pm 0,3a
M8230 RR	2,1 \pm 0,5a	2,1 \pm 0,3b	1,9 \pm 0,4ab	1,7 \pm 0,5ab	0,8 \pm 0,4ab	1,4 \pm 0,5a	0,6 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,4a	0,3 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,5ab	1,0 \pm 0,3a
W711 RR	2,1 \pm 0,5a	1,7 \pm 0,4ab	0,9 \pm 0,2ab	1,2 \pm 0,4ab	1,0 \pm 0,4ab	1,0 \pm 0,6a	3,0 \pm 0,9a	3,5 \pm 0,8b	3,8 \pm 0,9b	2,6 \pm 0,5b	2,1 \pm 0,6a
NA 5909 RG	0,7 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,3ab	1,1 \pm 0,5ab	0,7 \pm 0,3ab	1,8 \pm 0,6ab	1,6 \pm 0,4a	2,2 \pm 0,6a	1,1 \pm 0,3a	1,7 \pm 0,5ab	1,7 \pm 0,3ab	1,3 \pm 0,4a
F	2,31 ^{ns}	2,78*	2,05*	2,21*	1,95*	0,86 ^{ns}	1,83 ^{ns}	3,15*	4,37*	3,88*	1,01 ^{ns}
P	0,0578	0,0091	0,0406	0,0351	0,0499	0,5553	0,0827	0,0037	0,0002	0,0007	0,4422
Genótipos	Teste sem chance de escolha										
	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹						
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	48	56
Anta 82 RR	0,8 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,3a	0,9 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	2,0 \pm 0,0a	1,7 \pm 0,2b	1,4 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a
TMG 1179 RR	0,8 \pm 0,1a	0,9 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,3ab	1,5 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a
97R21 RR	1,0 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1a	1,7 \pm 0,2b	1,5 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a
BRS Valiosa RR	0,6 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,1a	1,7 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3ab	1,7 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a
IGRA 626 RR	0,8 \pm 0,2a	0,8 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,1a	1,6 \pm 0,2ab	1,5 \pm 0,3a	0,9 \pm 0,2a
M7908 RR	0,8 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,1a	1,7 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,3a	1,6 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,2ab	0,9 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a
M8230 RR	1,3 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a
W711 RR	1,2 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,1a	1,1 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1b	1,4 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1a
NA 5909 RG	1,0 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1a	1,9 \pm 0,1a	1,6 \pm 0,2ab	1,5 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a
F	0,91 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,00 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,28 ^{ns}	2,12 ^{ns}	3,31*	2,19 ^{ns}	1,82 ^{ns}
P	0,5178	0,5173	0,6549	0,4410	0,0382	0,1359	0,2662	0,0528	0,0025	0,0558	0,0857

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Para o teste sem chance de escolha, verificou-se que após 24 horas do início do teste, M8230RR proporcionou menor atração das lagartas, oposto à W711 RR que foi mais atrativo (Tabela 4).

Em relação à alimentação, que é dada pela porcentagem de injúria, no teste de livre escolha evidenciou-se que M8230 RR foi menos consumido, sendo que M8230 RR ainda diferiu significativamente de W711 RR, IGRA626 RR, TMG1179 RR e Anta82 RR (Figura 4). No teste sem chance de escolha, M8230 RR e M7908 RR foram novamente menos consumidos, diferindo estatisticamente de 97R21 RR, IGRA 626 RR e W711 RR mais consumidos (Figura 4).

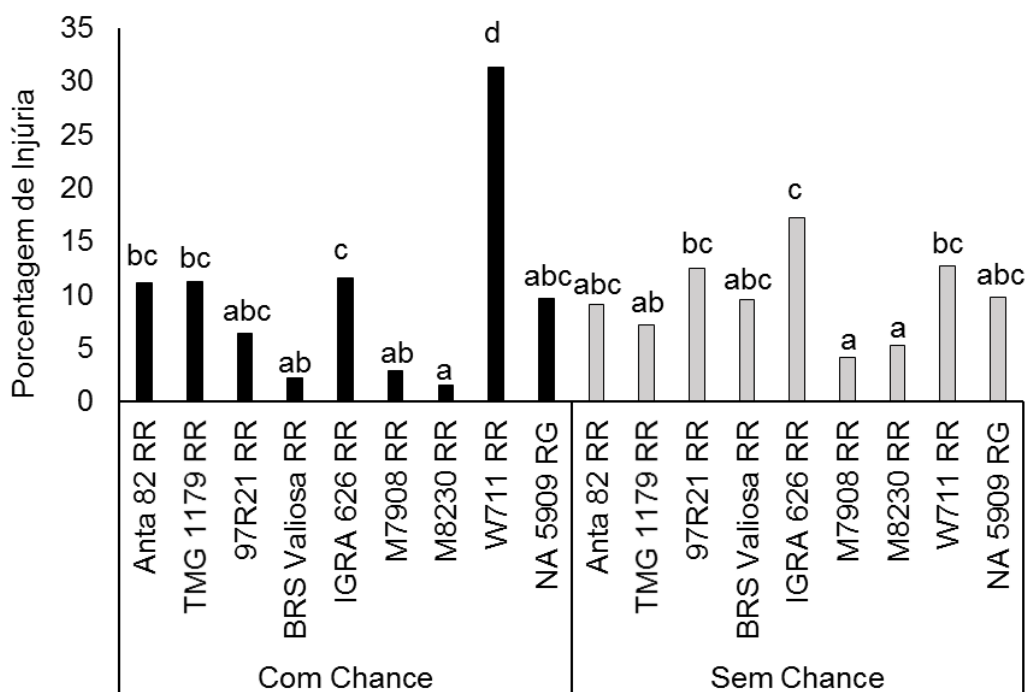


Figura 4. Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja, em testes com e sem chance de escolha. Genótipos de soja transgênica (Grupo 4) (Com chance $F = 12,10$, $P = < 0,0001$, Sem chance $F = 6,57$, $P = < 0,0001$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados transformados em $\arcsen(X/100)^{1/2}$.

No teste de não preferência alimentar com chance de escolha (Grupo 5), os genótipos diferiram entre si quanto a atratividade aos 10 e 15 minutos, e 12 e 24 horas do início do teste. Aos 10 minutos CD 208 foi menos atrativo, diferindo de IAC 100 mais atrativo (Tabela 5).

Tabela 5. Número médio (\pm EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera* atraídas por folíolos de genótipos de soja convencional e transgênica (RR), em teste com e sem chance de escolha (Grupo 5). Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2015.

Teste com chance de escolha										
Genótipos	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹					
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	
M8230 RR	0,9 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3ab	0,9 \pm 0,3ab	1,3 \pm 0,4a	0,6 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,5a	1,3 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,3a	
CD 208	1,6 \pm 1,0a	0,3 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,3a	0,2 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,4a	2,6 \pm 0,7ab	2,3 \pm 0,7ab	
IAC 100	1,8 \pm 0,3a	1,6 \pm 0,4b	1,8 \pm 0,4b	2,0 \pm 0,4a	1,4 \pm 0,4a	0,9 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,5a	0,7 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,2a	
PI 227687	0,4 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2ab	0,3 \pm 0,2a	0,6 \pm 0,2a	0,5 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,4a	1,2 \pm 0,4a	0,7 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,2a	
W711 RR	1,1 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,3ab	1,0 \pm 0,5ab	0,8 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,5a	3,0 \pm 0,7a	4,1 \pm 0,7b	3,3 \pm 0,4b	
BRS Valiosa RR	0,8 \pm 0,3a	0,5 \pm 0,2ab	0,8 \pm 0,2ab	1,2 \pm 0,5a	0,4 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,3a	1,8 \pm 0,4a	1,4 \pm 0,4a	0,8 \pm 0,2a	
PI 227682	0,9 \pm 0,3a	0,6 \pm 0,3ab	0,8 \pm 0,2ab	0,8 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	0,9 \pm 0,5a	0,7 \pm 0,3a	1,3 \pm 0,3a	
M7908 RR	1,1 \pm 0,3a	0,7 \pm 0,3ab	1,0 \pm 0,2ab	1,3 \pm 0,4a	0,7 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,4a	1,5 \pm 0,3a	1,2 \pm 0,3a	1,8 \pm 0,3ab	
F	1,34 ^{ns}	2,14*	2,55*	1,34 ^{ns}	2,77 ^{ns}	0,31 ^{ns}	1,82 ^{ns}	6,77**	5,56**	
P	0,2415	0,0490	0,0206	0,2404	0,1199	0,9487	0,0963	< 0,0001	< 0,0001	
Teste sem chance de escolha										
Genótipos	Tempo em minutos ¹				Tempo em horas ¹					
	5	10	15	30	1	2	6	12	24	30
M8230 RR	1,1 \pm 0,3a	1,5 \pm 0,3a	1,5 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,3a	1,7 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1b	2,0 \pm 0,0a	1,9 \pm 0,1a	1,7 \pm 0,2a
CD 208	1,5 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2ab	1,8 \pm 0,1a	1,6 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a
IAC 100	1,4 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	1,0 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,3a	1,8 \pm 0,1a	1,5 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,1b	1,8 \pm 0,1a	1,9 \pm 0,1a	1,8 \pm 0,1a
PI 227687	0,6 \pm 0,2a	0,7 \pm 0,3a	0,9 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	2,0 \pm 0,0a	1,7 \pm 0,2ab	1,6 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,1a	1,9 \pm 0,1a
W711 RR	1,1 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	1,5 \pm 0,2a	2,0 \pm 0,0b	1,9 \pm 0,1a	2,0 \pm 0,0a	1,9 \pm 0,1a
BRS Valiosa RR	1,0 \pm 0,3a	0,8 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	1,4 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,4 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2ab	1,9 \pm 0,1a	1,7 \pm 0,1a	1,9 \pm 0,1a
PI 227682	1,2 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,3 \pm 0,2a	1,2 \pm 0,1a	1,5 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2ab	1,8 \pm 0,1a	1,6 \pm 0,1a	1,9 \pm 0,1a
M7908 RR	1,2 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,3a	1,0 \pm 0,3a	1,1 \pm 0,3a	1,4 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,1 \pm 0,2a	1,8 \pm 0,2a	1,6 \pm 0,2a	1,7 \pm 0,2a
F	1,33 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,83 ^{ns}	0,15 ^{ns}	2,81*	0,72 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,61 ^{ns}
P	0,2453	0,1557	0,2025	0,8944	0,0939	0,9930	0,0119	0,6498	0,2612	0,7419

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Já aos 15 minutos, resultados semelhantes foram observados, onde IAC 100 foi mais preferido, e CD 208 juntamente com PI 227687 foram menos preferidos. Decorrido o período de 12 horas, com exceção de CD 208 todos os genótipos foram menos preferidos, diferindo de W711 RR, sendo este segundo, o que atraiu o maior número de lagartas.

Na avaliação após 24 horas do teste com chance de escolha, M8230 RR, IAC 100, PI 227687, BRS Valiosa RR e PI 227682 foram significativamente menos preferidos que W711 RR (Tabela 5). Em relação ao consumo, verificou-se que IAC 100 e PI 227682 foram menos consumidos, diferindo de M7908 RR e W711 RR, ressaltando ainda que o W711 RR foi mais consumido no teste, diferindo de M7908 RR (Figura 5).

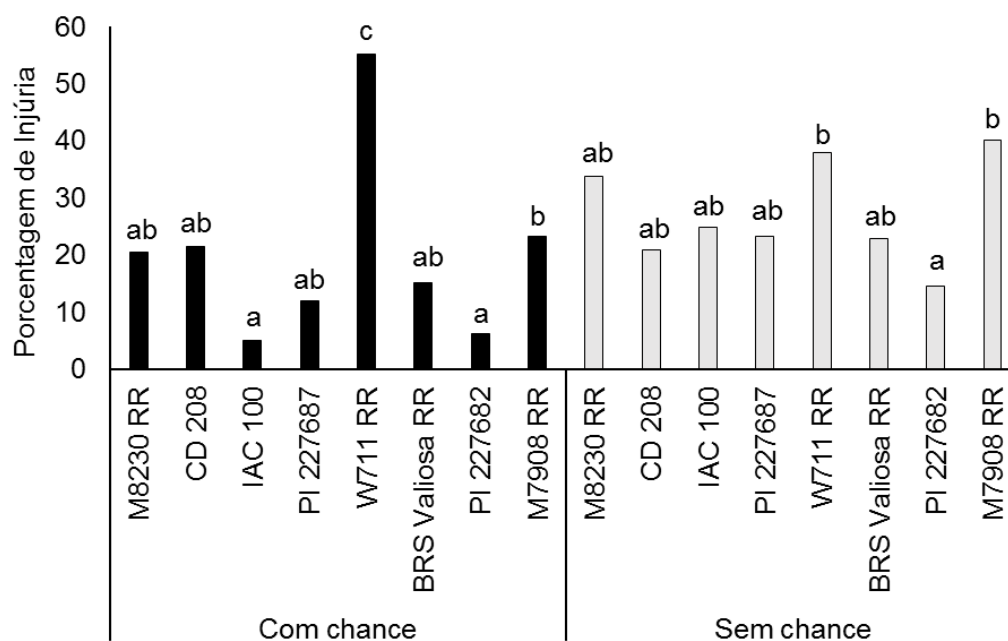


Figura 5. Porcentagem de injúria (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja convencional e transgênica, pertencente ao Grupo 5, em testes com e sem chance de escolha. (Com chance $F = 9,08$, $P = < 0,0001$, Sem chance $F = 4,80$, $P = 0,0002$). Colunas seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Para o teste de médias os dados transformados em $\arcseno(X/100)^{1/2}$.

Já no teste sem chance de escolha, diferenças foram observadas após 6 horas do início do teste, onde M7908 RR foi o menos preferido, diferindo significativamente de M8230 RR, IAC 100 e W711 RR (Tabela 5). Quanto ao

consumo, verificou-se que PI 227682 foi menos consumido, diferindo de W711 RR e M7908 RR (Figura 5).

4. Discussão

A menor preferência de *H. armigera* por Dowling e PI 227682, observada no teste com chance de escolha da primeira etapa de seleção do Grupo 1, pode estar relacionada às características específicas como flavonoides e ou dureza das folhas, que conferiram está menor atratividade, e ou repelência das lagartas.

Segundo Boiça Júnior et al. (2013), genótipos e/ou linhagens menos consumidos possivelmente tenham maior presença de deterrentes e/ou menor teor de estimulantes, ou ainda que características morfológicas, como a dimensão e a disposição das estruturas vegetais e aos fatores da epiderme, que se refere à espessura, a dureza, a textura, a cerosidade e ou pilosidade da planta.

Ressalta-se ainda que neste mesmo teste, PI 274454 comportou-se como mais atrativos aos 5, 10, 15 e 30 minutos, e 24 horas (Tabela1). Boiça Júnior et al. (2015) verificaram que o genótipo PI 274454, juntamente com IGRA RA 516 RR e Dowling, apresentaram menor consumo de área foliar por *S. cosmioides*. Para outro grupo de insetos mastigadores, Costa et al. (2014) descrevem resistência de PI 274454 na categoria não preferência a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Desse modo, evidencia-se que os mecanismos de resistência presentes em PI 224454, que a faz resistente a essas duas espécies, pouco interferem em *H. armigera*.

Vale ressaltar ainda que CD 208 foi o mais consumido pelas lagartas no teste sem chance de escolha, apresentando um consumo 7,2 vezes maior do que em BRS 750, que foi o menos consumido (Figura 1). Características de resistência já citadas por Boiça Júnior et al. (2013) devem ser ausentes neste genótipo ou pouco influenciam na alimentação de *H. armigera*.

De modo geral, em relação aos genótipos de soja convencionais testados, destacam-se IAC 100, PI 227687 e PI 227682 como resistentes, por apresentarem

menor atratividade e consumo pelas lagartas. Em sentido oposto, destaca-se CD 208 como suscetível por ter sido mais atrativo e mais consumido.

A resistência de determinado genótipo de soja a *H. armigera* pode ser consequência da presença de estímulos negativos, de natureza química como flavonóides, ou morfológica como tricomas, impossibilitando a manutenção da alimentação dos insetos. Quanto à atributos morfológicos como tricomas, Khan et al. (1986) verificaram que a maior densidade de tricomas no genótipo PI 227687 também proporcionou resistência a *Trichoplusia ni* (Hübner, 1803) (Lepidoptera: Noctuidae).

Dentre as substâncias secundárias presentes na soja descrita, Hoffmann-Campo (1995) destaca o flavonoide rutina (quercitina 3-O-rutinosídeo), ressaltando ainda que o grupo dos flavonóides são encontrados em genótipos selvagens de soja. Piubelli et al. (2005) relatam que além da rutina, o isoflavonoide genistina também pode ser encontrado em plantas de soja, os quais podem atuar na menor atratividade e conseqüentemente causa menor consumo na alimentação de insetos na soja.

A presença desses flavonóides pode ter favorecido os resultados evidenciados por Hoffmann-Campo et al. (1994) e Souza et al. (2014), que em testes de não preferência para alimentação, também constataram que PI 227687 e IAC 100 foram resistentes a *A. gemmatilis* e *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae), respectivamente, ficando evidente assim, a resistência múltipla.

Souza et al. (2012) também verificaram que IAC 100 foi resistente a *S. eridania*, ressaltando que essa resistência deve decorrer de características químicas e/ou morfológicas, as quais influenciaram a atratividade e consumo larval de *H. armigera* nestes genótipos.

Em relação a segunda etapa de seleção (Grupo 3), somente após 96 horas do início do teste com chance de escolha, pode-se destacar diferenças significativas, onde IAC 100 foi menos preferido, e CD 208 foi mais atrativo. Estes resultados reafirmaram os testes preliminares, onde estes genótipos também comportaram-se como resistente e suscetível, respectivamente.

Quanto aos genótipos com tecnologia RR, ressalta-se que M7908 RR e M8230 RR juntamente com BRS Valiosa RR, proporcionaram baixo consumo pelas lagartas em teste de livre escolha. M7908 RR e M8230 RR foram menos consumidos no teste sem chance de escolha (Figura 3), possivelmente devido a presença de aleloquímicos, que segundo Kogan (1986) são metabólitos secundários de ordem nutritivas, produzidas por uma espécie, e que afetam a sobrevivência, crescimento, comportamento, fecundidade ou fertilidade de indivíduos de outra espécie.

Destaca-se ainda que W711 RR foi mais atrativo e mais consumido pelas lagartas nos testes de preferência alimentar. Segundo Boiça Júnior et al. (2013), quando um material é muito preferido para alimentação, relata-se que este apresenta suscetibilidade na categoria não preferência para alimentação, sendo ainda que a suscetibilidade pode ser decorrência da ausência de compostos adversos ao inseto, ou a maior adequabilidade do substrato alimentar quanto as necessidades nutricionais dos insetos.

Em relação ao grupo 5, verificou-se que IAC 100, dado como resistente, foi mais atrativo em alguns momentos (Tabela 5), no entanto, com o decorrer dos testes, este tornou-se menos preferido, o que de certo modo, também pode ter influenciando no consumido.

A alternância na atratividade apresentada por um genótipo a um determinado inseto, pode estar relacionada a atributos característicos da planta hospedeira, que em um determinado momento o substrato pode comportar-se adequado, e outro comporta-se como deterrente, causando a interrupção da aproximação e da alimentação do inseto. Esse comportamento de escolha dos insetos é relacionado principalmente com a cadeia de estímulos relatada por Lara (1991), na qual estão presentes nas plantas cairomônio favoráveis aos insetos como atraentes e estimulantes alimentares, e alomônios adversos como repelentes, supressante e estimulantes locomotores.

Vale ressaltar ainda, que ambos os estímulos, positivos e negativos, estão presentes na planta, de modo que a resposta do inseto em relação à mesma, depende do estímulo que sobrepuzar o outro (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013). Essa relação entre inseto e estímulo também pode ser observada no teste sem chance de

escolha do Grupo 5 (Tabela 5), onde M7908 RR foi o menos atrativo aos após 6 horas, no entanto, ao fim do teste, evidenciou-se que este foi muito consumido, evidenciando-se assim, que em determinado momento os estímulos ligados a atração foram negativos, no entanto, a alimentação era favorecida.

Com base nos resultados expostos, verifica-se que IAC 100 e PI 227682 influenciaram no comportamento alimentar de *H. armigera*, apresentando características de resistência na categoria não preferência. Observou-se ainda que, W711 RR foi considerado suscetível, por ser mais preferido e consumido por lagartas de *H. armigera* (Figura 5).

Deste modo, pesquisas futuras devem ser conduzidas a fim de se elucidar quais são as causas da resistência envolvidas nestes genótipos, quer sejam físicas, químicas ou morfológicas, a fim de que tais genes sejam incorporados em programas de melhoramento de plantas visando ao controle de *H. armigera*.

5. Conclusões

Os genótipos IAC 100, PI 227682 são menos atrativos e consumidos, apresentando características de resistência na categoria não preferência para alimentação.

Os genótipos de soja W711 RR e CD 208 são mais atrativos e consumidos por *H. armigera*.

6. Referências bibliográficas

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

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 607-618, 2015.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A. S.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013. p. 207-224.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2016 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília, v. 3 - SAFRA 2015/16- n. 4, 2016, 154 p.

COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; SOUZA, B. H. S.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Oviposition preference assessment of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) for different soybean genotypes. **International Journal of Pest Management**, London, v. 60, n. 1, p. 52-58, 2014.

FRANCO, A. A.; QUEIROZ, M. S.; PERES, A. R.; ROSA, M. E.; CAMPOS, A. R.; CAMPOS, Z. R. Preferência alimentar de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de soja. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 1, p. 32–38, 2014.

FATHIPOUR, Y.; NASERI, B. Soybean Cultivars Affecting Performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). In: TZI-BUN. **Soybean-Biochemistry, Chemistry and Physiology**. p. 599-630. 2011.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 4, p. 488-497, 1976.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MAZZARIN, R. M.; LUSTOSA, P. R. Mecanismos de resistência de genótipos de soja: teste de não-preferência para *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lep.: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 513-519, 1994.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. **Role of the flavonoids in the natural resistance of soybean to *Heliothis virescens* (F.) and *Trichoplusia ni* (Hübner)**. 1995. 165 p. PHD. Dissertation, The University of Reading, Reading.

KAKIMOTO, T.; FUJISAKI, K.; MIYATAKE, T. Egg laying preference, larval dispersion, and cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of American**, Lanham, v. 96, n. 6, p. 793-798, 2003.

KHAN, Z. R.; WARD, J. T.; NORRIS, D. M. Role of thricomes in soybean resistance to cabbage looper, *Trichoplusia ni*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 109-117, 1986.

KOGAN, M. Natural chemical in plant resistance to insects. *Iowa State J. Res.* v. 60, p. 501-527, 1986.

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

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Nutritional indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on 13 soybean varieties. **Journal of Insect Science**, Cary, v. 10, n. 151, p. 1-14, 2010.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 13, n. 1, p. 17-26, 2011.

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

PANDA, N.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Guildford: Biddles Ltd, 1995. 431p.

PIUBELLI, G. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S. H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatalis*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 31, n. 1, p. 1509-1525, 2005.

PRIYA, G. N.; OJHA, A.; KAJLA, M. K.; RAJ, A.; RAJAGOPAL, R. Host plant induced variation in gut bacteria of *Helicoverpa armigera*. **Plos One**, Hyderabad, v.7, n. 1, p. 307-318, 2012.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer. 2005. 423p.

SOLEIMANNEJAD, S.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; ZALUCKI, M. P. Evaluation of potential resistance in seeds of different soybean cultivars to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) using demographic parameters and nutritional indices. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 103, n. 4, p. 1420-1430, 2010.

SOUZA, B. H. S.; BOIÇA JÚNIOR, B. L.; JANINI, J. C.; SILVA, A. G.; RODRIGUES, N. E. L. Feeding of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean genotypes. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santa fe de Bogota, v. 38, n. 2, p. 215-223, 2012.

SOUZA, B. H. S.; SILVA, A. G.; JANINI, J. C.; BOICA JÚNIOR, A. L. Antibiosis in soybean genotypes and the resistance levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 6, p. 582-587, 2014.

SRINIVASAN, R.; SU, F. C.; HUANG, C. C. Oviposition dynamics and larval development of *Helicoverpa armigera* on a highly preferred unsuitable host plant, *Solanum viarum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 147, n. 3, p. 217-224, 2013.

CAPÍTULO 4 – Não preferência para oviposição de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) por genótipos de soja

Resumo - O recente ataque de *Helicoverpa armigera* na cultura da soja tem demandado atenção no seu controle pelos produtores. Assim, objetivou-se na presente pesquisa avaliar a resistência de genótipos de soja a *H. armigera* na categoria por não preferência para oviposição em testes com e sem chance de escolha. Foram utilizados 8 genótipos de soja, sendo duas linhagens: PI 227682 e PI 227687, e seis cultivares: CD 208, IAC 100, BRS Valiosa RR, M7908RR, M8230RR e W711RR. O delineamento experimental para o teste com chance de escolha foi em blocos casualizado no teste com chance, e inteiramente casualizado para o teste sem chance. Foi adotado cinco repetições por tratamento. Foram utilizadas plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo R2 (florescimento), sendo que, no teste com chance de escolha, as plantas foram acondicionadas equidistantes do centro, em gaiolas de armação de ferro cobertas por tecido *voile*, e para o teste sem chance de escolha, foram utilizadas gaiolas cilíndricas de acrílico. Para cada planta liberou-se um casal com 5 dias de idade, avaliando-se o número de ovos por planta após um período de 24 horas, calculando o índice de preferência para oviposição (IPO). Realizou-se também a quantificação do número de tricomas em duas áreas circulares de 3,14 mm² nas partes abaxial e adaxial de dois folíolos superiores totalmente expandidos por planta, em cinco plantas diferentes, estimando-se o número de tricomas por centímetro quadrado. Conclui-se que M8230 RR e W711 RR foram menos preferidos para oviposição, apresentando resistência a *H. armigera* na categoria não preferência para oviposição. Já PI 227687 foi preferido para oviposição sendo considerado suscetível a *H. armigera*.

Palavras-chave: Seleção hospedeira. Cotton bollworm. *Glycine max* (L.). Resistência de plantas a insetos.

**Non-preference for oviposition of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805)
(Lepidoptera: Noctuidae) on soybean genotypes**

Abstract – The recently attack of *Helicoverpa armigera* on soybean crops have demanded attention in its control by the farmers. Thus, the aimed of this work was evaluated the soybean resistance to *H. armigera* in preference for oviposition category in non-choice and free-choice tests. Were used eight soybean genotypes where two of this were strains: PI 227682 and PI 227687 and six of this were cultivars: CD 208, IAC 100, BRS Valiosa RR, M7908RR, M8230RR and W711RR. Were used plants on R2 development reproductive stage (flowering). The experimental design for free-choice tests was in randomized blocks design and completely randomized design for no-choice tests. Was adopting five replications for which treatment. The plants in free choice test were equidistant from the center accommodated in cages covered by voile. For non-choice test the plants were accommodated in cylindrical acrylic cages. For each plant was put one 5 days old coupe evaluating the number eggs after a 24 hours period. Was calculated the preference index for oviposition (PIO). Was carried out the trichrome number on two areas of 3.14 mm² on adaxial and abaxial leaves surface per plant in 5 different plants, lastly it was estimated the trichrome number per square centimeter. It was concluded that M8230 RR and W 711 RR were less preferred for oviposition, thus presenting a non-preference resistance for oviposition to *H. armigera*. The PI 227887 genotype was susceptible for presented the higher eggs number.

Keywords: Host selection. Cotton bollworm. *Glycine max* (L.). Host Plant resistance to insects.

1. Introdução

A seleção da planta hospedeira é uma das principais funções de fêmeas de muitos insetos fitófagos, especialmente para lepidópteros, as quais as larvas recém-eclodidas geralmente não podem migrar por longas distâncias (SRINIVASAN; UTHAMASAMY; TALEKAR, 2006), ficando dependente de hospedeiros previamente escolhidos pelas fêmeas.

O processo de escolha dos insetos é constantemente influenciado por um conjunto de estímulos específicos que são identificados por quimiorreceptores especializados, nos quais destacam-se metabólicos secundários (RENWICK, 1989), e características morfológicas das plantas (AFZAL; ASHFAQ; BASHIR, 2012).

Dentre as características químicas e morfológicas das plantas que podem influenciar na seleção de fêmeas para deposição de seus ovos, Boiça Júnior et al. (2014) destacam os compostos nitrogenados (alcaloides e aminoácidos), terpenoides (óleos essenciais e triterpenos), compostos fenólicos (ligninas, flavonóides e taninos) e os mecanismos morfológicos, que podem ser a presença de tricomas, cera epicuticular e a dureza da estrutura vegetal.

Segundo Lara (1991) e Boiça Júnior et al. (2014), quando são verificadas alterações no comportamento do inseto durante a seleção hospedeira, sendo que estas mudanças decorrem-se de causas químicas, morfológicas ou físicas, fazendo que a planta hospedeira seja menos preferida para alimentação, abrigo e/ou oviposição, tem-se a resistência de plantas na categoria não preferência ou antixenose.

Por definição, planta resistente é aquela que, devido à soma de seus genes constitutivos, expressam características fenotípicas que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições (LARA, 1991; BOIÇA JÚNIOR et al., 2014). A resistência de plantas hospedeira é reconhecida como mais um componente eficaz no controle de insetos, sendo considerada uma importante ferramenta para minimizar o uso de inseticidas (SMITH, 2005), principalmente na cultura da soja.

Dentre as culturas exploradas comercialmente, a soja tem grande destaque na produção nacional de grãos, com uma produção de 102 milhões de toneladas de grãos em uma área de 33 milhões de hectares na safra de 2015/16 (CONAB, 2016), entretanto, essa produção está em constante ameaça, devido principalmente pelo ataque de pragas (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Neste sentido, destaca-se *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) que apresenta alta polífagia, hospedando-se em diversas culturas de importância econômica (ZALUCKI et al., 1986, 1994; FITT, 1989), tendo sua ocorrência relatada no Brasil no ano 2013 nas culturas da soja, algodão e em plantas tigueras de soja (CZEPAK et al., 2013).

Dentre os estudos de resistência de soja a *H. armigera*, pode-se relatar a resistência da cultivar de soja Sahar descrita por Naseri et al. (2010), no qual os autores relatam menor taxa de conversão, atribuindo estes resultados a presença de substâncias secundárias adversas ao inseto.

A resistência de cultivares de soja a pragas na categoria não preferência, já foi observada para espécies de lepidópteros, podendo citar Souza et al. (2012), que avaliando a não preferência para alimentação de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1872) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja, observaram que IAC 100 apresentou alto grau de resistência ao inseto.

No entanto, as pesquisas inerentes a resistência de soja a *H. armigera* em sua maioria são realizadas em outros países e conseqüentemente em outras condições (SOLEIMANNEJAD et al. 2010; NASERI et al. 2010; FATHIPOUR; NASERI, 2011). Assim fica evidente a necessidade da realização de pesquisas com os genótipos e em condições brasileiras.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a resistência de genótipos de soja a *H. armigera*, na categoria por não preferência para oviposição em testes com e sem chance de escolha.

2. Material e métodos

Os testes foram executados sob condições de casa de vegetação no período de 04 a 11 de novembro de 2015, em instalações pertencentes ao Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Foram utilizados 8 genótipos de soja, sendo duas linhagens: PI 227682 e PI 227687, e seis cultivares: CD 208, IAC 100, BRS Valiosa RR, M7908RR, M8230RR e W711RR. O delineamento experimental para o teste com chance de escolha foi em blocos casualizados, e no teste sem chance de escolha foi inteiramente casualizado, com cinco repetições.

As plantas foram semeadas em vasos com 5 L de volume, contendo solo, esterco bovino e areia, na proporção de 3:1:1. Os vasos foram acondicionados em casa de vegetação. As plantas foram irrigados periodicamente e os demais tratamentos culturais como aplicação de inseticidas e fungicidas não foram realizados, a fim de evitar falsas resistências.

Para os testes, utilizou-se plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo R2 (florescimento), seguindo classificação de Fehr e Caviness (1977).

No teste com chance de escolha, as plantas foram acondicionadas equidistantes do centro, em gaiolas de ferro (100 cm de altura, 150 cm de largura e 150 cm de profundidade) cobertas por tecido *voile*. Já para o teste sem chance de escolha, foram utilizadas gaiolas cilíndricas de acrílico (45 cm de diâmetro e 80 cm de altura), tampadas na extremidade superior por isopor, e na outra extremidade a gaiola foi disposta sobre o vaso, de modo que, não permitisse a fuga dos insetos.

Os adultos de *H. armigera* utilizados nos testes foram provenientes de criação massal em laboratório, criadas em dieta artificial segundo Greene, Lepla e Dickerson (1976), criadas por oito gerações em laboratório. Em ambos os testes, para cada planta liberou-se um casal com 5 dias de idade, avaliando-se o número de ovos por planta após um período de 24 horas.

A idade dos adultos segue metodologia definida por Pinóia (2012), na qual relata que as fêmeas desta espécie iniciam seu período de oviposição a partir do seu segundo dia de idade, com pico de oviposição aos 5 dias de vida.

A partir do número de ovos por planta, foi calculado o índice de preferência para oviposição (IPO) através da adaptação da fórmula proposta por Fenemore (1980):

$$\text{IPO} = [(T - M)/(T + M)] \times 100$$

Sendo T, o número de ovos registrados no tratamento a ser testado, e M, o número médio de ovos registrados nos genótipos testados. Este índice varia de +100 (muito estimulante), 0 (neutro), até -100 (muito deterrência). A classificação final do IPO foi realizada levando-se em consideração o erro padrão da média do ensaio para a diferenciação dos genótipos.

A fórmula original trata-se da comparação de um genótipo teste com um genótipo padrão definido previamente como suscetível, no entanto para esta espécie, informações referentes a materiais suscetíveis são escassas na literatura. Desse modo, utilizou-se o valor médio do número de ovos em substituição ao padrão de suscetibilidade.

Paralelamente à realização dos experimentos, realizou-se a quantificação do número de tricomas, utilizando-se um microscópio estereoscópico (aumento 40x). Esta quantificação foi realizada em duas áreas circulares de 3,14 mm², uma à esquerda e outra à direita da nervura principal, equidistante desta e da margem do folíolo, nas partes abaxial e adaxial de dois folíolos superiores totalmente expandidos por planta, em cinco plantas diferentes, perfazendo-se um total de cinco repetições, com duas folhas cada repetição. Ao fim da contagem estimou-se o número de tricomas por centímetro quadrado.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Bartlett) (SILVA; AZEVEDO, 2006), para verificar a necessidade de transformação dos dados, e caso seja necessário, qual a transformação mais adequada. Foi realizada a análise de variância (Anova) pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Devido à ocorrência de dados não normais e não homocedásticos, os dados foram

transformados em $(x)^{1/2}$. Software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

3. Resultados

Com relação ao número de ovos por planta no teste com chance de escolha, constatou-se que ocorreram diferenças significativas entre os genótipos testados, de modo que, a média do número de ovos depositados em PI 227687 foi de 246,8 ovos (Tabela 1). Este valor foi significativamente maior que o número médio de ovos depositados em M8230 RR e W711 RR, que apresentaram 30,6 e 32,6 ovos respectivamente. Ressalta-se ainda que, a proporção de ovos observada em PI 227687 foi 7,8 vezes maior que a média do número de ovos observado em M8230 RR e W711 RR.

Diferentemente, o número médio de ovos de *H. armigera* no teste sem chance de escolha não diferiu entre os genótipos, sendo estes igualmente preferidos para oviposição (Tabela 1).

Tabela 1. Número médio (\pm EP) de ovos de *Helicoverpa armigera* por planta, obtidos em testes com e sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2015.

Genótipos	Número de ovos	
	Com Chance ^{1 2}	Sem Chance ^{1 2}
M8230 RR	30,6 \pm 9,6a	158,4 \pm 39,8a
CD 208	57,6 \pm 31,7ab	75,2 \pm 25,5a
IAC 100	63,4 \pm 32,7ab	69,2 \pm 29,1a
PI 227687	246,8 \pm 101,8b	86,6 \pm 40,3a
W711 RR	32,6 \pm 11,9a	74,0 \pm 17,1a
BRS Valiosa RR	118,6 \pm 18,4ab	43,8 \pm 9,3a
PI 227682	90,4 \pm 30,5ab	112,8 \pm 38,8a
M7908 RR	123,2 \pm 16,5ab	107,2 \pm 56,1a
<i>F</i>	3,02*	0,90 ^{ns}
<i>P</i>	0,0168	0,5146

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

²Para análise, os dados foram transformados em $(x)^{1/2}$.

Analisando-se o número médio de tricomas em plantas de soja, observa-se diferenças significativas nas três variáveis avaliadas, quais sejam, tricomas nas partes adaxial e abaxial, e número total (Tabela 2). Considerando a região adaxial, o genótipo menos piloso foi CD208, à medida que PI 227687 se destacou pela maior quantidade de tricomas.

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de tricomas por cm^2 presentes em folíolos de plantas de genótipos de soja. Jaboticabal, SP, 2015.

Genótipos	Superfície ^{1 2}		
	Adaxial	Abaxial	Total
M8230 RR	350,4 \pm 56,2cd	602,0 \pm 81,6cb	3809,0 \pm 543,9b
CD 208	119,4 \pm 19,8a	305,8 \pm 95,2a	1274,0 \pm 56,9a
IAC 100	250,2 \pm 22,1abcd	350,4 \pm 31,1ab	2401,4 \pm 172,5ab
PI 227687	485,8 \pm 106,9d	861,4 \pm 174,2c	6471,4 \pm 1156,4c
W711 RR	180,0 \pm 33,4abc	246,8 \pm 29,3a	2108,2 \pm 368,1ab
BRS Valiosa RR	154,4 \pm 21,7ab	262,8 \pm 24,5a	1668,6 \pm 180,8a
PI 227682	310,8 \pm 48,1bcd	382,0 \pm 13,5ab	2783,2 \pm 273,3ab
M7908 RR	181,4 \pm 10,5abc	278,8 \pm 10,3a	1891,6 \pm 64,1a
<i>F</i>	6,97**	8,87**	13,41**
<i>P</i>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

²Para análise, os dados foram transformados em $(x)^{1/2}$.

Com referência ao número médio de tricomas da parte abaxial, CD 208, W711 RR, BRS Valiosa RR e M7908 RR possuíram a menor quantidade, enquanto que PI 227687 novamente apresentou maior pilosidade (Tabela 2). Por fim, em relação ao número total de tricomas, CD 208, BRS Valiosa RR e M7908 RR destacaram-se pela menor quantidade de tricomas, diferindo de M8230 RR, que diferiu PI 227687, mais piloso (Tabela 2).

Por meio do índice de preferência para oviposição (Figura 1), foi possível constatar que M8230 RR, W711 RR e CD 208 (-51,42; -49,06; e -24,7, respectivamente) não foram preferidos para oviposição de *H. armigera*, sendo classificados como deterrentes. Já IAC 100 (-20,15), PI 227682 (-2,69), BRS Valiosa RR (10,84) e M7908 RR (12,71) foram classificados como neutros, pois apresentaram preferência para oviposição intermediária ao erro padrão das médias, e o genótipo PI 227687 (44,24) apresentou índices de preferência para oviposição

superiores ao erro padrão, portanto, preferido para oviposição, assim classificado como estimulante no teste com chance de escolha.

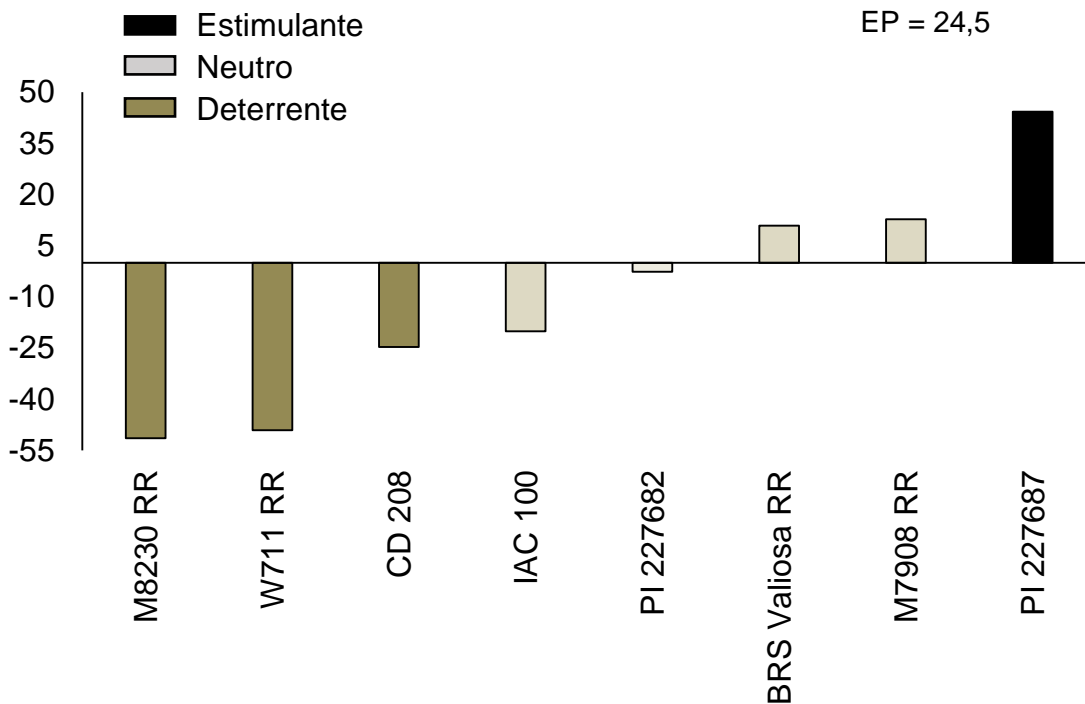


Figura 1. Índice de preferência para oviposição e classificação dos genótipos de soja quanto à oviposição de *Helicoverpa armigera*, em teste com chance de escolha. EP = Erro Padrão. Jaboticabal, SP, 2015.

Por meio do índice de preferência para oviposição a partir dos resultados obtidos no teste sem chance de escolha, foi possível constatar que BRS Valiosa RR (-34,96) e IAC 100 (-13,55) foram deterrentes para oviposição de *H. armigera* (Figura 2). Já W711 RR (-10,24), CD 208 (-9,45), PI 227687 (-2,42), M7908 RR (8,22) e PI 227682 (10,75) foram classificados como neutros, e M8230 RR (27,07) apresentou-se como estimulante para oviposição de *H. armigera*.

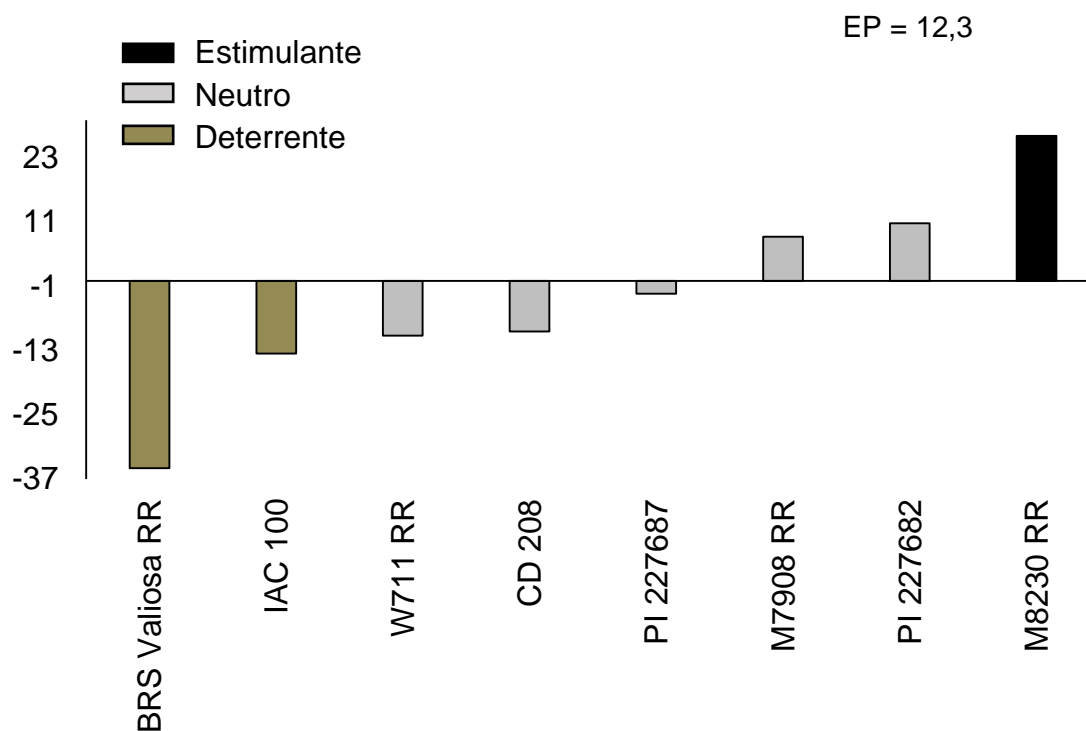


Figura 2. Índice de preferência para oviposição e classificação dos genótipos de soja quanto à oviposição de *Helicoverpa armigera*, em teste sem chance de escolha. EP = Erro Padrão. Jaboticabal, SP, 2015.

4. Discussão

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, a resistência de alguns genótipos é observada no teste com chance de escolha, onde M8230 RR e W711 RR foram menos preferidos para oviposição por mariposas de *H. armigera*.

Esse resultado evidencia a influência que as plantas exercem no comportamento de oviposição dos insetos em uma condição de múltipla escolha, que é quando a mariposa pode selecionar o substratos de oviposição.

Segundo Srinivasan, Uthamasamy e Talekar (2006) seleção da planta hospedeira é uma das principais funções de fêmeas de muitos insetos fitófagos, onde as larvas ficam dependentes de hospedeiros previamente escolhidos pelas fêmeas.

Lara (1991) menciona que há uma cadeia de estímulos da planta que provoca uma cadeia de respostas do inseto, o que leva o inseto a utilizar ou não a planta para abrigo, oviposição ou alimentação, onde os estímulos podem ser de ordem química, morfológica e física.

Dentre as substâncias químicas descritas na soja, que podem influenciar no comportamento de insetos, Hoffmann-Campo (1995) e Piubelli et al. (2005) destacam os flavonóides rutina (quercitina 3-O-rutinosídeo) e o isoflavonoide genistina, ressaltando ainda que o grupo de metabólicos secundários são constantemente encontrados em linhagens selvagens de soja como PI 227682 e PI 227687.

Segundo War et al. (2012) os isoflavonoides judaicin, judaicin-7-o-glucosídeo, 2-metoxijudaicin e maackiain, isolados a partir de linhagens selvagens de grão-de-bico, atuam como supressante alimentar para *H. armigera* à uma concentração de 100 ppm.

Boiça Júnior et al. (2014) também relatam que características morfológicas, como a dimensão e a disposição das estruturas vegetais e aos fatores da epiderme, que se refere à espessura, a dureza, a textura, a cerosidade e a pilosidade da planta, podem influenciar na seleção de um material pelos insetos.

Com relação ao número médio de tricomas por cm² presentes em folíolos, verificou-se que CD 208 apresentou menor número de ovos e tricomas, oposto a PI 227687 que apresentou maior número de ovos e tricomas (Tabela 2). Desse modo verifica-se que a pilosidade pode ter influenciado o comportamento de oviposição das mariposas no teste com chance de escolha.

A influência dos tricomas pode-se dar repelindo ou impedindo a alimentação, oviposição ou abrigo do inseto (BOIÇA JÚNIOR et al., 2014) o que foi observado em CD208, no entanto, em alguns casos pode estimular a oviposição como foi observado em PI 227687.

Para *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), a pilosidade é uma característica morfológica que influencia positivamente no comportamento deste inseto, que prefere plantas hospedeiras com maior pilosidade para depositarem seus ovos (TOSCANO; BOIÇA JÚNIOR; MARUYAMA, 2002; ORIANI E VENDRAMIM 2010; JESUS et al., 2011).

Lima e Lara (2004), também evidenciaram que PI 227687 foi o genótipo mais preferido para oviposição por *B. tabaci*, atribuindo a maior pilosidade deste genótipo.

Oriani e Vendramim (2010) relatam que os tricomas podem interferir na oviposição, fixação e alimentação dos insetos, sendo que estes efeitos mecânicos dependem principalmente de características como densidade, ângulo de inserção, comprimento e tipo de tricoma.

Como no caso da espécie *B. tabaci*, verificou-se que *H. armigera* também prefere ovipositar em plantas mais pilosas, pois segundo Thomson (1987), mariposas desta espécie tendem a colocar mais ovos em partes da planta com alta densidade de tricomas e concentração de estímulos químicos.

Ainda em relação a número de ovos e tricomas, verificou-se que M8230 RR, juntamente com W711 RR, foram significativamente menos preferidos para oviposição que PI 227687. No entanto, deve-se ressaltar que M8230 RR apresentou grande número de tricomas, diferindo de PI 227687 somente no número de total de tricomas. Assim, devem estar presentes em M8230 RR outras características que o fizeram pouco preferido no teste com chance de escolha.

Ainda neste sentido, Kumar e Saini (2008) verificaram menor preferência de *H. armigera* pelo genótipo H-1226, e que segundo Kulkarni (2001) este material apresentou características desfavoráveis às lagartas, como a maior espessura da casca da maçã, maiores quantidades de fenóis totais, gossipol e tanino.

Segundo Lara (1991), as características responsáveis pela expressão de resistência em teste de livre escolha, podem não se manter quando isoladas em teste sem chance de escolha, que certamente influenciou os resultados observados nesta pesquisa.

A deterrência provocada por M8230 RR, W711 RR e CD 208 no teste com chance de escolha observada no IPO (Figura 1), pode estar associada à presença de compostos voláteis que ao serem detectados pelas fêmeas de *H. armigera*, inibiram seu comportamento de oviposição, reduzindo significativamente a postura sobre as plantas, corroborando com Sharma, Sujana e Rao (2009), que relatam que inibidores de proteinase, oligossacáridos, taninos, fenóis, e ácido fítico presentes em plantas de feijão guandu, influenciaram na resistência a *H. armigera*.

Verificou-se ainda que PI 227687 foi estimulante para a oviposição de *H. armigera*, no entanto, este genótipo é citado na literatura como resistente a outras espécies, podendo citar Costa et al. (2014), que avaliou a preferência para oviposição de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) por soja, verificando que PI 274454, PI 227687 e DM 339 apresentam resistência a este inseto.

Jallow, Matsumura e Suzuki (2001) relatam que os padrões de comportamento que evidenciam aptidão de adultos de *H. armigera* podem implicar na escolha de hospedeiro não adequado para o desenvolvimento larval. Estes autores ainda mencionam que devido está espécie possuir uma ampla gama de hospedeiros para a oviposição, pode ocorrer que somente algumas destas espécies hospedeiras são adequadas para a sobrevivência das larvas.

Em relação ao índice de preferência para oviposição (IPO) e classificação dos genótipos de soja quanto à oviposição de *H. armigera*, em teste sem chance de escolha, verificou-se resultados opostos ao teste anterior, onde M8230RR tinha comportou-se como deterrente, comportou-se como estimulante (Figura 2). Esse resultado pode ser uma consequência do isolamento das plantas em uma única gaiola, o que de certo modo possibilitou a não distinção por parte dos adultos quanto aos voláteis.

A partir dos resultados, fica evidente que a presença de tricomas pode influenciar positivamente no comportamento de oviposição de *H. armigera*, uma vez que está espécie prefere genótipos mais pilosos como substrato de oviposição. Assim, para futuros estudos é sugerido o aprofundamento nesta interação, destacando e identificando a presença de compostos constitutivos e/ou induzidos presentes na planta bem como também determinar os tipos de tricomas preferidos.

5. Conclusões

Conclui-se que M8230 RR e W711 RR são menos preferidos para oviposição, apresentando resistência a *H. armigera* na categoria não preferência para oviposição.

O genótipo PI 227687 é considerado suscetível a *H. armigera* por apresentar maior número de ovos.

6. Referências bibliográficas

AFZAL, M.; ASHFAQ, M.; BASHIR, M. H. Oviposition responses of *Helicoverpa armigera* towards the morphological plant characters of some genotypes of cotton. **Pakistan journal of zoology**, Ankara, v. 44, n. 4, p. 1091-1097, 2012.

LIMA, A. C.S.; LARA, F. M. Resistência de Genótipos de soja à mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 71-75, 2004.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO W. I.; RIBEIRO, Z. A. Resistência de plantas e produtos naturais e as implicações na interação inseto-planta. In: BUSOLI, A. C.; SOUZA, L. A.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia Agrícola – IV**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress. 2014. p. 291-308.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2016 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília, v. 3 - SAFRA 2015/16- n. 4, 2016, 154 p.

COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; SOUZA, B. H. S.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Oviposition preference assessment of *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) for different soybean genotypes. **International Journal of Pest Management**, London, v. 60, n. 1, p. 52-58, 2014

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FENEMORE, P. G. Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae); identification of host-plant factors influencing oviposition response. **New Zealand Journal of Zoology**, Wellington, v. 7, p. 435-439, 1980.

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

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 4, p. 488-497, 1976.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. **Role of the flavonoids in the natural resistance of soyabean to *Heliothis virescens* (F.) and *Trichoplusia ni* (Hübner)**. Tese (Doutorado) 1995. 165 f. The University of Reading, Reading. 1995.

JALLOW, M. F. A.; MATSUMURA, M.; SUZUKI, Y. Oviposition preference and reproductive performance of Japanese *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 36, n. 4, p. 419–426, 2001.

JESUS, F. G.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; PITTA, R. M.; CAMPOS, A. P.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 190-195, 2011.

KULKARNI, G. G. **Evaluation of resistance in cotton (*Gossypium hirsutum*) genotypes against major insect pests**. Tese (Doutorado) 2001, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana, India. 2001.

KUMAR, S.; SAINI, R. K. Feeding preference and damage potential of *Helicoverpa armigera* (Hübner) on different promising cotton genotypes/hybrid. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 10, n. 5, p. 411-420, 2008.

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

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Nutritional indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on 13 soybean varieties. **Journal of Insect Science**, Oxford, v. 10, n. 151, p. 1-14, 2010.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIM, J. D. Influence of trichomes on attractiveness and ovipositional preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 1002-1007, 2010.

PINÓIA, S. S. F. **Eficácia de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e spinosade no combate a *Helicoverpa armigera* (Hbn) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro.** 2012, 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica). Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

PIUBELLI, G. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S. H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 31, n. 1, p. 1509-1525, 2005.

RENEWICK, J. A. A., Chemical ecology of oviposition in phytophagous insects. **Experientia**, Basel, v. 45, n. 3, p. 223–228, 1989.

SHARMA, H. C.; SUJANA, E. G.; MANOHAR RAO, D. Morphological and chemical components of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of pigeonpea. **Arthropod-Plant Interactions**, Manhattan, v. 3, n. 3, p. 151–161, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, E. C. A. V. A. 2006. **New version of the Assistat-Statistical Assistance Software.** Resumo apresentado no: World Congress on Computers in Agriculture. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Orlando, FL. 24-26 Jul.

SRINIVASAN, R.; UTHAMASAMY, S.; TALEKAR, N. S. Characterization of oviposition attractants of *Helicoverpa armigera* in two solanaceous plants, *Solanum viarum* and *Lycopersicon esculentum*. **Current Science**, Bangalore, v. 90, n. 6, p. 846-850, 2006.

THOMSON, N. J. Host plant resistance in cotton. **Australian Journal of Crop Science**, Camberra, v. 53, n. 2, p. 262–270, 1987.

THORSTEINSON, A. J. The chemotactic influence of plant constituents on feeding by phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Malden, v. 1, n. 1, p. 23-27, 1958.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 677-681, 2002.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, F.; 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**, Victoria, v. 34, p. 779–814, 1986.

WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H. C. Mechanisms of Plant Defense against Insect Herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, Seattle, v. 7, n. 10, p. 1306-1320, 2012.

Capítulo 5 – Aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja

Resumo – Com a importância econômica da cultura da soja no Brasil e os intensos ataques de *H. armigera*, a pesquisa teve por objetivo avaliar alguns aspectos biológicos desta praga em genótipos de soja e a resistência na categoria por antibiose. Foram utilizados 8 genótipos de soja, sendo duas linhagens: PI 227682 e PI 227687, e seis cultivares: CD 208, IAC 100, BRS Valiosa RR, M7908RR, M8230RR e W711RR. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, onde cada repetição foi composta de 10 insetos. Lagartas recém-eclodidas foram transferidas para placas de Petri, onde folhas mais jovens dos genótipos de soja foram oferecidas durante todo o período larval. Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração e viabilidade do período larval; peso de larval aos 10 dias de idade; duração e viabilidade da fase pupal; peso de pupa com 24h de idade; razão sexual; longevidade dos adultos; ciclo total (período da eclosão da larva a morte do adulto), e viabilidade total (%). Os genótipos PI 227687, PI 227682 e IAC 100 foram os menos adequados para o desenvolvimento de *H. armigera*, apresentando resistência na categoria por antibiose, enquanto que BRS Valiosa RR, CD 208 e M7908 RR foram favoráveis ao desenvolvimento do inseto.

Palavras-chave: Antibiose. Cotton bollworm. *Glycine max* (L.). Resistência de plantas a insetos.

Biological aspects of *Helicoverpa armigera* on soybean genotypes

Abstract – The economic importance of soybean crops in Brazil and the intense attack of *H. armigera*, this research aimed to evaluate some biological aspects of this pest on soybean genotypes and antibiosis resistance. Were used eight soybean genotypes where two of this were strains: PI 227682 and PI 227687 and six of this were cultivars: CD 208, IAC 100, VALIOSA RR, M7908RR, M8230RR and W711RR. The experimental design was in completely randomized with four replications where each replication was composed for 10 insects. Newly hatched larvae were transferred to Petri dishes where leaves of soybean genotypes were offered during all larval period. The biologic parameters evaluated were: durability and viability of larval period, larval weight at 10 days old, durability and viability of pupal period, weight of 24 hours old pupae, sex ratio, adults longevity, total cycle (period from larval emergence to adult dead) and total viability. The PI 227687, PI277682 and IAC 100 genotypes were less appropriated for *H. armigera* development, thus presenting the antibiosis resistance while BRS Valiosa RR, CD 208 and M 7908 RR were favorable to insect development.

Keywords: Antibiosis. Cotton bollworm. *Glycine max* (L.). Host Plant resistance to insects.

1. Introdução

A cultura da soja, *Glycine max* (L.) Merrill, se destaca como uma das mais importantes para o Brasil, com uma produção de cerca de 102 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 33 milhões de hectares no ano agrícola 2015/2016 (CONAB, 2016).

Dentre os fatores que podem influenciar adversamente o rendimento e a qualidade da produção da soja, estão as lagartas desfolhadoras, com destaque a *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). As lagartas de *H. armigera* atacam tanto estruturas vegetativas quanto reprodutivas de seus hospedeiros, como cotilédones, folhas, flores e frutos (JOHNSON; ZALUCKI, 2005).

Esta espécie apresenta grande capacidade de dispersão podendo migrar até 1.000 km de distância (PEDGLEY, 1985), consegue sobreviver em condições adversas (KARIM, 2000; MIRONIDIS; STAMOPOULOS; SAVOPOULOU-SOULTANI, 2010) e tem alto potencial reprodutivo (NASERI et al., 2009).

Tais características associadas ao sistema agrícola brasileiro que possui presença contínua de alimento fornecido principalmente pelas culturas da soja, algodão e milho, cultivados em extensas áreas de monocultivo ou em sucessão (SANTOS et al., 2009, BOIÇA JÚNIOR et al., 2015), tem favorecido o desenvolvimento de *H. armigera*.

A utilização de plantas resistentes a insetos pode ser uma alternativa no controle desta espécie (SMITH, 2005), pois planta resistente é aquela que, devido à soma de seus genes constitutivos, expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas, que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições, sendo ainda que, a resistência pode ser expressa nas categorias não preferência, tolerância e antibiose (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

A resistência na categoria antibiose ocorre quando o inseto alimenta-se normalmente da planta, e esta possui metabolitos em sua composição genotípica que ocasionam efeitos adversos ao seu desenvolvimento, como reduzido peso larval

e pupal, pupas e adultos deformados e inférteis (LARA, 1991, SMITH, 2005, BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Inerente a resistência de plantas a insetos na categoria antibiose em soja, são muitos os trabalhos que abordam este assunto, podendo-se destacar estudos realizados por Souza et al. (2014), que concluíram que os genótipos PI 227687 e PI 227682 apresentam alta resistência na categoria antibiose a *Spodoptera eridania* (Cramer, 1872) (Lepidoptera: Noctuidae), e Boiça Júnior et al. (2015) que verificaram mesma categoria de resistência em PI 227687, PI 227682 e IAC 100 a *Spodoptera cosmioides* Walker 1858 (Lepidoptera: Noctuidae). No entanto, são escassos os estudos inerentes a resistência de cultivares de soja na categoria por antibiose a *H. armigera*.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os aspectos biológicos de *H. armigera* na categoria por antibiose em genótipos de soja.

2. Material e métodos

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, SP, sob condições de temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

As sementes foram semeadas em vasos plásticos com capacidade de 5 L, utilizando-se uma mistura de terra, areia e esterco, na proporção de 3:1:1, os quais foram mantidos em casa de vegetação para evitar a ocorrência esporádica de insetos indesejados. As plantas foram irrigadas periodicamente e os demais tratamentos culturais como aplicação de inseticidas e fungicidas não foram realizados, a fim de evitar falsas resistências.

O delineamento experimental adotado no teste de antibiose foi inteiramente casualizados com oito genótipos de soja, sendo duas linhagens: PI 227682 e PI 227687, e seis cultivares: CD 208, IAC 100, VALIOSA RR, M7908RR, M8230RR e

W711RR, e 4 repetições. Cada repetição foi composta por 10 insetos, isolados individualmente em placas de Petri de nove centímetros de diâmetro, por um centímetro de altura, forrado com papel filtro juntamente com o respectivo genótipo.

As lagartas de *H. armigera* utilizadas no teste foram provenientes de criação massal de laboratório, criadas em dieta artificial proposta por Greene, Lepla e Dickerson (1976).

Diariamente foi fornecido alimento as lagartas, e os excrementos eliminados a fim de evitar a possível contaminação e redução na qualidade do alimento, ressaltando-se que, em cada troca, foi fornecido alimento em quantidade suficiente para manter as lagartas bem alimentadas.

Quando as lagartas pararam de se alimentar, indicando o início do período pré-pupal, a troca de alimento foi interrompida e as placas permaneceram fechadas até a pupação. Pupas com 24 horas de idade foram pesadas em balança analítica de precisão, separadas por sexo e acomodadas novamente em placas de Petri forrada com papel filtro seco até a emergência dos adultos.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: duração e viabilidade do período larval; peso larval aos 10 dias de idade; duração e viabilidade da fase pupal; peso de pupa com 24h de idade; razão sexual; longevidade dos adultos; ciclo total (período da eclosão da larva à morte do adulto), e viabilidade total (%).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Bartlett) (SILVA; AZEVEDO, 2006), para verificar a necessidade de transformação dos dados, e caso seja necessário, qual a transformação mais adequada. Foi realizada a análise de variância (Anova) pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Devido à ocorrência de dados não normais e não homocedásticos, os dados foram transformados segundo os pressupostos anteriores. Programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

Realizou-se, também, a análise de agrupamento hierárquica utilizando-se o método de Ward e a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, além da análise dos componentes principais, a fim de se classificar os genótipos com a máxima similaridade e a mínima dissimilaridade entre os grupos, com o uso do programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

3. Resultados

Os genótipos de soja afetaram a fase larval de *H. armigera*, com diferenças significativas na viabilidade larval aos 10 dias de idade, em que IAC 100 proporcionou menor viabilidade, diferindo de M7908 RR (Tabela 1). Em relação ao período larval, verificou-se que PI 227682 e M8239 RR proporcionaram maiores durações desta fase, diferindo de W711 RR menor período (Tabela 1). Verificou-se que os genótipos proporcionaram peso larval e viabilidade larvais significativamente semelhantes (Tabela 1).

Tabela 1. Média (\pm EP) do peso larval (mg), viabilidade larval aos 10 dias e total (%) e duração do período larval (dias) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2016.

Genótipo	Peso larval (Dias) ^{1 2}	Viabilidade larval aos 10 dias (%) ^{1 2}	Viabilidade larval total (%) ^{1 3}	Período larval (Dias) ^{1 2}
M8230 RR	187,7 \pm 31,3a	27,5 \pm 7,5ab	17,5 \pm 4,8a	17,7 \pm 0,5b
CD 208	294,7 \pm 27,4a	42,5 \pm 2,5abc	22,5 \pm 2,5a	15,7 \pm 0,2ab
IAC 100	294,3 \pm 80,7a	17,5 \pm 8,5a	12,5 \pm 4,8a	16,6 \pm 0,9ab
PI 227687	134,0 \pm 23,1a	27,4 \pm 4,8ab	20,0 \pm 4,1a	17,2 \pm 0,9ab
W711 RR	280,5 \pm 73,7a	32,5 \pm 7,5ab	25,0 \pm 5,0a	14,7 \pm 0,4a
BRS Valiosa RR	264,0 \pm 26,2a	57,5 \pm 6,3bc	40,0 \pm 7,1a	15,7 \pm 0,4ab
PI 227682	137,2 \pm 20,5a	60,0 \pm 4,1bc	22,5 \pm 6,3a	18,0 \pm 0,4b
M7908 RR	194,0 \pm 62,0a	70,0 \pm 10,8c	27,5 \pm 5,5a	16,3 \pm 0,8ab
<i>F</i>	2,18 ^{ns}	7,25 ^{**}	1,21 ^{ns}	3,99 [*]
<i>P</i>	0,0788	<0,0001	0,3345	0,0058

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ² Para análise, foram utilizados os dados originais. ³ Para análise, os dados foram transformados em $(X + 1)^{1/2}$. ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Em relação a fase pupal de *H. armigera*, verificou-se que os genótipos diferiram entre si somente em relação ao peso pupal (Tabela 2), onde PI 227682 proporcionou menor peso pupal, não diferindo apenas de M8230 RR e PI 227687, enquanto os demais proporcionaram pupas mais pesadas. Quanto a viabilidade de pupa, período pupal e razão sexual não foram observadas diferenças significativas entres os genótipos estudados (Tabela 2).

Tabela 2. Média (\pm EP) da viabilidade pupal (%) e duração do pupal (dias), do peso pupal (mg) e a razão sexual de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2016.

Genótipo	Viabilidade de pupa (%) ¹	Período pupal (Dias) ¹	Peso pupal (Mg) ¹	Razão sexual ¹
M8230 RR	70,5 \pm 17,2a	10,7 \pm 0,3a	240,7 \pm 9,7ab	0,5 \pm 0,3a
CD 208	72,2 \pm 12,5a	11,2 \pm 0,5a	337,5 \pm 25,5b	1,0 \pm 0,1a
IAC 100	83,3 \pm 16,7a	11,3 \pm 0,4a	291,0 \pm 17,5b	0,6 \pm 0,3a
PI 227687	41,7 \pm 14,4a	12,0 \pm 0,2a	249,0 \pm 32,8ab	0,6 \pm 0,2a
W711 RR	56,2 \pm 6,3a	11,0 \pm 0,4a	291,7 \pm 21,0b	0,7 \pm 0,2a
BRS Valiosa RR	77,2 \pm 7,9a	11,7 \pm 0,1a	293,2 \pm 9,5b	0,5 \pm 0,1a
PI 227682	56,2 \pm 15,7a	10,5 \pm 0,3a	164,2 \pm 21,6a	0,7 \pm 0,2a
M7908 RR	68,0 \pm 19,3a	11,0 \pm 0,6a	299,3 \pm 17,8b	0,6 \pm 0,2a
<i>F</i>	1,04 ^{ns}	1,88 ^{ns}	7,24*	0,38 ^{ns}
<i>P</i>	0,4307	0,1239	0,0002	0,9004

¹Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise, foram utilizados os dados originais. ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade.

Na fase adulta, verificou-se que adultos oriundos de lagartas alimentadas em PI 227682 apresentaram longevidade significativamente menor que PI 227687, W711 RR, IAC 100 e BRS Valiosa RR (Tabela 3).

Quanto ao ciclo total que é o período da eclosão da larva até a morte do adulto, verificou-se que PI 227687 prolongou o ciclo, diferindo significativamente de PI 227682, BRS Valiosa RR, M7908RR e CD208 que proporcionaram ciclo menor. Em relação à viabilidade total de *H. armigera* ao fim do teste, pode-se verificar baixa sobrevivência em todos os genótipos estudados, sendo que os mesmos não diferiram entre si (Tabela 3).

Tabela 3. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), ciclo total (dias) e viabilidade total (%) de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2016.

Genótipo	Longevidade adulto (Dias) ¹	Ciclo total (Dias) ¹	Viabilidade total (%) ¹
M8230 RR	3,0 \pm 0,4ab	32,2 \pm 0,5ab	10,0 \pm 0,0a
CD 208	4,0 \pm 0,3ab	30,2 \pm 1,0a	17,5 \pm 2,5a
IAC 100	4,5 \pm 0,9b	32,6 \pm 1,3ab	10,0 \pm 4,1a
PI 227687	5,0 \pm 0,6b	35,0 \pm 0,6b	10,0 \pm 4,1a
W711 RR	5,0 \pm 1,0b	31,2 \pm 1,3ab	15,0 \pm 5,0a
BRS Valiosa RR	4,5 \pm 0,4b	30,6 \pm 0,5a	30,0 \pm 4,1a
PI 227682	2,2 \pm 0,5a	29,5 \pm 0,6a	10,0 \pm 0,0a
M7908 RR	3,6 \pm 0,9ab	30,6 \pm 0,3a	17,5 \pm 1,4a
F	2,49*	3,68*	1,89 ^{ns}
P	0,0492	0,0095	0,116

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise, foram utilizados os dados originais. ^{ns} = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade.

Por meio da análise de agrupamento hierárquica, observou-se que a formação de grupos entre os genótipos de soja ocorre na distância euclidiana de 5,74 (Figura 1), formando-se dois distintos grupos. O primeiro grupo foi formado por M7908 RR, BRS Valiosa RR, W711 RR e CD 208 foram agrupados a esquerda da Figura 1 e classificados como suscetíveis. Posteriormente, os genótipos PI 227682, PI 227687, IAC 100 e M8230 RR foram separados a direita da Figura 1, de modo que foram classificados como moderadamente resistentes.

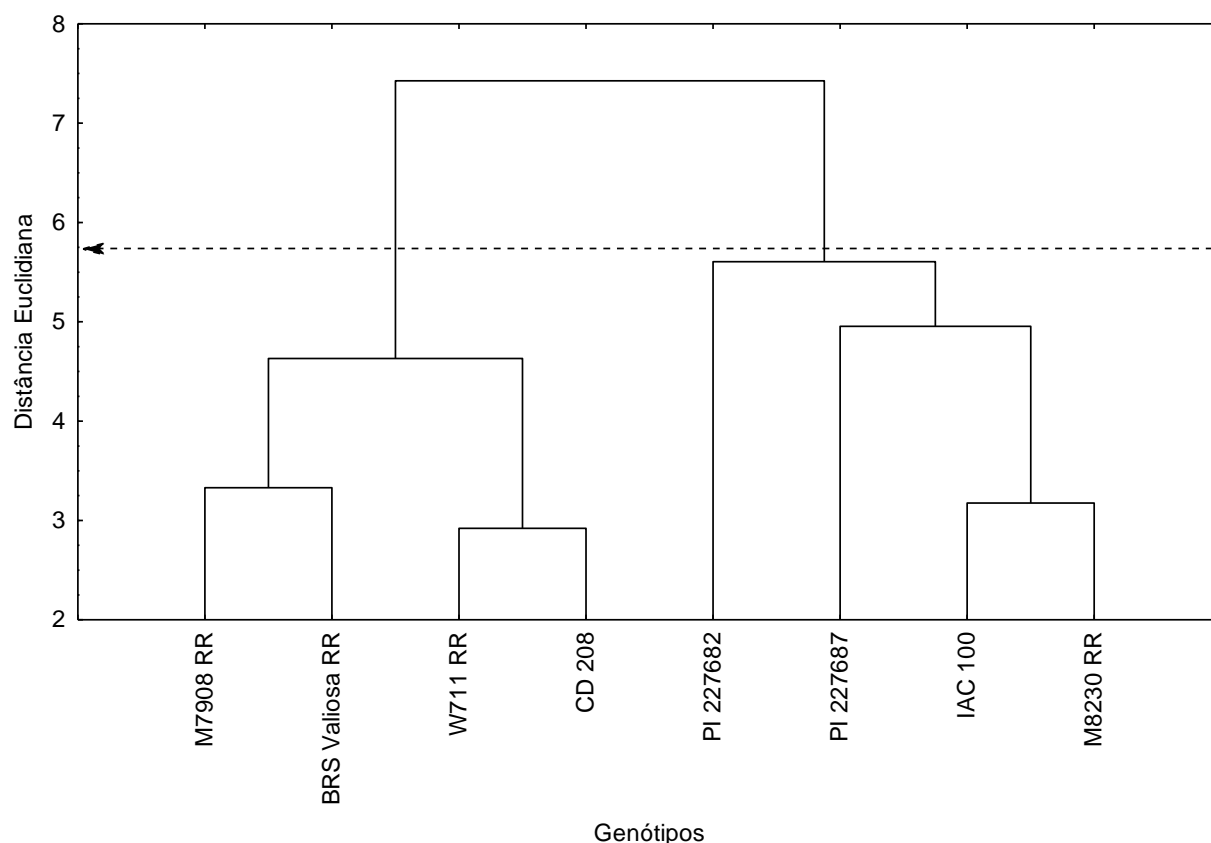


Figura 1. Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento, obtidos a partir dos parâmetros biológicos de *Helicoverpa armigera*, alimentadas com genótipos de soja. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

A partir da análise de componentes principais (Figura 2), aferiu-se que os genótipos M7908 RR, BRS Valiosa RR e CD 208 foram agrupados a direita no primeiro quadrante, sendo influenciados pela viabilidade larval, viabilidade larval total, viabilidade total, razão sexual e viabilidade pupal. Já PI 227682 foi agrupado na esquerda do segundo quadrante, sendo influenciado principalmente pelo período larval dos insetos.

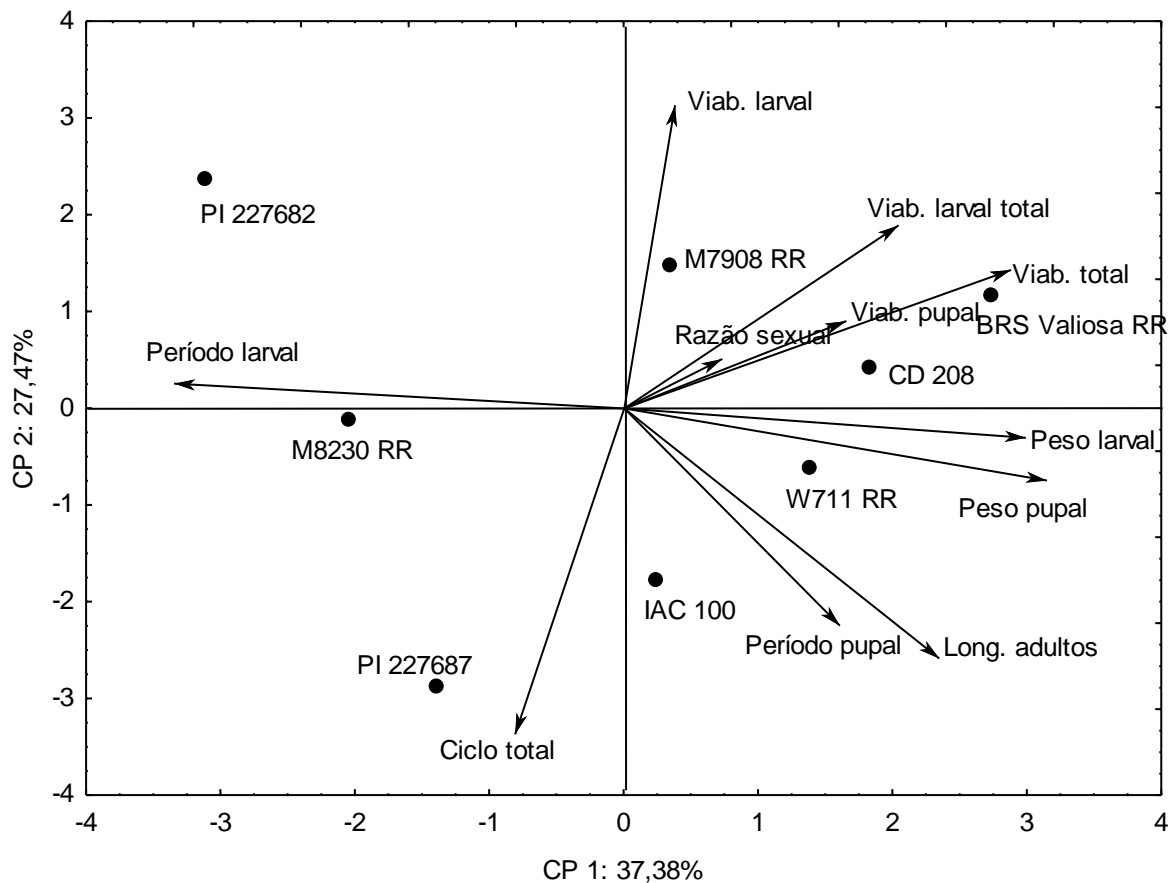


Figura 2. Distribuição dos genótipos de soja e dos parâmetros biológicos *Helicoverpa armigera*, segundo a análise dos componentes principais.

Quanto a PI 227687, este foi isolado no terceiro quadrante da esquerda, onde o ciclo total foi o parâmetro biológico que mais influenciou este genótipo. Já os genótipos W711 RR e IAC 100 foram agrupados no quarto quadrante, devido a influência do peso larval, peso pupal, longevidade de adultos e o período pupal sobre os genótipos (Figura 2).

Nesta análise foi possível observar que o componente principal 1 (CP 1) concentrou 37,38% da variabilidade contida nas variáveis originais, sendo as variáveis que mais influenciaram este componente principal: período larval (- 0,90) e peso pupal (0,87) (Tabela 4), estes são os parâmetros que mais se aproximam do eixo da CP 1 (Figura 2). O segundo componente principal (CP 2) concentrou 27,47% da variabilidade, sendo as variáveis que mais influenciaram este componente principal: ciclo total (- 0,92) e viabilidade Larval aos 10 dias (0,85) (Tabela 4). Os demais autovalores tanto do CP 1 quanto do CP2, são expressos na Tabela 4.

Tabela 4. Autovalores obtidos da análise dos componentes principais CP1 e CP2 dos parâmetros biológicos de *Helicoverpa armigera*, alimentadas com genótipos de soja. Jaboticabal, SP, 2016.

Parâmetros Biológicos	CP1	CP2
Peso Larval (dias)	0,819525	-0,088076
Viabilidade Larval aos 10 dias (%)	0,105878	0,856507
Viabilidade larval total (%)	0,559113	0,522947
Período larval (dias)	-0,901004	0,058456
Viabilidade pupal (%)	0,463152	0,240615
Período pupal (dias)	0,445829	-0,609499
Peso pupal (mg)	0,872953	-0,220208
Razão sexual	0,215809	0,121312
Longevidade de adultos (dias)	0,638055	-0,707951
Ciclo total (dias)	-0,217772	-0,920724
Viabilidade total (%)	0,792431	0,402967

4. Discussão

Os resultados obtidos nesse experimento demonstram que os genótipos influenciaram os parâmetros biológicos de *H. armigera*. Fathipour e Naseri (2011) estudaram a resistência de vagens de 13 cultivares de soja a *H. armigera*, e verificaram que que ‘L17’ e ‘Sahar’ afetaram os insetos, destacando-as como resistentes na categoria antibiose. Já Naseri et al. (2011) verificaram que as cultivares de soja BP, Sahar, JK, 356, DPX, Gorgan 3 foram mais resistentes a esta praga pois afetaram os parâmetros reprodutivos dos adultos.

Franzmann e Scholz (2003) estudando a resistência de genótipos de sorgo a *H. armigera*, também verificaram influência dos genótipos nos parâmetros biológicos, onde “Bronco” prolongou o período e a viabilidade larval. Sharma et al. (2005) também relataram a ocorrência de resistência em grão-de-bico a *H. armigera* em decorrência do baixo peso e viabilidade larval, e da baixa viabilidade pupal.

No presente trabalho verificou-se que PI 227682 e M8230 RR prolongaram o período larval em relação a W711 RR. Segundo Silveira, Vendramim e Rossetto (1997) e Boiça Júnior et al. (2015), o prolongamento da fase larval é um indicativo de

menor adequação do substrato alimentar, em consequência da provável presença de compostos químicos que conferem resistência ao inseto.

Segundo War et al. (2012) a resistência a um inseto decorre-se de um sistema complexo e dinâmico de defesa das plantas através de barreiras estruturais (cera cuticular, espinhos, cerdas e tricomas) e a presença de compostos secundários (glucosinolatos, isoflavonoides, terpenoides, alcaloides, etc.), os quais favorecem a defesa contra o ataque dos insetos.

Ressalta-se ainda que, PI 227687 prolongou o ciclo total do inseto (Tabela 3), e que IAC 100 proporcionou menor viabilidade aos 10 dias de idade (Tabela 1), efeitos estes possivelmente relacionados a mecanismos que conferem resistência a insetos, como toxinas químicas que matam ou simplesmente retardam o desenvolvimento dos insetos (HANLEY et al., 2007).

Embora não se tenha verificado diferença significativa entre os genótipos em relação a razão sexual (Tabela 2), vale ressaltar que uma população de insetos com apenas fêmeas interrompe o aumento da população, corroborando com os preceitos da resistência de plantas a insetos, que é a redução da população para valores abaixo do nível de dano. Segundo Oballe et al. (1998), a proporção ideal de machos para fêmeas de *H. armigera* é de 3 fêmeas para 4 machos.

Outro fator que é fundamento para o sucesso de populações de insetos, é a produção de adultos férteis e longevos, que garantam a proliferação da espécie. Neste sentido, verificou-se que os adultos oriundos de lagartas alimentadas em PI 227682 proporcionaram adultos com longevidade média de 2,5 dias menor que adultos oriundos de BRS Valiosa RR, IAC 100, PI 227687 e W711 RR (Tabela 3).

Neste contexto, Naseri et al. (2011) relatam que variações na fase adulta da praga pode ser consequência da qualidade e quantidade de nutrientes presentes, e da presença de compostos secundários em diferentes níveis em cultivares de soja, os quais a fase jovem alimentou-se.

O peso pupal em PI 227682 foi negativamente afetado, uma vez que, lagartas alimentadas nesse genótipo apresentaram o menor peso, em decorrência da possível presença de metabólicos secundários. Esse resultado é confirmando como a aplicação da análise de componentes principais (Figura 2), de modo que, PI

227682 foi positivamente influenciado pelo período larval, ou seja, prolongou a fase do inseto, e de forma negativa reduzindo o peso pupal.

Boiça Júnior et al. (2015) também verificaram resistência de PI227682 a *S. cosmioides*, pois esse genótipos afetou o peso larval e a viabilidade. Os autores levantam a possibilidade ainda que a resistência decorrer-se da presença de compostos secundários como os flavonoides. Fica evidente assim que, PI 227682 apresenta resistência múltipla, pois no presente trabalho também verificou-se alterações no desenvolvimento biológico de *H. armigera*. Esta resistência múltipla pode ser devida principalmente à presença de mecanismos de natureza química.

Piubelli et al. (2005) estudando extratos foliares IAC 100 e de PI 227687 na alimentação da lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae), identificaram e quantificaram os flavonóides rutina e genistina, substâncias que desempenham função de defesa das plantas a insetos-praga, substâncias possivelmente presentes também em PI 227682. Souza et al. (2014) também verificaram a resistência do genótipo PI 227682 na categoria antibiose a *S. eridania*, destacando que a resistência decorre-se da presença de metabolitos secundários.

A resistência a *H. armigera* em decorrência de substâncias secundárias é mencionada por Yoshida, Cowgill e Wightman (1995) e Sharma et al. (2005), sendo atribuída a resistência na categoria por antibiose de grão-de-bico a presença de isoflavonoides (judaicin e judaicin 7-O glucoside).

Verificou-se ainda que quando *H. armigera* foi alimentada como os genótipos de soja do presente trabalho, apresentou viabilidades totais inferiores a 35% (Tabela 3). Esse resultado pode ser decorrente da ausência de nutrientes essenciais à esta espécie nos genótipos de soja testados, o que corrobora com Boiça Júnior et al. (2014), que destacam que entre os fatores responsáveis pelas características químicas de resistência a insetos, as impropriedade nutricionais por ocorrer em forma de deficiência ou desbalanço quantitativo e/ou qualitativo de nutrientes para o fitófago.

Reigada, Guimarães e Parra (2016) estudando o desenvolvimento de *H. armigera* em sete hospedeiros, também verificaram reduzidas viabilidades desta

espécie, sendo que uma viabilidade larval total de 9,16% foi observada quando criada na cultivar de soja 99R01.

Singh e Moore (1985) preconiza que a viabilidade mínima aceitável para criações de insetos em dietas artificiais seja superior a 75%, pois a dieta artificial é rica em nutrientes que suprem as necessidades fisiológicas dos insetos. Assim, fica evidente que as cultivares de soja utilizadas não proporcionam a nutrição ideal para *H. armigera* nas condições testadas.

Com relação ao ciclo total, verificou-se que as lagartas alimentadas em PI 227687 apresentaram maior ciclo larval, característica está desejável em estudos de resistência de plantas a insetos, uma vez que, o maior ciclo conseqüentemente proporciona um menor número de gerações durante um período, por exemplo, um ano agrícola ou safra. Essa alteração no desenvolvimento do inseto é descrita por Boiça Júnior et al. (2014) como uma característica de resistência da categoria por antibiose, que é quando o inseto se alimenta da planta é esta causa um efeito negativo no desenvolvimento do inseto.

A ausência de diferenças significativas entre os genótipos em alguns parâmetros do ciclo biológico pode ser consequência da adaptabilidade desta espécie aos diferentes substratos alimentares. Segundo Zalucki et al. (1986, 1994); Fitt (1989); Singh, Ballal, Poorani (2002); Cunningham e Zalucki (2014), o alto potencial de infestação de *H. armigera* está ligado alta mobilidade dos adultos, alta fecundidade e principalmente a sua polífagia que garante alimento em diferentes regiões.

A partir da análise multivariada dos dados, foi possível verificar que os genótipos apresentam diferentes níveis de resistência a *H. armigera*, uma vez que no dendrograma apresentado na Figura 1, os genótipos foram distribuídos em dois grupos, podendo-se classificar PI 227682, PI 227687, IAC 100 e M8230 RR como moderadamente resistentes. Já M7908 RR, BRS Valiosa RR, W711 RR e CD 208 foram classificados como suscetíveis.

Numa análise geral, a partir dos resultados observados no teste de antibiose por uma geração de *H. armigera*, verifica-se que os genótipos menos adequados foram PI 227687, PI 227682 e IAC 100, os quais proporcionaram índices não satisfatórios para o desenvolvimento biológico da praga. Assim, a alta porcentagem

de mortalidade da fase larval observada na primeira geração, poderia ser atribuída ao possível efeito de metabólicos secundários, evidenciando-se assim a resistência na categoria antibiose.

5. Conclusões

Os genótipos PI 227687, PI 277682, IAC 100 e M8230 RR apresentam características de resistência a *H. armigera*, sendo classificados como moderadamente resistentes.

Os genótipos BRS Valiosa RR, CD 208, M7908 RR e W711 RR são suscetíveis a *H. armigera*.

6. Referências bibliográficas

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

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B.; SOUZA, B. H. S.; RODRIGUES, N. E. L.; MICHELIN, V. Determinação dos tipos de resistência a *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja. **Semina**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 607-618, 2015.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO W. I.; RIBEIRO, Z. A. Resistência de plantas e produtos naturais e as implicações na interação inseto-planta. In: BUSOLI, A. C.; SOUZA, L. A.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia Agrícola – IV.** Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress. 2014. p. 291-308.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. S.; COSTA, E. N.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A. S.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013. p. 207-224.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, quarto levantamento, janeiro 2016 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília, v. 3 - SAFRA 2015/16- n. 4, 2016, 154 p.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 107, n. 3, p. 881–896, 2014.

FATHIPOUR, Y.; NASERI, B. Soybean cultivars affecting performance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). In: TZI-BUN. **Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology**. p. 599-630. 2011.

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

FRANZMANN, B. A.; SCHOLZ, B. C. G. Effect of sorghum resistant to *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae) on oviposition and development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 42, n. 1, p. 35-39, 2003.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 69, n. 4, p. 488-497, 1976.

HANLEY, M. E.; LAMONT, B. B.; FAIRBANKS, M. M.; RAFFERTY, C. M. Plant structural traits and their role in antiherbivore defense. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v. 8, n. 4, p. 157-78, 2007.

JOHNSON, M. L.; ZALUCKI, M. P. Foraging behavior of *Helicoverpa armigera* first instar larvae on crop plants of different developmental stages. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 129, n. 5, p. 239-245, 2005.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 8, p. 1213-1222, 2000.

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

MIRONIDIS, G. K.; STAMOPOULOS, D. C.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Overwintering survival and spring emergence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern Greece. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, n. 4, p. 1068-1084, 2010.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 13, n. 1, p. 17-26, 2011.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on different soybean cultivars. **Journal of Entomological Society of Iran**, Tehran, v.29, n.1, p.25-40, 2009.

OBALLE, R.; ALDEBIS, H.K.; SANTIAGO-ÁLVAREZ, C.; OSUNA, E.V. Influencia de la proporción sexual de adultos de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre la reproducción de la especie en laboratorio. **Boletín de sanidad vegetal Plagas**, Madrid, v. 24, n. 3, p. 519-524, 1998.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, Oxon, v.36, n.1, p.15-20, 1985.

PIUBELLI, G. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S. H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatilis*? **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 31, n. 7, p. 1509-1525, 2005.

REIGADA, C.; GUIMARÃES, K. F.; PARRA, J. R. P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: A perspective for IPM in Brazil. **Journal of Insect Science**, Oxford, v.16, n. 1, p. 1–5, 2016.

SANTOS, K. B.; NEVES, P. J.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, R. B.; SANTOS, W. J.; VILLAS BOAS, G.; DUMAS, V.; MARTINS, E.; PRAÇA, L. B.; QUEIROZ, P.; BERRY, C.; MONNERAT, R. Selection and characterization of the *Bacillus thuringiensis* strains toxic to *Spodoptera eridania* (Cramer), *Spodoptera cosmiodes* (Walker) and *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Biological Control**, Orlando, v. 50, n. 2, p. 157-163, 2009.

SHARMA, H. C.; PAMPAPATHY, G.; LANKA, S. K.; RIDSDILL-SMITH, T. J. Antibiosis mechanism of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of chickpea. **Euphytica**, Wageningen, v. 142, n. 1, p. 107–117, 2005.

STATISTICA STATSOFT. **Data analysis software system and user's manual**. Version 7. StatSoft Inc. 2004.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, E. C. A. V. A. 2006. **New version of the Assisat-Statistical Assistance Software**. Resumo apresentado no: World Congress on Computers in Agriculture. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Orlando, FL. 24-26 Jul.

SILVEIRA, L. C. P.; VENDRAMIM, J. D.; ROSSETTO, C. J. Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 291- 298, 1997.

SINGH, S. P.; BALLAL, C. R.; POORANI, J. Old World bollworm *Helicoverpa armigera*, associated Heliiothinae and their natural enemies. **Technical Bulletin**, Bangalore, v. 31, n. 3, p. 135, 2002.

SINGH, P.; MOORE, R. F. **Handbook of insects rearing**. Amsterdam: Elsevier, 1985. 600p.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Berlin: Springer. 2005. 423p.

SOUZA, B. H. S.; SILVA, A. G.; JANINI, J. C.; BOICA JÚNIOR, A. L. Antibiosis in soybean genotypes and the resistance levels to *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 43, n. 2, p. 582–587, 2014.

WAR, A. R.; PAULRAJ, M. G.; AHMAD, T.; BUHROO, A. A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H. C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, Seattle, v. 7, n. 10, p. 1306-1320, 2012.

YOSHIDA, M.; COWGILL, S. E.; WIGHTMAN, J. A. Mechanisms of resistance to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in chickpea – role of oxalic acid in leaf exudates as an antibiotic factor. **Journal Economic Entomology**, College Park, v. 88, n. 6, p. 1783–1786, 1995.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal Zoology**, Victoria v. 34, n. 3, p. 779–814, 1986.

ZALUCKI, M. P.; MURRAY, D. A. H.; GREGG, P. C.; FITT, G. P.; TWINE, P. H.; JONES, C. Ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* (Wallengren) in the inland of Australia: larval sampling and host plant relationships during winter and spring. **Australian Journal Zoology**, Victoria, v. 42, n. 2, p. 329–346, 1994.

Capítulo 6 – Considerações finais

A cultura da soja destaca-se como uma das mais importantes para o Brasil, com uma produção de cerca de 102 milhões de toneladas de soja no ano agrícola 2015/2016, em uma área cultivada de 33 milhões de hectares (CONAB, 2016). Seu uso estende-se desde a extração do óleo para frituras, temperos e produção de biodiesel à fonte de proteínas, diretamente para consumo in natura ou indiretamente como componente de rações para criação animal.

No entanto a cultura da soja está sujeita a vários problemas fitossanitários, com destaque para lagartas desfolhadoras de lepidópteros, cujos ataques reduzem significativamente o potencial produtivo das plantas. Várias espécies de lagartas desfolhadoras podem atacar a cultura da soja, destacando-se *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). As lagartas de *H. armigera* atacam tanto estruturas vegetativas quanto reprodutivas de seus hospedeiros (JOHNSON; ZALUCKI, 2005).

Desse modo, a adoção de métodos de controle é imprescindível para alcançar uma produção rentável e de qualidade, mas que também seja menos impactante ao ambiente, que deixe o mínimo de resíduos nas plantas e em seus subprodutos que serão consumidos por animais e humanos, e que pouco interfira nas interações ecológicas envolvendo organismos não alvos.

A resistência de plantas é uma tática de controle dentro dos preceitos ideológicos do manejo integrado de pragas, que atende todas as pressuposições previamente mencionadas. Plantas de diversas espécies que evidenciam a presença de genes em seu genoma que expressam características fenotípicas adversas a insetos em níveis moderados ou altos já foram extensivamente relatadas na literatura. Para algumas espécies de plantas, ainda, já existem resultados conclusivos sobre quais genes governam a expressão dessas características. Todavia, os genes das plantas podem sofrer influências de inúmeros fatores, inerentes à planta, ao inseto e a fatores ambientais, podendo alterar a intensidade da expressão da resistência aos insetos.

Dada a importância dos aspectos comportamentais e a determinação das categorias de resistência de genótipos de soja ao ataque de *H. armigera*, essa

pesquisa teve por objetivo avaliar o desempenho desta espécie em condições de laboratório frente a genótipos de soja, nas categorias por não preferência para alimentação e/ou oviposição e antibiose.

No segundo capítulo intitulado “Técnicas de avaliação do desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em soja”, objetivou-se avaliar melhores técnicas de desempenho alimentar, de oviposição e aspectos biológicos desta espécie em soja. A partir dos experimentos realizados verificou-se que a utilização de duas lagartas, utilizando-se folíolos provenientes da parte superior das plantas em estágio reprodutivo, proporciona a melhor diferenciação na expressão de não preferência alimentar em genótipos de soja por *H. armigera*. A utilização de um casal e plantas em estágio de desenvolvimento reprodutivo (R2), proporciona melhores resultados em teste de preferência para oviposição, e o melhor substrato alimentar para o melhor desenvolvimento da espécie é a combinação de folhas mais vagens.

No terceiro capítulo intitulado “Atratividade e consumo de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de soja”, objetivou-se avaliar a resistência de genótipos de soja à esta espécie na categoria por não preferência para alimentação. Dentre os 22 genótipos de soja avaliados, verificou-se que IAC 100, PI 227682 foram menos consumidos, apresentando características de resistência nesta categoria. O genótipo de soja W711 RR foi mais preferido para alimentação, sendo considerado suscetível a *H. armigera*.

Em relação ao quarto capítulo intitulado “Preferência para oviposição de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) por genótipos de soja” que teve por objetivo avaliar a resistência de genótipos de soja na categoria por não preferência para oviposição a *H. armigera*. Verificou-se que dentre os 8 genótipos testados, M8230 RR e W711 RR foram menos preferidos para oviposição, apresentando resistência a *H. armigera* na categoria por não preferência para oviposição. Já PI 227687 foi preferido para oviposição sendo considerado suscetível.

Com base nestes resultados, sugere-se a realização de novas pesquisas de resistência de plantas tendo-se em vista a presença de substâncias secundárias presentes nestes genótipos e a descrição dos tipos de tricomas presentes nas plantas e sua relação na preferência para oviposição desta espécie, uma vez que,

está informação pode ser levada aos centros de melhoramento genético visando a inserção desta característica em novos cultivares.

No quinto capítulo intitulado “Aspectos biológicos de *Helicoverpa armigera* em genótipos de soja”, que teve por objetivo avaliar alguns aspectos biológicos desta praga em genótipos de soja e a resistência na categoria por antibiose. Verificou-se que PI 227687, PI 277682 e IAC 100 foram os menos adequados para o desenvolvimento de *H. armigera*, apresentando resistência na categoria por antibiose, enquanto que BRS Valiosa RR, CD 208 e M7908 RR encontraram-se resultados mais favoráveis ao desenvolvimento do inseto.

De acordo com os resultados apresentados neste capítulo, sugere-se para futuros experimentos na área de resistência de genótipos de soja a *H. armigera*, a discriminação de substâncias secundárias presentes nos mesmos, e sua interação com os aspectos biológicos.