

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

**CATEGORIAS E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE
GENÓTIPOS DE COUVE A *Spodoptera frugiperda* (J.E.
SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**Renato Franco Oliveira de Moraes
Engenheiro Agrônomo**

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

2014

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

**CATEGORIAS E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE
GENÓTIPOS DE COUVE A *Spodoptera frugiperda* (J.E.
SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Renato Franco Oliveira de Moraes

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

2014

M827c Moraes, Renato Franco Oliveira de
Categorias e mecanismos de resistência de genótipos de couve a
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: noctuidae) /
Renato Franco Oliveira de Moraes. -- Jaboticabal, 2014
x, 96 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Arlindo Leal Boiça Junior
Banca examinadora: Ricardo Antonio Polanczyk, Marcelo
Francisco Arantes Pereira
Bibliografia

1. *Brassica oleracea* var *acephala*. 2. Categorias de resistência. 3.
Lagarta-do-cartucho. 4. Mecanismos de resistência. 5. Metabólicos
secundários I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 595.78:635.34

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CATEGORIAS E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE COUVE A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

AUTOR: RENATO FRANCO OLIVEIRA DE MORAES

ORIENTADOR: Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

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

Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. RICARDO ANTONIO POLANCZYK

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. MARCELO FRANCISCO ARANTES PEREIRA

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / São José do Rio Preto/SP

Data da realização: 21 de fevereiro de 2014.

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, para em 2012, iniciar o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, atuando em pesquisas de resistência de plantas a insetos pragas, sob orientação do Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior. Aprovado na seleção de Doutorado na mesma instituição, com início em março de 2014.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

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

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 Mestrado 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 estivem realizando minhas pesquisas.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

Aos Professores do programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola pelos conhecimentos que adquiri nestes dois anos.

Aos colegas e parceiros de trabalho do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, Bruno Henrique Sardinha de Souza, Eduardo Neves Costa, Anderson Gonçalves da Silva, Mirella Marconato Di Bello, Nara Elisa Lobato Rodrigues, Daline Benites Bottega, Flávia Queiroz de Oliveira, Gislane da Silva Lopes, Dayse Jeane Veloso, Junno Diniz, Luciano Nogueira, ao estagiário Ivan Righini Cedin e em especial ao parceiro de graduação e pós-graduação Wellington Ivo Eduardo.

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

Ao Dr. Paulo Espíndola Trani, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) pelo fornecimento das mudas de couve para instalação dos experimentos.

Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira e ao MSc Olinto Lasmar, pela realização das análises de deposição de gota.

Ao Prof. Dr. Helder Louvandini e a técnica Maria Regina Santos Rodeiro Peçanha pela realização da análise bromatológica.

Ao Prof. Dr. Moacir Rossi Forim e ao Dr. Bruno Perlatti pela realização da análise quantitativa de glucosinolatos.

Aos colegas dos demais laboratórios do curso de pós-graduação em Entomologia Agrícola.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, Roseli Pessoa, José Altamiro de Souza e em especial a Lígia Dias Fiorezzi.

A professora Maria Ângela D'mito pela correção ortográfica do texto.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	3
3. Revisão de literatura.....	3
3.1. Aspectos da couve <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i>	3
3.2. Lagarta-do-cartucho <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
3.2.1. Origem e distribuição.....	4
3.2.2. Aspectos biológicos.....	5
a) Fase de ovo.....	5
b) Fase larval.....	6
c) Fase de pupa.....	7
d) Fase adulta.....	8
3.2.3. Hospedeiros e danos.....	9
3.3. Resistência de Plantas no controle de <i>Spodoptera frugiperda</i>	10
3.4. Outros métodos de controle de <i>Spodoptera frugiperda</i>	13
4. Referências.....	15
CAPÍTULO 2 – NÃO PREFERÊNCIA PARA ALIMENTAÇÃO DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. SMITH) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS ENVOLVIDOS	23
Resumo.....	23
Abstract.....	24
1. Introdução.....	25
2. Material e métodos.....	27
2.2. Criação de manutenção de <i>Spodoptera frugiperda</i>	28
2.3. Teste de não preferência alimentar.....	29
2.4. Teste de tensão superficial.....	32

2.5. Análise estatística.....	34
3. Resultados e discussão.....	34
3.1. Teste de não preferência alimentar.....	34
3.2. Teste de tensão superficial.....	43
4. Conclusões.....	45
5. Referências.....	46

**CAPÍTULO 3 – ANTIBIOSE EM *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS
ENVOLVIDOS.....**

Resumo.....	51
Abstract.....	52
1. Introdução.....	54
2. Material e métodos.....	55
2.1. Teste de antibiose.....	55
2.2. Análise bromatológica.....	56
2.3. Análise quantitativa de glucosinolatos.....	57
2.4. Análise estatística.....	60
3. Resultados e discussão.....	60
3.1. Teste de antibiose (Análise univariada).....	60
3.2. Teste de antibiose (Análise multivariada).....	73
3.3. Análise bromatológica.....	78
3.4. Análise quantitativa de glucosinolatos.....	82
4. Conclusões.....	90
5. Referências.....	91

CATEGORIAS E MECANISMOS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE COUVE A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivos estudar as categorias e mecanismos de resistência de genótipos de couve a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). Os experimentos foram conduzidos no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal/SP, sendo os testes realizados no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, sob condições ambientais controladas (temperatura: 27 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de U.R. e fotofase de 12 horas). Nos experimentos para avaliar a preferência alimentar por genótipos de couve, utilizou-se inicialmente 25 genótipos, os quais sofreram processo de seleção através de testes com e sem chance de escolha, em delineamento estatístico inteiramente casualizado em ambos os testes, adotando-se 10 repetições por tratamento. Foi avaliada a atratividade a 1; 5; 10; 15; 30; 60; 120; 360; 720; 1440 e 2880 minutos, contando as lagartas que se alimentavam nos genótipos e, ao término do experimento, quantificou-se a área foliar consumida. Adicionalmente, testou-se a hipótese de que a angulação formada entre o contato da gota de água e a superfície foliar esteja relacionada à quantidade de cera epicuticular, que pode ser um indicativo de resistência e ou suscetibilidade. Para avaliar a antibiose, lagartas de primeiro ínstar foram individualizadas em placas de Petri fornecendo diariamente folhas de cinco genótipos selecionados nos testes anteriores. Foi avaliada o peso de lagartas aos 16 dias de idade, peso de pupas com 24 horas de idade, período larval e pupal, longevidade de adultos, viabilidade total e fecundidade, por duas gerações subsequentes, em delineamento experimental inteiramente casualizado com 80 repetições por tratamento. Foi realizada a análise bromatológica para a determinação do valor nutritivo das plantas e a análise quantitativa do metabólico secundário sinigrina e avaliação qualitativa de vários glucosinolatos. No teste de antibiose, além da identificação de cultivares de amendoim resistentes a *S. frugiperda*, determinaram-se, também, os níveis de resistência através da análise multivariada. O genótipo Roxa I-919 é suscetível e os genótipos Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 são resistentes da categoria não preferência para alimentação de *S. frugiperda*. A quantidade de cera epicuticular influencia na preferência alimentar das lagartas. O genótipo de couve Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 apresenta alto grau de resistência a *S. frugiperda* da categoria antibiose e alto teor de fenóis em sua composição. O genótipo Manteiga de Mococa apresenta resistência moderada a *S. frugiperda* e maior quantidade de sinigrina. Dentre os genótipos avaliados Roxa I-919 é altamente suscetível a *S. frugiperda* por proporcionar melhor desenvolvimento biológico. A análise de agrupamento é importante para a seleção de genótipos resistentes, e entendimento na relação com os metabólicos secundários.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *acephala*, categorias de resistência, Lagarta-do-cartucho, mecanismos de resistência, metabólicos secundários.

CATEGORIES AND MECHANISMS OF RESISTANCE OF KALE GENOTYPES TO *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

ABSTRACT – This work aimed to evaluate the resistance categories and mechanisms in kale genotypes to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). Experiments were conducted in the Departamento de Fitossanidade of Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, SP, Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, under environmental controlled conditions (27 ± 2 °C temperature, $70 \pm 10\%$ R.H., and 12 hours photophase). In the feeding preference experiments, 25 genotypes were initially used, which were screened through free-choice and no-choice tests in a completely randomized design with 10 replications per treatment. The attractiveness was evaluated at 1; 5; 10; 15; 30; 60; 120; 360; 720; 1440 and 2880 minutes by counting larvae feeding on the genotypes, and at the end of the experiment the leaf area consumed was quantified. In addition, the hypothesis that the angle formed between the contact of the water drop and the leaf surface is related to the amount of epicuticular wax was tested, which may be an indicative of resistance and/or susceptibility. To evaluate the antibiosis, neonate larvae were individualized into Petri dishes and leaves of the five genotypes screened from the prior assays were provided to the larvae. The weight of 16 day-old larvae, weight of 24 hour-old pupae, duration of the larval and pupal periods, adult longevity, total viability and fecundity were recorded in two successive generations in a completely randomized design with 80 replications per treatment. Bromatological analysis was done to determine the nutritive value of the plants and the quantitative analysis of the secondary metabolite sinigrin and qualitative evaluation of several glucosinolates were also performed. In the antibiosis assay, in addition to the identification of the kale genotypes resistant to *S. frugiperda*, the levels of resistance were determined through multivariate analysis. Genotype Roxa I-919 is susceptible and the genotypes Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal and Geórgia 2 are feeding non-preference resistant to *S. frugiperda*. The amount of epicuticular wax influences the feeding preference of the larvae. The kale genotype Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 exhibits high level of antibiosis resistance to *S. frugiperda* and high content of phenolics in its composition. Genotype Manteiga de Mococa possess moderate resistance to *S. frugiperda* and higher content of sinigrin. Amongst the genotypes evaluated Roxa I-919 is highly susceptible to *S. frugiperda* by providing the best biological development. Cluster analysis is important to screen resistant genotypes, and to understand their relation with secondary metabolites.

Keywords: Fall armyworm, *Brassica oleracea* var. *acephala*, resistance categories, resistance mechanisms, secondary metabolites.

LISTA DE FIGURAS

Páginas

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

- Figura 1.** Postura típica de *Spodoptera frugiperda* em camadas.....6
- Figura 2.** *Spodoptera frugiperda*, diferentes instares larvais da espécie.....6
- Figura 3.** (A) fase pré-pupa, (B) Pupa recém formada, (C) Pupas, macho e fêmea de *Spodoptera frugiperda*.....8
- Figura 4.** Adultos da espécie *Spodoptera frugiperda*.....8

CAPÍTULO 2 – NÃO PREFERÊNCIA PARA ALIMENTAÇÃO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS ENVOLVIDOS

- Figura 1.** Criação de *Spodoptera frugiperda* em laboratório, (A) lagartas individualizadas em tubos, (B) pupa, (C, D, E) gaiola de PVC utilizadas para confinar os adultos.....29
- Figura 2.** Teste de preferência alimentar de *Spodoptera frugiperda* por diferentes genótipos de couve. (A e B) teste com chance de escolha, (C e D) teste sem chance de escolha.....31
- Figura 3.** Tensiômetro automático modelo OCA-20 utilizado para avaliação do ângulo de contato entre a gota de água destilada e a superfície foliar de genótipos de couve.....33
- Figura 4.** Ângulos (θ°) de contato formados por gotas de água destilada sobre superfícies foliares. (A) superfícies foliares hidrofílicas, (B) superfícies foliares hidrofóbicas e (C) superfícies foliares super hidrofóbicas.....33

**CAPÍTULO 3 – ANTIBIOSE EM *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) POR GENÓTIPOS DE COUVE
E MECANISMOS ENVOLVIDOS**

- Figura 1.** Distância de ligação dos grupos. O método de agrupamento utilizado foi o de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.....74
- Figura 2.** Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento, obtidos a partir dos parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de couve. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.....75
- Figura 3.** Distribuição dos genótipos de couve e dos parâmetros biológicos, segundo a análise dos componentes principais, obtidos de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de couve. Viabilidade larval até 16 1º Geração (V16 1), Período larval 1º Geração (PL 1), Viabilidade larval total 1º Geração (VT 1), Peso larval 1º Geração (PSL 1), Período pré-pupa 1º Geração (PPP 1), Viabilidade pré-pupa 1º Geração (VPP 1), Período pupal 1º Geração (PP 1), Viabilidade pupal 1º Geração (VP 1), Peso pupa macho 1º Geração (PPM 1), Peso pupa fêmea 1º Geração (PPF 1), Longevidade de adultos com alimento 1º Geração (LCA 1), Longevidade de adultos sem alimento 1º Geração (LSA 1), Ciclo total de adultos com alimento 1º Geração (CCA 1), Ciclo total de adultos sem alimento 1º Geração (CSA 1), Período pré-oviposição 1º Geração (PPO 1), Período de oviposição 1º Geração (PO 1), Total de ovos 1º Geração (TO 1), Total de posturas 1º Geração (TP 1), Ovos por postura 1º Geração (OP 1), Ovos viáveis 1º Geração (OV 1), Viabilidade larval até 16 2º Geração (V16 2), Período larval 2º Geração (PL 2), Viabilidade larval total 2º Geração (VT 2), Peso larval 2º Geração (PSL 2), Período pré-pupa 2º Geração (PPP 2), Viabilidade pré-pupa 2º Geração (VPP 2), Período pupal 2º Geração (PP 2), Viabilidade pupal 2º Geração (VP 2), Peso pupa macho 2º Geração (PPM 2), Peso pupa fêmea 2º Geração (PPF 2), Longevidade de

adultos com alimento 2º Geração (LCA 2), Longevidade de adultos sem alimento 2º Geração (LSA 2), Ciclo total de adultos com alimento 2º Geração (CCA 2), Ciclo total de adultos sem alimento 2º Geração (CSA 2), Período pré-oviposição 2º Geração (PPO 2), Período de oviposição 2º Geração (PO 2), Total de ovos 2º Geração (TO 2), Total de posturas 2º Geração (TP 2), Ovos por postura 2º Geração (OP 2), Ovos viáveis 2º Geração (OV 2). R – Roxa I-919, MM – Manteiga de Mococa, MJ – Manteiga de Jaboticabal, G – Geórgia.....77

- Figura 4.** Cromatograma e espectro de glucosinolatos em diferentes genótipos de couve. A – Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, B – Roxa I-919, C – Manteiga de Mococa, D – Manteiga de Jaboticabal, E – Geórgia 2.....83
- Figura 5.** Quantidade média do glucosinolato sinigrina em micro-gramas por grama de folhas de diferentes genótipos de couve. Médias dentro de mesmo erro padrão não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (F para genótipos = 0,03 e C.V. (%) = 30,22).....85
- Figura 6.** Distância de ligação dos grupos. O método de agrupamento utilizado foi o de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.....86
- Figura 7.** Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento, obtidos a da análise de glucosinolatos e fenóis totais, taninos totais e condensados presentes em diferentes genótipos de couve. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.....86
- Figura 8.** Distribuição dos genótipos e dos glucosinolatos presentes em genótipos de couve. MRP – Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, R – Roxa I-919, MM – Manteiga de Mococa, MJ – Manteiga de Jaboticabal, G – Geórgia. Tf – Total de fenóis, Ft – Fenóis totais, Tc – Taninos condensados, N – Neoglucobrassicin, S – Sinigrin.....88

LISTA DE TABELAS

Páginas

CAPÍTULO 2 – NÃO PREFERÊNCIA PARA ALIMENTAÇÃO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS ENVOLVIDOS

- Tabela 1.** Número de lagartas de terceiro ínstar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste com chance de escolha (Grupos 1, 2, 3, 4 e 5). Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.....35
- Tabela 2.** Número de lagartas de terceiro ínstar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, na primeira etapa de seleção, em teste sem chance de escolha. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.....38
- Tabela 3.** Número de lagartas de terceiro ínstar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste com chance de escolha da segunda etapa de seleção (Grupos 6 e 7). Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.....39
- Tabela 4.** Número de lagartas de terceiro ínstar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste sem chance de escolha da segunda etapa de seleção. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.....40
- Tabela 5.** Número de lagartas de terceiro ínstar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste com e sem chance de escolha no teste final de seleção. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.....42

Tabela 6. Valores médios dos ângulos de contato (θ) obtidos por gotas de água deionizada sobre superfície foliar abaxial e adaxial em genótipos de couve. Jaboticabal-SP, 2012.....	44
---	----

CAPÍTULO 3 – ANTIBIOSE EM *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS ENVOLVIDOS

Tabela 1. Média (\pm EP) da duração do período (dias), viabilidade larval até os 16 dias e total (%) e peso larval aos 16 dias (Mg) de <i>Spodoptera frugiperda</i> na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....	61
Tabela 2. Média (\pm EP) da duração do período (dias), viabilidade larval até os 16 dias e total (%) e peso larval aos 16 dias (Mg) de <i>Spodoptera frugiperda</i> na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....	63
Tabela 3. Média (\pm EP) da duração do período (dias) de pré-pupa e pupa, viabilidade de pré-pupa e pupa (%) e peso pupal com 24 horas de idade (Mg) em <i>Spodoptera frugiperda</i> na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....	65
Tabela 4. Média (\pm EP) da duração do período (dias) de pré-pupa e pupa, viabilidade de pré-pupa e pupa (%) e peso pupal com 24 horas de idade (Mg) em <i>Spodoptera frugiperda</i> na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....	66
Tabela 5. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), razão sexual e ciclo total (período de eclosão da larva a morte do adulto) de <i>Spodoptera frugiperda</i> na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....	68
Tabela 6. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), razão sexual e ciclo total (período de eclosão da larva a morte do adulto) de <i>Spodoptera frugiperda</i>	

na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....69

- Tabela 7.** Média (\pm EP) do período de pré-oviposição e período de oviposição (dias), número total de ovos, número total de posturas, número médio de ovos por postura e número de ovos viáveis de *Spodoptera frugiperda* na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....71
- Tabela 8.** Média (\pm EP) do período de pré-oviposição e período de oviposição (dias), número total de ovos, número total de posturas, número médio de ovos por postura e número de ovos viáveis de *Spodoptera frugiperda* na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....72
- Tabela 9.** Autovalores obtidos da análise dos componentes principais CP1 e CP2 dos parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com diferentes genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....78
- Tabela 10.** Média (\pm EP) da composição bromatológica de genótipos de couve. Frações: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE). Jaboticabal, SP, 2013.....79
- Tabela 11.** Média (\pm EP) da composição bromatológica de genótipos de couve. Frações: fibra detergente neutro (aFDNom) e fibra detergente ácido (FDAom). Jaboticabal, SP, 2013.....80
- Tabela 12.** Média (\pm EP) dos teores de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados provenientes de genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.....81

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

De origem na Costa do Mediterrâneo, as brassícas espalharam-se pela Europa no início do século XVII, as quais logo foram trazidas para o Brasil, onde atualmente seu cultivo concentra-se principalmente na região centro-sul, apresentando custo de produção relativamente baixo quando comparado ao de outras espécies olerícolas (FILGUEIRA, 2008).

A couve *Brassica oleraceae* var. *acephala*, tem grande importância na olericultura brasileira com consumo estimado em 2 kg/ano por pessoa. Esta planta ainda é fonte de vitaminas C, B1 e B2 e sais minerais, com destaque para cálcio e fósforo, facilmente assimiláveis pelo organismo (FREITAS-LUZ; SABOYA; PEREIRA, 2002).

Dentre os inúmeros insetos de importância econômica associados a cultura da couve Machado, Giannotti e Oliveira, (1985) destacam a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Esta espécie ainda é considerada um inseto fitófago, polífaga e cosmopolita que no Brasil é a principal praga da cultura do milho (CRUZ; FIGUEIREDO; SILVA, 2011).

Por ser uma espécie polífaga, a lagarta-do-cartucho pode ainda alimentar-se de milho, trigo, sorgo, arroz e cana-de-açúcar, ataca plantas de outras famílias botânicas como, alfaça, feijão, amendoim, batata, batata doce, repolho, espinafre, tomate, couve, abóbora, soja, algodoeiro, acelga, alcachofra, alface, almeirão, berinjela, cebola, chicória, maracujazeiro, meloeiro, pessegueiro, pimentão e quiabo (GALLO et al., 2002).

O principal meio de controle da lagarta-do-cartucho não é diferente do utilizado em brássicas, sendo que o controle por meio de inseticidas químicos se destaca como o mais utilizado, por ser considerado prático, rápido e eficiente na redução populacional de pragas (TALEKAR; SHELTON, 1993; CASTELO-BRANCO et al., 2003; DIAS; SOARES; MONNERAT, 2004). Entretanto, o seu uso

indiscriminado pode afetar também organismos não alvo, como por exemplo: insetos benéficos, animais, a água e até mesmo o homem (THULER, 2006).

Outros métodos de controle de praga podem ser utilizados como alternativas menos agressivas ao meio ambiente e ao homem, tais como, o uso de gradagens leves e superficiais para eliminar pupas no solo (CRUZ, 1995), manter a plantação no limpo, livre de plantas daninhas hospedeiras da praga (LEIDERMAN; SAUER, 1953).

Inserir-se como uma alternativa de controle a esta espécie, a resistência de plantas a insetos, na qual visa a diminuição da população, minimizando os efeitos adversos de produtos químicos no meio ambiente, corroborando com os princípios do manejo integrado de pragas (BOIÇA JUNIOR et al., 2011).

Planta resistente tem sua definição como sendo aquela planta 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 JUNIOR et al., 2013).

Uma planta pode ser considerada resistente ao proporcionar um efeito adverso sobre a população de uma ou mais espécies, de modo que esta resistência é dividida em categoria (Tipos) de resistência. Ocorrendo alterações no desenvolvimento biológico, negativamente ao fitófago, a resistência é definida como sendo da categoria antibiose. Pode-se dizer que uma planta apresenta resistência da categoria não preferência, quando esta é menos preferida pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo. A terceira categoria de resistência é a tolerância, que 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 na biologia do inseto (PANDA; KHUSH, 1995; SMITH, 2005; BOIÇA JUNIOR et al., 2013).

Na literatura, há trabalhos que buscam identificar as fontes de resistência principalmente nas categorias de não preferência alimentação e antibiose, de modo que, pesquisas sobre resistência de plantas de milho a *S. frugiperda* frequentes (SILVEIRA et al., 1990; SILVA et al., 1999; BOIÇA JUNIOR; MARTINELLI; PEREIRA, 2001; COSTA et al., 2006; FARINELLI; FORNASIERI, 2006; LIMA et al., 2006). No entanto, no que refere-se à cultura da couve as interações inseto-planta,

referindo-se principalmente a lagarta-do-cartucho, pode ser citado apenas um estudo de Machado, Giannotti e Oliveira (1985), no qual observaram os aspectos biológicos desta espécie em couve manteiga. Nesta cultura, o que se verifica com mais frequência na literatura são estudos que buscam materiais resistentes à traças-crucíferas (TAGLIARI, 2007) e ao curuquerê-da-couve (SCHLICK-SOUZA; BALDIN; LOURENÇÃO, 2011).

2. Objetivo

O presente trabalho teve como objetivos estudar a resistência de genótipos de couve a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797), determinando as categorias e os mecanismos de resistência ocorrentes.

3. Revisão de literatura

3.1. Aspectos da couve *Brassica oleracea* var. *acephala*

Originária da Costa do Mediterrâneo, logo as brássicas foram disseminadas para a Europa, Américas e África (VACARI, 2009). Segundo Figueira (2008) a couve-de-folha é a espécie mais cultivada, e que mais se assemelha à couve silvestre, ou seja, não forma cabeça e suas folhas apresentam limbo bem desenvolvido, arredondado, com pecíolo longo e nervuras bem destacadas. Segundo este autor, a família Brassicaceae abrange espécies de hortaliças de grande valor econômico, social e nutricional, tais como couve (*B. oleracea* var. *acephala*), repolho (*B. oleracea* var. *capitata*), couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), brócolis (*B. oleracea* var. *italica*) e couve-chinesa (*B. oleracea* var. *chinensis*). No Brasil, este autor ainda relata que as brássicas tem grande importância econômica devido ao grande número de plantas utilizadas na alimentação e pelo baixo custo de

produção quando comparado aos de outras espécies olerícolas, ocupando lugar de destaque na olericultura do centro-sul brasileiro, de modo que, a couve-de-folhas é uma destas plantas mais populares, sendo a produção localizada em pequenas áreas, cinturões-verdes e hortas domésticas.

A couve-de-folha destaca-se por apresentar uma grande quantidade de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, vitamina A, niacina e vitamina C, além de excelente fonte de carotenóides na concentração mais alta de luteína e beta caroteno entre as hortaliças (NOVO et. al., 2010). Estes autores ainda relatam que a comercialização de hortaliças folhosas como a da couve-de-folha, deve-se aos aspectos como a aparência, tamanho da folha, forma, brilho e a cor da folha.

As brássicas formam um complexo de culturas típicas de outono-inverno desenvolvendo-se melhor em temperaturas mais amenas (16 a 22°C), porém, apresenta certa tolerância ao calor, a qual confere a capacidade de ser cultivada o ano todo (FILGUEIRA, 2008).

3.2. Lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda*

3.2.1. Origem e distribuição

As espécies do gênero *Spodoptera* são amplamente distribuídas no mundo e, das espécies descritas, um grande número é considerada praga em diversas culturas de importância econômica (POGUE, 2002).

A lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* foi reconhecida pela primeira vez em 1797, na Geórgia (EUA) e inicialmente foi classificada como *Phalaena frugiperda*, passando por várias denominações até receber o nome atual (POLANCZYK, 2004). Segundo Moreira et al. (2003), ainda esta espécie é um inseto fitófago, polífago e cosmopolita, originária das zonas tropical e subtropical das Américas, encontrando-se amplamente distribuída no continente americano.

No Brasil esta espécie é comumente conhecida como “lagarta-militar”, “lagarta-dos-milharais”, “lagarta-do-cartucho”, “lagarta-dos-capinzais”, “lagarta-dos-pastos” ou “lagarta-dos-arrozais” (SILVA et al., 1968; CARVALHO, 1970). Em outras

áreas da América do Sul e Central também é conhecida pelos nomes de “gusano cogollero” e “barredora” (KERN, 1954; ESTRADA, 1960; MARQUEZ; VILLARREAL; SHALLEMULLER, 1964; SIFUENTES, 1967) e na América do Norte é conhecida por “fall armyworm”, “Grass worm”, “overflow worm” e “armyworm” (FENTON, 1952; LUNGINBILL, 1990).

3.2.2 Aspectos biológicos

a) Fase de ovo

Trata-se de um inseto de metamorfose completa, ou seja, durante seu ciclo passa por quatro fases distintas: ovo, lagarta, pupa e adulto (LUGINBILL, 1928).

O número de ovos que são colocados em forma de massas é bastante variável (Figura 1), sendo que alguns autores relatam média de 100 ovos, em camadas ou até mesmo que as massas podem conter de 30 a 300 ovos (CRUZ; MONTEIRO, 2004).

O número de posturas depositado por uma só fêmea é de no máximo 13, e um único indivíduo pode depositar até oito posturas em um só dia, de modo que esta é realizada em qualquer local planta (CRUZ, 1995), porém, Ali, Luttrell e Pitre (1990) e Pitre, Mulrooney e Hogg (1983) afirmam que as fêmeas ovipositam, preferencialmente, na face inferior das folhas. A fertilidade dos adultos é relacionada com a qualidade do alimento utilizado na fase larval, ou seja, um alimento de melhor qualidade e quantidade, proporcionará insetos de melhor fertilidade. Com relação a fase de ovo, está tem uma duração média de três a cinco dias a 25°C e uma viabilidade média de 92% (MURÚA; VIRLA, 2004).

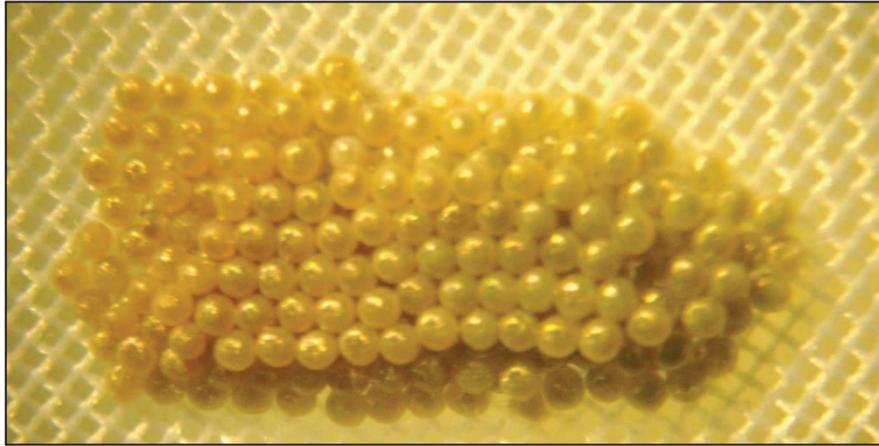


Figura 1. Postura típica de *Spodoptera frugiperda* em camadas.

b) Fase larval

As lagartas de primeiro instar, apresentam coloração esbranquiçada tornando-se esverdeadas ao iniciarem sua alimentação, atingindo aproximadamente 1,9 mm quando totalmente desenvolvidas (Figura 2). Uma característica desta espécie é que as lagartas recém-eclodidas tecem um fio de seda, que é usado como meio de dispersão e/ou escape de inimigos naturais, podendo ser esta característica também ser observada em lagartas de segundo instar e no início do terceiro instar (CRUZ, 1995).



Figura 2. *Spodoptera frugiperda*, diferentes instares larvais da espécie.

No segundo instar, as lagartas tendem ainda ser esbranquiçadas, com um sombreamento marrom no dorso e tamanho variando de 3,5 a 4,0 mm (LEIDERMAN; SAUER 1953; ÁVILA; DEGRANDE; GOMEZ,1997, CRUZ, 1995).

Em plantas de milho é comum encontrar apenas uma lagarta desenvolvida por cartucho devido ao hábito canibal desta espécie apresenta a partir do terceiro instar. Porém, podem ser encontradas larvas de diferentes instares dentro de um mesmo cartucho (LUGINBILL, 1928).

Já no terceiro instar, as lagartas possuem coloração marrom-clara no dorso e coloração esverdeada na parte ventral, com linhas dorsais e subdorsais brancas visíveis (Figura 2). Ao atingirem o quarto instar, as lagartas apresentam cabeça marrom-avermelhada e dorso marrom-escuro, atingindo 10 mm de comprimento. As lagartas de quinto instar, são semelhantes às de quarto instar, porém, são mais escuras, medindo 18 mm de comprimento. No último instar, ou seja, sexto instar, as lagartas têm corpo cilíndrico, são marrom-acinzentadas no dorso, esverdeadas na parte ventral e subventral, com manchas de coloração marrom-avermelhada na mesma região, medindo cerca de 35 mm (LEIDERMAN; SAUER 1953; CRUZ, 1995; ÁVILA; DEGRANDE; GOMEZ,1997).

c) Fase de pupa

A pupa apresenta, inicialmente, coloração verde-clara e tegumento translucido, com as vísceras visíveis, seguidamente em poucos minutos, torna-se alaranjada, marrom-avermelhada, escurecendo progressivamente até ficar praticamente preta, próximo à emergência do adulto. O comprimento varia de 13 a 16 mm (CRUZ, 1995). A fase pupal, que compreende a pré-pupa e a pupa propriamente dita (Figura 3), é o período no qual o inseto deixa de se alimentar e penetra no solo, ou se abriga nos restos culturais, formando uma câmara pupal onde permanece até a emergência do adulto (GALLO et al., 2002). Essa fase pode durar de oito a 25 dias, de modo, que esta fase está intimamente relacionada a temperatura ambiente (MIRANDA, 2006).

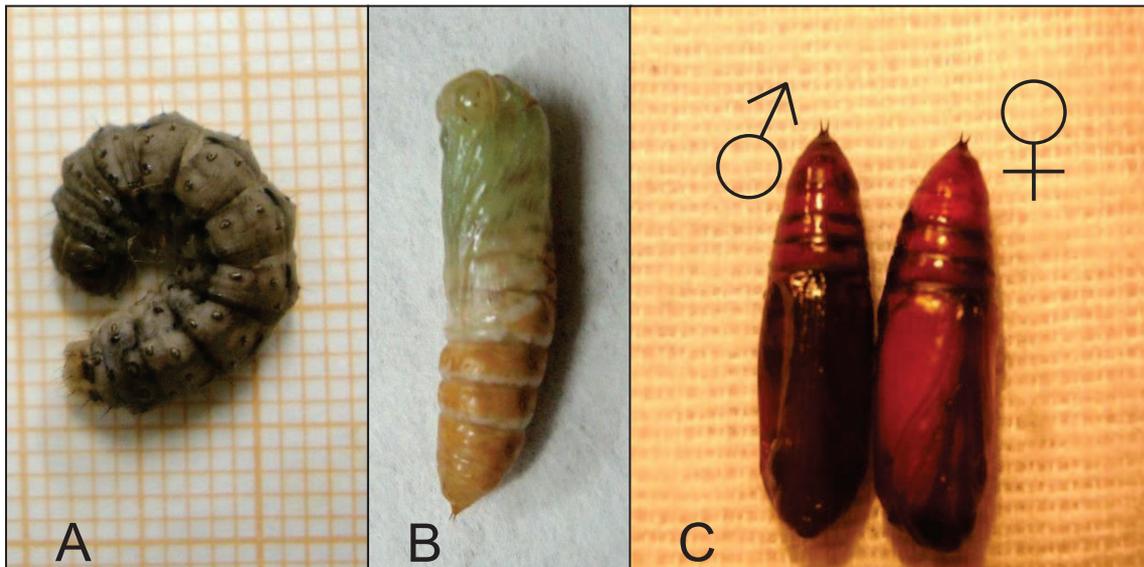


Figura 3. (A) pré-pupa, (B) Pupa recém formada, (C) Pupas, macho e fêmea de *Spodoptera frugiperda*.

d) Fase adulta

O adulto de *S. frugiperda*, é uma mariposa que varia de 15 a 25 mm de comprimento (Figura 4), com 35 a 45 mm de envergadura e coloração geral cinza-escuro (KING; SAUNDERS, 1984; CRUZ, 1995).

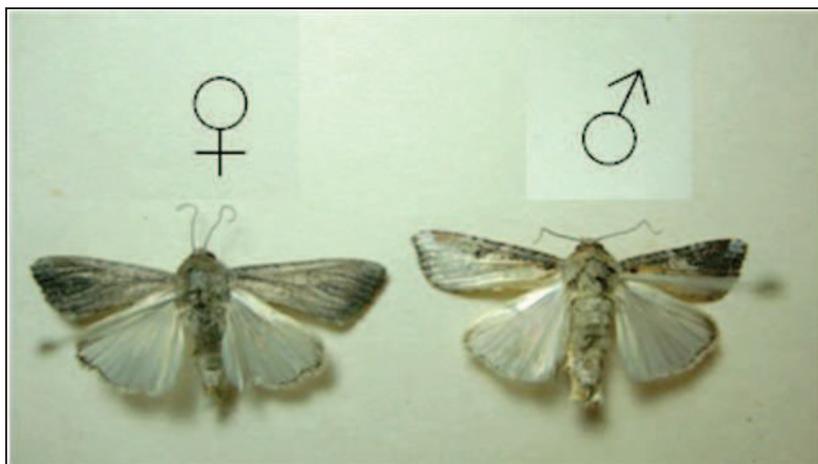


Figura 4. Adultos da espécie *Spodoptera frugiperda*.

De hábito noturno, durante o dia, os adultos permanecem abrigados sob a folhagem próxima ao solo, e quando perturbados, voam de maneira errática, até encontrarem outro abrigo. Sua atividade diária inicia-se com o pôr-do-sol, quando as mariposas se movimentam nas proximidades das plantas hospedeiras mais favoráveis a sua alimentação, oviposição e acasalamento, de modo, que essa atividade atinge o pico de atividade após um período de duas a quatro horas depois do início, quando as condições de temperatura são mais favoráveis, ocasião em que ocorre o acasalamento (SPARKS, 1979; CRUZ, 1995).

A longevidade do adulto é de cerca de 12 dias e a oviposição ocorre a partir do terceiro dia após a emergência da fêmea. O ciclo completo do inseto (ovo-adulto) dura cerca de 30 dias (MURÚA; VIRLA, 2004).

3.2.3 Hospedeiros e danos

A lagarta-do-cartucho é de difícil controle devido à sua ampla gama de hospedeiros e de sua grande capacidade de dispersão durante o período de cultivo (POLANCZYK, 2004).

As lagartas da espécie *S. frugiperda* são polípagas, atacam diversas culturas economicamente importantes, no entanto, é considerada a principal praga da cultura do milho no Brasil (PRAÇA; SILVA; MONNERAT, 2006), porém, este inseto também ataca e causa danos a culturas como o algodão, arroz, alfafa, amendoim, abóbora, batata, couve, espinafre, feijão, repolho, sorgo, trigo e tomate (CRUZ; MONTEIRO, 2004).

Na cultura do milho, o período crítico de ataque da praga se dá próximo ao pendoamento, no entanto, quando jovens as lagartas apenas raspam a epiderme das folhas, porém, quando desenvolvidas, fazem furos danificando completamente a folha, culminando a destruição do cartucho (GALLO et al., 2002).

Campos (2009), relata *S. frugiperda*, como praga da cultura do amendoim a qual ocorre em qualquer época de desenvolvimento da cultura e, quando o seu ataque é intenso, principalmente em períodos secos do ano, pode culminar com destruição da planta, pois as lagartas alimentam-se de todas as estruturas vegetais.

Já no algodoeiro as lagartas de *S. frugiperda* se alimentam de folhas, brácteas, botões florais, flores e, sobretudo, das maçãs (FREEMAN, 1999).

Além destes hospedeiros, Casmuz et al. (2010), relatam um total de 186 hospedeiros para *S. frugiperda*, distribuídas em 42 famílias, dentre estas as mais frequentemente mencionados, foram Poaceae (35,5%), Fabaceae (11,3%), Solanaceae e Asteraceae (4,3%) cada, seguindo por Rosaceae e Chenopodiaceae com (3,7%) e finalmente, Brassicaceae e Cyperaceae com (3,2%). Estes autores ainda descrevem que as lagartas de *S. frugiperda*, podem migrar de cultura para cultura nas localidades, alimentam-se de folhas e brotos, podendo ocasionar danos severos, iniciando sua alimentação pela parte inferior das folhas ocasionando furos, comprometendo a capacidade fotossintética e comprometendo a comercialização das folhas.

A ocorrência desta praga na cultura da couve foi tema do estudo realizado por Machado, Giannotti e Oliveira (1985), que verificaram que as lagartas de *S. frugiperda* desenvolveram normalmente em folhas couve “Manteiga”, apresentando parâmetros biológico semelhante aos demais hospedeiros da espécie.

3.3 Resistência de Plantas no manejo de *Spodoptera frugiperda*

O termo resistência de plantas à insetos é utilizado para descrever a capacidade da planta de evitar ou reduzir os danos causados por fitófagos (LARA, 1991). Segundo Painter (1958), resistência é a soma relativa de qualidades hereditárias da planta, que influenciam na intensidade de dano que o inseto causa.

Como conceito de planta resistente, Boiça Junior et al. (2013) definem como sendo aquela planta, que devido a sua presença genética, é menos danificada ou infestada que outras nas mesmas condições mediante ao ataque de uma ou várias pragas. Estes autores ainda citam que está resistência pode ser determinada por fatores químicos, físicos e morfológicos.

A utilização de cultivares resistentes, apresenta uma série de vantagens: não causa desequilíbrio ecológico, apresenta efeito cumulativo, não apresenta acréscimo no custo de produção, sua adoção pode contribuir com a redução populacional de

insetos mantendo a população da praga abaixo dos níveis de dano (BOIÇA JUNIOR et al., 2013).

Uma planta pode ser considerada resistente a uma ou mais espécie, quando apresentar uma ou mais categoria de resistência, de modo que quando ocorrem alterações no desenvolvimento biológico, observa-se que a resistência é da categoria antibiose. A categoria não preferência, é quando determinado material é menos preferida pelo inseto que outra, em igualdade de condições para alimentação, oviposição ou abrigo. E a última categoria de resistência é a tolerância, que refere-se à capacidade da planta em suportar o ataque da praga regenerando seus tecidos ou emitindo novos perfilhos de forma que está não chegue a provocar queda significativa de qualidade e quantidade de sua produção, não causando qualquer efeito, porém, no comportamento ou biologia do inseto (PANDA; KHUSH, 1995; SMITH; 2005; BOIÇA JUNIOR et al., 2013).

O uso de variedades resistentes é um método de controle que pode potencialmente diminuir as perdas causadas por *S. frugiperda*, e tanto a antibiose quanto a não preferência são mecanismos de resistência encontrados em germoplasmas de milho (SILVEIRA; VENDRAMIM; ROSSETTO, 1990).

Williams, Davis e Wiseman (1983) encontraram alto nível de antibiose e não preferência alimentar para o genótipo de milho MpSWCB-4 e baixo nível de antibiose associado a não preferência alimentar para o 'Antigua 2D-118'. Já Silveira, Vendramim e Rossetto (1990), constataram que a não preferência para alimentação é um dos mecanismos de resistência encontrados em Zapalote Chico e a linhagem Mp707, materiais estrangeiros que confirmaram suas características de resistência no Brasil.

Viana e Ponteza (2000), estudaram as categorias de resistência, não preferência e antibiose, em genótipos de milho a *S. frugiperda* e constataram que, o genótipo CMS 14C apresentou a categoria antibiose influenciando negativamente na biologia da praga. CMS 24 e CMS 23 apresentaram também esse mecanismo, porém em menor intensidade. Estes autores ainda constataram, não preferência para alimentação em Zapalote Chico e BR 201 e não preferência para oviposição em CMS 14C e Zapalote Chico.

Moreno et al. (2008), a resistência de genótipos de algodoeiro ao ataque de *S. frugiperda*, observaram que os genótipos BRS Camaçari, BRS Cedro, Delta Opal, Acala 90, Sue grow, Delta penta foram igualmente preferidos e consumidas por lagartas de 1º e 3º instares. Neste mesmo estudo, os autores verificaram o efeito dos genótipos sobre a biologia da praga, onde o menor peso médio de lagartas e de pupas foi observada em BRS Camaçari, indicando resistência da categoria antibiose.

No que refere-se à resistência de genótipos de couve a *S. frugiperda*, são poucos os estudos, no entanto Machado, Giannotti e Oliveira (1985), ao avaliar os aspectos biológicos desta espécie em couve manteiga, verificaram que o desenvolvimento da espécie foi semelhante a outros hospedeiros, como milho e sorgo. No entanto, esta pesquisa mencionada foi realizada com apenas um substrato alimentar, e que casos de resistência de oleícolas a pragas são relatados em outros genótipos e com outras espécies, como é o caso de Tagliari (2007), que estudou a não preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*B. oleracea* var. *acephala*). Esta autora definiu os genótipos Roxa I-919, como sendo resistente, e o genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, como suscetível a está praga.

Schlick-Souza, Baldin e Lourenção (2011), ao avaliar a resistência de genótipos de couve a lagarta da espécie *Ascia monuste orseis* (Godart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae) observaram que os genótipos 'Introduções do município de Arthur Nogueira Y', Cabocla, Japonesa e Manteiga de Mococa, prolongam a fase larval do inseto expressando antibiose, sendo que Japonesa ainda prolonga o período pupal do inseto, expressando essa mesma categoria de resistência.

Diante disto, a resistência de plantas pode ser utilizada em associação a outras estratégias em programas de manejo integrado de pragas (SARFRAZ; DOSDALL; KEDDIE, 2006). Villas-boas et al. (2003) observaram que a associação nível de dano e genótipo resistente de repolho no controle de *P. xylostella* reduziu o número de aplicações de inseticidas de quatro aplicações para três aplicações semanais.

3.4 Outros métodos de controle de *Spodoptera frugiperda*

O método de controle mais utilizado para *S. frugiperda* é o químico (CRUZ, 1995; VALICENTE; BARRETO, 1999, DIEZ-RODRIGUES; OMOTO, 2001). No entanto o controle de *S. frugiperda* com inseticidas sintéticos, geralmente possui um custo elevado de aplicação, com altos riscos de toxicidade, contaminação ambiental, e pode causar desequilíbrio biológico (PRATES; VIANA; WAQUIL, 2003) e também pelo fato da lagarta se alojar no interior do cartucho, muitas vezes, se torna difícil a realização deste controle.

Outro método de controle que tem sido bastante utilizado é o biológico, com o uso de agentes entomopatogênicos como fungo *Beauveria bassiana* (BALS.) Sorok. e bactérias como *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1911 (CRUZ; FIGUEIREDO; SILVA, 2011). Polanczyk e Alves (2005), relatam que bioinseticidas a base de *B. thuringiensis* (Bt) tem apresentado bons resultados no controle de *S. frugiperda*. Pavão e Ferreira-Filho (2011), afirmam ainda que a utilização da toxina Bt inserida em plantas transgênicas, tem apresentado satisfatório nível de resistência a essa espécie, proporcionado ainda benefícios como o aumento na produtividade e a redução nos custos.

Outra forma de controle biológico que tem sido levado em consideração é o uso de predadores, como, a utilização de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) e parasitóides como *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), os quais atuam sobre ovos, eliminando a praga antes que ocorram danos significativos. Mas o sucesso desses métodos depende de uma série de fatores como: método de distribuição, linhagem ou espécie liberada, densidade da praga, condições climáticas, utilização de inseticidas seletivos e comportamentos da espécie (CRUZ; FIGUEIREDO; SILVA, 2011).

Outro método importante é o controle cultural, que auxilia no combate às pragas com práticas, como: rotação de culturas, aração do solo, época do plantio e colheita, destruição dos restos culturais (CRUZ, 1995). Segundo Gallo et al. (2002), o controle cultural através de aração após a colheita proporciona a destruição das pupas do inseto por esmagamento, ou indiretamente pela exposição aos raios solares e a predadores. Estes mesmos autores citam ainda controle físico, o controle

por comportamento, como tipos de controle que podem ser empregados no manejo da praga.

O controle desta praga através do uso de extratos vegetais também pode vir a ser uma alternativa viável. O potencial inseticida de diversas plantas, tem sido avaliado no Brasil em relação ao controle de diversas pragas, observando-se resultados promissores como exemplo o controle de *P. xylostella* em brássicas (TORRES et al., 2006).

4 Referências

ALI, A.; LUTTREL, R. G.; PITRE, H. N. Feeding sites and distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae on cotton. **Environmental Entomology**, College Park, v. 19, n. 4, p. 1060-1067, 1990.

ÁVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E.; GOMEZ, S. A. **Insetos-pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle**. Dourados, EMBRAPA-CPAO, 1997. 5p. (Circular Técnica, 5).

BOIÇA JUNIOR, A. L.; MARTINELLI, S.; PEREIRA, M. F. A. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850). **Revista Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, p. 86-90. 2001.

BOIÇA JUNIOR, 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 JUNIOR, 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.

CAMPOS, A. P. de. **Resistência de cultivares de amendoim de hábitos de crescimento ereto e rasteiro a *Spodoptera frugiperda*, em laboratório**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) e sustentabilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo**. 1970. 170f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 1970.

CASMUZ, A.; JUÁREZ, M. L.; SOCÍAS, M. G.; MURÚA, M. G.; PRIETO, S.; MEDINA, S.; WILLINK, E.; GASTAMINZA, G. Revisión de los hospederos del gusano cogollero Del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Sociedade Entomológica Argentina**. Buenos Aires, v. 69, n. 3, p. 209-231, 2010.

CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 549-552, 2003.

COSTA, M. A. G.; GRÜTZMACHER, A. D.; ZOTTI, M. J.; HÄRTER, W. da R.; NEVES, M. B. das. Consumo foliar e preferência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de milho e sorgo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 415-421, 2006.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. de L. C.; SILVA, R. B. Controle Biológico de Pragas de Milho. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 43, v. 1, p. 165-190. 2011.

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

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos de *Trichogramma pretiosum***. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2004. 4p. (Comunicado Técnico 114).

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 553-556, 2004.

DIEZ-RODRÍGUEZ, G. I.; CELSO OMOTO, C. Herança da Resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a Lambda-Cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 311-316, 2001.

ESTRADA, R. F. A. Lista preliminar de insetos associados al maíz en Nicaragua. **Turrialba**, Costa Rica, v. 10, n. 2, p. 68-73, 1960.

FARINELLI, R; FORNASIERI, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 197-202, 2006.

FENTON, F. A. **Field crop insects**. New York: MacMillan, 1952, p. 405.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**. Viçosa: UFV, 2008, p. 421.

FREEMAN, B. L. Cotton insect pests. IN: FOSHEE. **Cotton Scouting Handbook**. Alabama Cooperative Extension System, 1999. 20 p. PubID: ANR-409.

FREITAS LUZ, F. J.; SABOYA, R. C. C.; SILVA PEREIRA, P. R. V. **O cultivo do repolho em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002, 17 p. (Circular Técnica 07).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 920.

HUSSAR, G. J.; PARADELA, A. L.; SERRA, W; JONAS, T. C.; GOMES, J. P. R. Efeito do uso do efluente de reator anaeróbio compartimentado na fertirrigação da couve. **Revista Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 29, n. 1-2, p. 65-72. 2004.

KERN, F. Nota sobre una nueva forma biológica de *Laphygma frugiperda* (Smith & Abbot). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 3, n. 4, p. 295-300, 1954.

KING, A. B. S.; SAUNDERS, J. L. **The invertebrate pests of annual food crops in Central América**. London: Overseas Development Administration, 1984. 166 p.

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

LEIDERMAN, L. M.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais. **O Biológico**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 105-113, 1953.

LIMA, F. W. N.; OHASHI, O. S.; SOUZA, F. R. S.; GOMES, F. S. Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 147-150, 2006.

LUNGIBILL, P. Habits and control of the fall armyworm. **Farmer's Bulletin**, Washington, v. 15, n. 5, p. 1-11, 1990.

LUGINBILL, P. The fall armyworm. **Technical Bulletin**, Washington, v. 34, n. 1, p. 73, 1928.

MACHADO, V. L. L.; GIANNOTTI, E.; OLIVEIRA, R. M. Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em couve. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 14, n. 1, p. 121-130, 1985.

MARQUEZ, S. A.; VILLARREAL, J. F.; SHALLENMULLER, D. E. Estudos biológicos del gusano cogollero. **Informe Anual de Invertigación**, Monterrey, v. 9, n. 2, p. 27-32, 1964.

MIRANDA, J. E. Contra-ataque. **Caderno Técnico Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, p. 7-10, 2006.

MOREIRA, M. D.; MIRANDA, J. E.; SILVA, C. A. D.; SOUZA JÚNIOR, J. D. A.; AZEVEDO, A. I. B. Aspectos biológicos e exigências térmicas da lagarta militar (*Spodoptera* sp.) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2003. 1 CD-ROM.

MORENO, D. B.; BOIÇA JUNIOR, A. L. JESUS, F. G.; JANINI, J. C. Resistência de cultivares de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J.E SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 83, n. 3, p. 214-224, 2008.

MURÚA, G.; VIRLA, E. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucuman (Argentina). **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México. v. 20, n. 1, p. 199-210, 2004.

NOVO, M. do C. PRELA-PANTANO, A.; DEUBEER, R.; TORRES, R. B.; TRANI, P. E.; BRON, I. U. Morfologia de folhas de couve do banco de germoplasma do Instituto Agrônomo – **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas – SP, 27p., 2010.

PAINTER, R. H. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 3, p. 267-290, 1958.

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

PAVAO, A. R.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Impactos econômicos da introdução do milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 49, n. 1, p. 81-108. 2011.

PITRE, H.N.; MULROONEY, J.E.; HOGG, D.B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preference and egg distribution on plants. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 2, p. 463-466. 1983.

POGUE, G. M. A World revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). Memoirs of the. **American Entomological Society**, Lanham, v. 43, n.1, p. 1-202, 2002.

POLANCZYK, R. A. **Estudos de *Bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)**. 2004. 158 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Piracicaba, 2004.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Biological parameters of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) assayed with *Bacillus thuringiensis* berliner. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 464-468. 2005.

PRAÇA, L. B.; SILVA NETO, S. P.; MONNERAT, R. G. ***Spodoptera frugiperda* (Smith 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) Biologia, amostragem e métodos de controle**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 22p.

PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folha de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 437-439, 2003.

SARFRAZ, M., DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamondback moth host plant interactions: Implications for pest management. **Crop Protection**. Madison, v. 25, n. 7, p. 625-639, 2006.

SCHLICK-SOUZA, E. C.; BALDIN, E. L. L.; LOURENÇÃO, A. L. Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*. **Journal of Pest Science**, New York, v. 84, n. 1, p. 429–436, 2011.

SIFUENTES, J. A. A. Oviposición de palomilhas del cogollero y dano de las larvas en plantulas del maíz e sorgo, en invernadero. **Agricultura Tecnica em México**, Chapingo, v. 2, n. 7, p. 311-314, 1967.

SILVA, D. M. P.; OLIVEIRA J. V.; TABOSA, J. N.; BARROS, R.; SANTOS, E. O.; AZEVEDO, S. S. Identificação de Fontes de Resistência em Cultivares de Milho à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em Casa-de-Vegetação. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 141-147. 1999.

SILVA, G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. **Quarto Catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seu parasitoides e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v. 1, pte. 2, 1968.

SILVEIRA, L. C. P.; VENDRAMIM, J. D.; ROSSETO, J. C. Não preferência para alimentação da lagarta-do-cartucho em milho. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p.105-111,1990.

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

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2005. 640 p.

SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 72, n. 2, p. 82-87, 1979.

TAGLIARI, S. R. A. **Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.)**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, n.1, p.275-301, 1993.

THULER, R. T. ***Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): estratégias para o manejo integrado**. 2006. 83 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

TORRES, A. L.; BOICA JUNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; BARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 447-457, 2006.

VACARI, A. M. **Caracterização biológico-comportamental de *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) predando *Plutella xylostella* (L., 1758)**. 2009. 114 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. R. Levantamento dos inimigos naturais da lagarta do cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na Região de Cascavel, PR. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p.119-130, 1999.

VIANA, P. A.; PONTEZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p.27-33, 2000.

VILLAS BOAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; VELHO D. M. A.; SIMPLÍCIO, C. S. Manejo da traça-das-crucíferas utilizando-se genótipos resistentes associados ao nível de dano econômico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, Recife. **Resumos**: Recife: **Horticultura Brasileira**, 2003, p. 338.

WAQUIL, J. M.; VILLELA, F. M. F.; FOSTER, J. E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2002.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; WISEMAN, B. R. Fall armyworm resistance in corn and its suppression of larval growth and survival. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n. 5, p. 831- 832, 1983.

CAPÍTULO 2 – NÃO PREFERÊNCIA PARA ALIMENTAÇÃO DE *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS ENVOLVIDOS

Resumo - A pesquisa teve por objetivo avaliar a atratividade e o consumo foliar de *Spodoptera frugiperda* por genótipos de couve. Para isso, instalaram-se ensaios com e sem chance de escolha para alimentação e atratividade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado para ambos os testes, adotando-se dez repetições por tratamento. Inicialmente realizou-se teste de não preferência utilizando 25 genótipos, dos quais, foram selecionados 14 genótipos, e por fim, realizou-se teste com 8 genótipos, para então, determinar os genótipos de maior e menor preferência, para tanto, em testes com chance foram utilizadas placas de Petri de 14 cm de diâmetro, e no teste sem chance foram utilizadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro, forradas com papel filtro levemente umedecido com água deionizada, onde foram dispostos os discos foliares, liberando-se no centro de cada arena uma lagarta de 3º instar por genótipo. Foi avaliada a atratividade, anotando-se o número médio de lagartas atraídas para os discos foliares a 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos após sua liberação e avaliação visual de injúria obtida por dois avaliadores. Realizou-se ainda, teste de tensão foliar, mensurando-se a angulação de uma gota de água sobre a superfície adaxial e abaxial de folhas dos cinco genótipos que mais se destacaram. Conclui-se que os genótipos Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 são menos preferidos para alimentação e que Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Roxa I-919 são mais preferidos. A quantidade de cera epicuticular influencia na preferência alimentar das lagartas.

Palavras-chave: Lagarta-do-cartucho, *Brassica oleracea* var. *acephala*, categorias de resistência, antixenose.

FEEDING NON-PREFERENCE OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) BY KALE GENOTYPES AND THE MECHANISMS INVOLVED

Abstract - The research aimed to evaluate the attractiveness and leaf consumption of *Spodoptera frugiperda* by kale genotypes. For that free-choice and no-choice feeding and attractiveness assays were set. The experimental design was randomized for both tests, adopting ten replicates per treatment. Initially made up of non-preference test using 25 genotypes, of which 14 genotypes were selected, and finally held test with 8 genotypes, to then determine the genotypes of high and low preference for both in tests with Petri chance of 14 cm diameter plates were used, and the test no chance Petri dishes 9 cm in diameter, lined with moistened filter paper with deionized water, which were arranged leaf discs were used, freeing up the center each arena a caterpillar 3rd instar per genotype. The attractiveness was evaluated by recording the average number of larvae attracted to the leaf discs at 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 and 1440 minutes after their release and visual injury scores were assigned by two evaluators. Also held, leaf tensile testing, measuring up the angle of a water droplet on the adaxial and abaxial surface of leaves of five genotypes that stood out. It is concluded that the genotypes Manteiga de Mococa, Manteiga Jaboticabal and Georgia 2 are less preferred for feeding and Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 and Roxa I-919 are more preferred. The amount of epicuticular wax influence on the preference of larvae.

Keywords: Fall armyworm, *Brassica oleracea* var. *acephala*, resistance categories, antixenose.

1. Introdução

A couve, *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala* DC é de origem mediterrânea, e atualmente possui ampla distribuída. No Brasil, destaca-se entre as plantas do grupo das hortícolas, como uma importante fonte de nutrientes essenciais a alimentação humana, sendo rica em cálcio, ferro, vitamina A, niacina e ácido ascórbico (FILGUEIRA, 2008).

Dentre os inúmeros insetos de importância econômica que podem atacar a cultura da couve, destaca-se a espécie *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (MACHADO; GIANNOTTI; OLIVEIRA, 1985). No Brasil esta espécie é considerada a principal praga da cultura do milho, entretanto, apresenta hábito polífago, alimentando-se de outras várias culturas (CRUZ; FIQUEIREDO; MATOSO, 1999), neste sentido, podem ser citados estudos sobre o comportamento e desenvolvimento de *S. frugiperda* em algodão (MIRANDA; MOREIRA; SIQUEIRA, 2010), amendoim (CAMPOS et al., 2011), mandioca (LOPES et al., 2008), sorgo e arroz (BUSATO et al., 2004), feijão (SOUZA et al., 2012), soja (VELOSO, 2010), milheto (BARROS; TORRES, 2009) e tomate (PEIXOTO et al., 2012).

Na cultura da couve, esta praga pode causar danos ao alimentar-se das folhas, depreciando o produto final, interferindo no crescimento da planta e até mesmo provocando sua morte (MACHADO; GIANNOTTI; OLIVEIRA, 1985). Algumas das dificuldades observadas no controle deste inseto e de outros insetos na cultura da couve, deve-se às áreas de cultivo coexistirem durante o ano todo, fornecendo suprimento de alimento favorável ao desenvolvimento das espécies fitófagas (DOURADO, 2009).

O método de controle de pragas mais utilizado em brássicas ainda é o químico, pois, apresenta melhores resultados, proporcionando controle de forma rápida, e eficiente, minimizando os danos ocasionados pelas pragas ocorrentes (DIAS; SOARES; MONNERAT, 2004), entretanto, quando este controle químico é empregado de forma contínua e de forma incorreta, proporciona grandes riscos de contaminação aos seres humanos, ao meio ambiente, efeito sobre populações dos

inimigos naturais, e proporciona ainda a seleção de populações resistentes aos agrotóxicos (DOURADO, 2009).

Segundo Irac-BR (2013) o controle de lagartas de *S. frugiperda* não tem se mostrado uma tarefa fácil, de tal forma que a utilização de inseticidas com frequência têm apresentado falhas de controle, isso se deve ao aumento de indivíduos resistentes no campo, em consequência de frequentes pulverizações de inseticidas com mesmo mecanismo de ação e pulverizações realizadas de forma incorreta.

No que se diz respeito a resíduos da agrotóxicos em alimentos, 28% das amostras analisadas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) no ano de 2010 foram consideradas insatisfatórias por apresentarem ou resíduos de produtos não autorizados ou autorizados, no entanto acima do limite permitido (PARA, 2011), representando risco eminente aos consumidores, pois, o consumo de hortaliças se da “in natura” ou minimamente processadas.

O uso de plantas resistentes, pode representar uma alternativa ou uso de inseticidas químicos proporcionando o controle dos insetos pragas de forma eficaz, mantendo as populações abaixo dos níveis de dano econômico, proporcionando ainda redução nos custos de produção, maior segurança alimentar, menor impacto sobre a entomofauna benéfica e ao meio ambiente, evitando ainda o surgimento de populações de resistentes (BOIÇA JUNIOR et al., 2011).

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 JUNIOR et al., 2013). Estes mesmos autores, relatam ainda que a utilização de genótipos que apresentam a categoria de resistência não preferência, afeta negativamente ao comportamento dos insetos, principalmente na seleção do alimento e substrato para realizar sua oviposição.

Howe e Schaller (2008), relatam que as substâncias químicas, as características morfológicas como a camada de cera apresenta grande importância na interface entre a estrutura interna da planta, e o ambiente interferindo também sobre interação insetos-planta durante a seleção hospedeira.

A quantidade de cera epicuticular formada sobre folhas das brássicas apresenta grande variação entre as espécies, entre os órgãos e tecidos das plantas, de modo, que está cera encontrada na superfície das plantas atua efetivamente no comportamento de um inseto ao se alimentar ou ovipositar (ZNIDARCIC; VALIC; TRDAN, 2008). Diante disto, a determinação da presença de cera epicuticular e sua relação no comportamento de insetos fitófagos se faz necessário para verificar as possíveis causas de resistências presentes em plantas.

Na literatura há trabalhos que buscam identificar fontes de resistência da categoria não preferência a diversas espécies, principalmente quando se refere à não preferência de *S. frugiperda* por genótipos de milho (SILVEIRA; VENDRAMIM; ROSSETTO, 1998; SILVA et al., 1999; BOIÇA JUNIOR; MARTINELLI; PEREIRA, 2001; COSTA et al., 2006; FARINELLI; FORNASIERI, 2006; LIMA et al., 2006). No entanto, na cultura da couve, estudos de interações entre plantas e seus herbívoros são escassos, principalmente a lagarta-do-cartucho, podendo ser citado apenas o estudo de Machado, Giannotti e Oliveira (1985), que estudaram os aspectos biológicos desta espécie em couve manteiga. O que se verifica mais presente na literatura são estudos que buscam materiais resistentes à traça-das-crucíferas (TAGLIARI, 2007) e ao curuquerê-da-couve (SCHLICK-SOUZA; BALDIN; LOURENÇÃO, 2011).

Diante disto, este trabalho teve por objetivo selecionar genótipos de couve resistentes da categoria não preferência para alimentação e verificar a influência da cera epicuticular no comportamento alimentar de *S. frugiperda*.

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 ± 10 % e fotofase de 12 horas. As plantas de couve utilizadas nos testes foram mantidas em casa de vegetação em

condição ambiente, utilizando-se para isso vasos de 5 L de volume, uma mistura de terra, esterco e areia na proporção de 2:1:1.

2.2. Criação de manutenção de *Spodoptera frugiperda*

Para obtenção das lagartas de *S. frugiperda* utilizou-se a metodologia proposta por Cruz (2000), com algumas adequações no recipiente de criação, passando de potes de 40 mL de volume para tubos de vidro. Após a eclosão, as lagartas foram transferidas para tubos de vidro de 2 cm de diâmetro e 5 cm de altura, onde foi colocado aproximadamente 3 mL de dieta artificial, a qual foi transferida em estado líquido e se solidificou ao fundo do tubo (Figura 1A). A dieta artificial foi preparada de acordo com a metodologia de Greene, Lepla e Dickerson (1976), à base de feijão, levedura de cerveja, germe de trigo e caseína.

Em seguida, os tubos foram acondicionados em uma câmara germicida durante 20 minutos, para completa esterilização, transferindo-se uma lagarta por tubo, permanecendo até a fase pupa.

Quando os insetos atingiram o estágio de pupa, após 48 horas (Figura 1B), foram transferidas para as gaiolas de oviposição, constituídas por tubos de PVC de 10,0 cm de diâmetro por 21,0 cm de altura, cobertas com tecido “voile” e revestidas internamente com papel sulfite de cor branca a fim de permitir a oviposição pelos adultos (Figuras 1 C, D, E). No fundo da gaiola foi colocado um prato plástico de 14,0 cm de diâmetro contendo um disco de papel de mesmo diâmetro da gaiola. Para a alimentação dos adultos, foi oferecida solução de mel a 10% embebida em um pedaço de algodão o qual foi acondicionado dentro de um copo plástico de 5 mL de capacidade.

Após a oviposição, os ovos colocados no “voile” e papel foram retirados a cada dois dias, e transferidos para recipientes plásticos de 1 L de capacidade contendo dieta artificial sendo o recipiente vedado com tampa plástica.

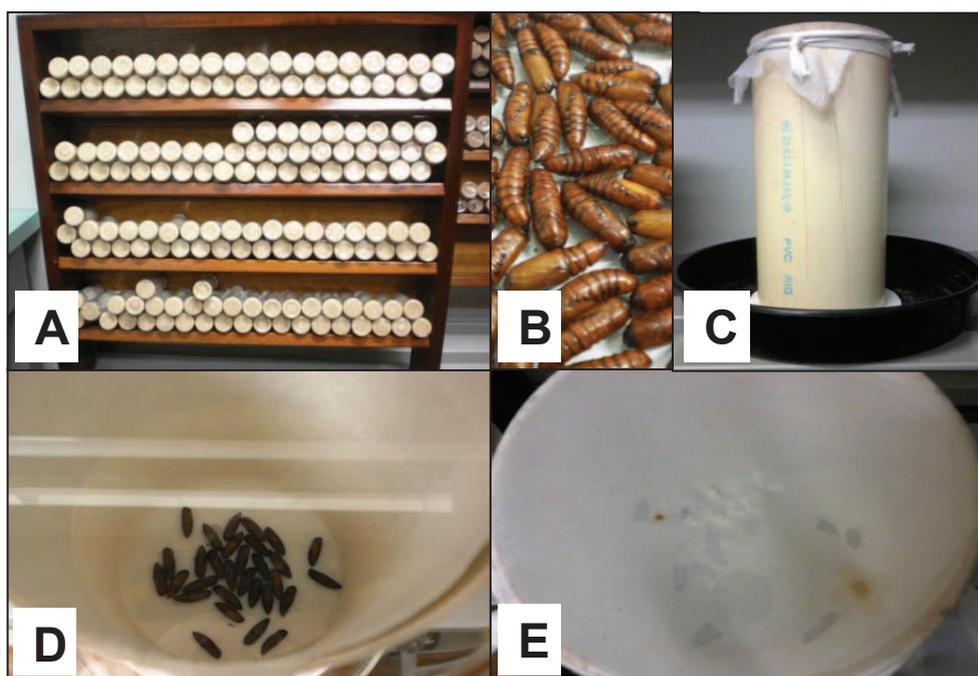


Figura 1. Criação de *Spodoptera frugiperda* em laboratório, (A) tubos contendo lagartas individualizadas, (B) pupa, (C, D, E) gaiola de PVC utilizadas para confinar os adultos.

2.3. Teste de não preferência alimentar

Para a realização do teste com chance de escolha, inicialmente os 25 genótipos foram divididos em grupos da seguinte forma: **Grupo 1** - Manteiga de Ribeirão Pires I-2620; Roxa I-919; Manteiga I-1811; Manteiga de São Roque I-1812; Gigante I-915; Crespa I-918; Manteiga de Ribeirão Pires I-2446; **Grupo 2** - Manteiga de Ribeirão Pires I-2620; Roxa I-919; Crespa de Capão Bonito; Manteiga de Tupi; Manteiga de Jundiá; Manteiga de Mococa; Manteiga de São José; **Grupo 3** - Manteiga de Ribeirão Pires I-2620; Roxa I-919; Manteiga de Monte Alegre; Verde-Escuro; Pires 1 de Campinas; Pires 2 de Campinas; Hortolândia; **Grupo 4** - Manteiga de Ribeirão Pires I-2620; Roxa I-919; Orelha de Elefante; Vale das Garças; Comum; Couve de Arthur Nogueira 1; Couve de Arthur Nogueira 2; **Grupo 5** - Manteiga de Ribeirão Pires I-2620; Roxa I-919; Manteiga Jaboticabal; Geórgia 1; Geórgia 2. Vale ressaltar que em cada grupo repetiu-se os genótipos Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Roxa I-9190 definidos como padrão de suscetibilidade e

resistência, respectivamente, conforme relatos de Tagliari (2007) em experimento com *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).

Em um segundo momento, foram selecionados os 12 genótipos de maior ou menor preferência dentro dos grupos do teste com chance dos genótipos do teste sem chance de escolha, formando-se outros dois grupos contendo estes materiais que mais se destacaram e os dois genótipos definidos como os padrões de resistência e suscetibilidade.

A partir destes 14 genótipos, selecionou-se por fim 8 genótipos, dos quais foram submetidos novamente a testes de preferência alimentar com e sem chance, visando a obtenção dos genótipos de couve de maior e menor resistência a lagartas de *S. frugiperda*.

Para a realização de todos os testes foram utilizadas lagartas oriundas de criação de manutenção. Nos testes de não preferência para alimentação com e sem chance de escolha seguiu-se metodologia adotada por Souza et al. (2012) para mesma espécie. Para tanto, foram usadas placas de Petri (14 cm de diâmetro e dois centímetros de altura) forradas com papel filtro levemente umedecido com água deionizada para o teste com chance de escolha (Figura 2 A e B) e placa de Petri (nove centímetros de diâmetro e um centímetro de altura) para o teste sem chance de escolha (Figura 2 C e D), liberando-se em cada arena uma lagarta de 3º instar por disco foliar. Para a obtenção dos discos foliares foi utilizado um vazador de metal de 4,91 cm².

O delineamento experimental adotado para ambos os testes de preferência alimentar de *S. frugiperda*, por genótipos de couve, foi inteiramente casualizado com dez repetições tratamento.

Foi avaliada em ambos os testes a atratividade anotando-se o número médio de lagartas atraídas pelos os discos foliares de couve a 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos após sua liberação ou até o momento em que um tratamento apresentasse 75% da área foliar do disco consumida e ou danificada.

Para a determinação do consumo foliar, após o término dos testes de atratividade, os discos foliares foram submetidos a uma avaliação visual de injúria por dois avaliadores através da escala visual de notas, com variação entre um e dez, adaptada de Tseng, Tollefson e Guthrie (1984), sendo: (1) discos foliares sem

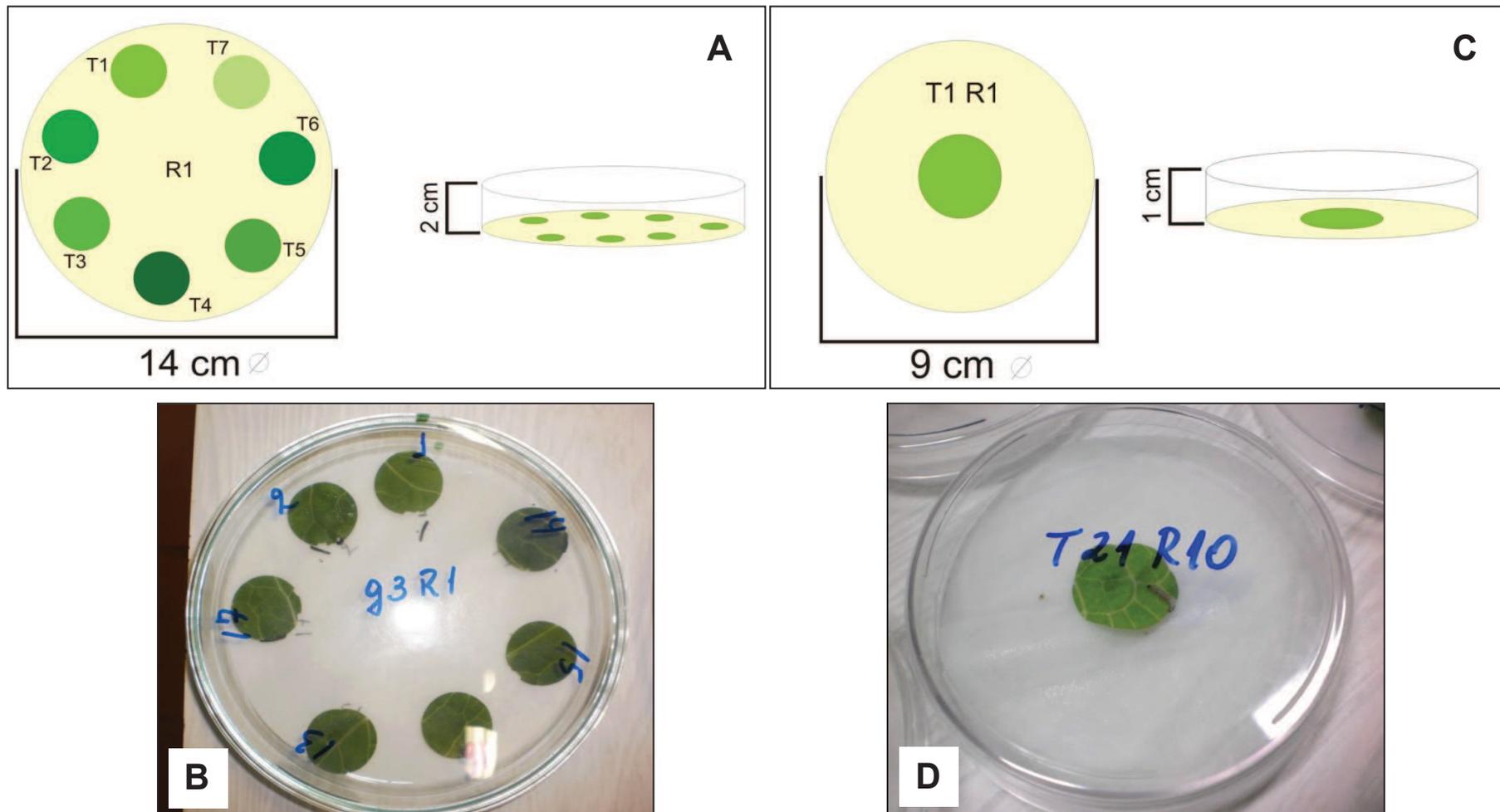


Figura 2. Teste de preferência alimentar de *Spodoptera frugiperda* por genótipos de couve. (A e B) teste com chance de escolha, (C e D) teste sem chance de escolha.

injúrias ou com até 10% de injúria; (2) discos com injúria variando de 11 a 20%; (3) injúria variando entre 21 a 30%; (4) injúria variando entre 31 e 40%; (5) injúria variando de 41 a 50%; (6) injúria variando entre 51 e 60%; (7) injúria variando entre 61 e 70%; (8) injúria variando entre 71 e 80%; (9) injúria variando de 81 a 90%; e (10) disco foliar com injúria entre 91 a 100% de dano. Essa avaliação se fez necessário devido à característica das lagartas, que em determinado momento se alimentarem completamente do disco ou apenas raspam a superfície foliar (CRUZ, FIGUEIREDO; MATOSO, 1999).

2.4. Teste de tensão superficial

A partir dos cinco genótipos em que mais se destacaram como resistentes e suscetíveis nos testes de preferência alimentar, realizou-se o teste de deposição foliar, mensurando-se a angulação formada entre uma gota de água sobre a superfície adaxial e abaxial de folhas de couve. Este teste foi realizado no Laboratório de Análise do Tamanho de Partículas, pertencente ao Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP - Jaboticabal, SP.

A determinação do ângulo de contato entre a gota de água destilada e a superfície foliar, foi realizada utilizando um tensiômetro automático, modelo OCA-20, da marca Dataphysics Germany (Figura 3), onde por meio da análise de imagem se obteve o valor do ângulo de contato, utilizando a metodologia de Iost e Raetano (2010), sendo os genótipos classificados seguindo metodologia proposta por Gennes (1985), exemplificada na Figura 4, conforme diagrama apresentado por Ribeiro (2013).



Figura 3. Tensiômetro automático modelo OCA-20 utilizado para avaliação do ângulo de contato entre a gota de água destilada e a superfície foliar de genótipos de couve.

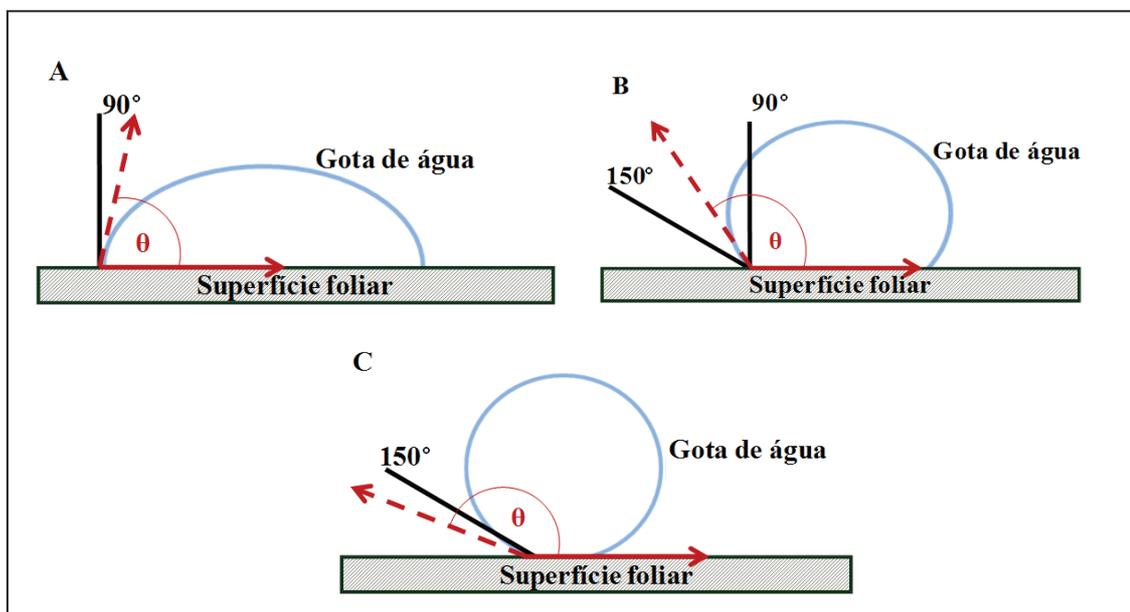


Figura 4. Ângulos (θ°) de contato formados por gotas de água destilada sobre superfícies foliares. (A) superfícies foliares hidrofílicas, (B) superfícies foliares hidrofóbicas e (C) superfícies foliares super hidrofóbicas.

2.5. Análise estatística

Os dados obtidos nos testes foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$, e submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, sendo suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para a análise de deposição de gotas sobre as superfícies foliares as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com a utilização do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

3. Resultados e discussão

3.1 Teste de não preferência alimentar

No que refere-se à preferência alimentar de *S. frugiperda* em teste com chance de escolha, nos grupos 1 e 2, não ocorreram diferenças significativas entre os genótipos em qualquer tempo avaliado (Tabela 1), porém, no grupo 3, diferenças foram observadas aos 5; 10; 15; 360 e 720 minutos após o início do teste, sendo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Hortolândia as mais preferidas. No grupo 4, os genótipos diferiram entre si somente aos 30 e 360 minutos, sendo que Orelha de Elefante destacou-se como mais preferida dentre os genótipos.

No grupo 5 (Tabela 1) diferenças foram observadas aos 3, 120, 360, 720 e 1440 minutos, sendo que o genótipo Geórgia 2 foi significativamente menos preferido que os demais genótipos. Essa menor preferência alimentar, pode estar associada a algumas substâncias químicas presentes neste genótipo que influenciou no comportamento das lagartas desta espécie. Segundo Boiça Junior et al. (2013), essas substâncias secundárias produzida pelas plantas podem ainda atuar conferindo resistência e ou suscetibilidade a insetos-pragas. Neste caso em questão, pode ser referida a sinigrina, que é um metabólito secundário do grupo dos glucosinolatos de ocorrência naturalmente em brássicas (SHELTON; NAULT, 2004).

Tabela 1. Número de lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste com chance de escolha (Grupos 1, 2, 3, 4 e 5). Temperatura: 25 ± 1°C, U.R.: 70 ± 10%, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Minutos ^{1,2}											Nota de injúria ^{1,3}
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'	1440'	
GRUPO 1												
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,40	0,50	0,60	0,40	2,60
Roxa I-919	0,44	0,44	0,67	0,67	0,67	0,67	0,78	0,89	0,78	0,67	0,67	4,44
Manteiga I-1811	0,45	0,64	0,54	0,45	0,45	0,54	0,45	0,63	0,90	0,72	1,09	4,18
Manteiga de São Roque I-1812	0,30	0,60	0,60	0,70	0,80	0,70	0,90	0,70	1,00	1,00	1,00	2,80
Gigante I-915	0,10	0,60	0,70	0,80	0,80	0,70	0,70	0,90	1,00	0,70	0,90	3,00
Crespa I-918	0,50	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10	1,00	0,50	4,40
Manteiga de Ribeirão Pires I-2446	0,40	0,60	0,60	0,80	0,80	0,90	0,70	0,70	0,90	1,00	0,60	3,70
F (Genótipos)	0,95 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,06 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,61 ^{ns}
C.V. (%)	32,18	36,90	37,37	37,81	38,55	34,82	35,37	36,85	32,31	36,62	27,59	33,85
GRUPO 2												
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,30	0,40	0,40	0,70	0,70	1,00	1,00	0,80	0,90	1,10	1,00	2,00 b
Roxa I-919	0,20	0,30	0,40	0,30	0,50	0,60	0,60	0,9	0,90	0,90	0,80	2,70 b
Crespa de Capão Bonito	0,40	0,70	0,70	1,20	0,90	1,00	1,00	1,10	1,40	1,30	0,60	1,30 a
Manteiga de Tupi	0,60	0,50	0,60	0,70	0,50	0,40	0,70	0,60	1,00	0,90	0,90	1,20 a
Manteiga de Jundiáí	0,20	0,60	1,00	1,10	1,00	1,20	1,20	1,30	0,80	0,80	1,40	2,30 b
Manteiga de Mococa	0,70	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,70	0,60	0,80	0,90	0,70	1,10 a
Manteiga de São José	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10	0,90	0,60	0,50	0,30	0,20	1,10 a
F (Genótipos)	0,81 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,02 ^{ns}	2,20 ^{ns}	2,26*
C.V. (%)	35,92	38,44	38,78	36,46	39,07	37,96	36,75	35,04	33,32	29,24	32,68	26,23
GRUPO 3												
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	1,30	1,30	1,60 b	1,50 b	1,50 b	1,40	1,10	1,10	1,40 b	1,40 b	0,80	5,70 b
Roxa I-919	0,40	0,50	0,50 a	0,30 a	0,30 a	0,60	0,50	0,70	0,70 a	0,50 a	1,00	3,70 b
Manteiga de Monte Alegre	0,60	0,50	0,50 a	0,70 a	0,70 a	0,50	0,60	0,50	0,20 a	0,40 a	0,70	1,60 a
Verde-Escura	0,60	0,80	0,70 a	0,60 a	0,60 a	0,70	0,70	0,60	0,40 a	0,70 a	0,70	1,80 a
Pires 1 de Campinas	0,50	0,60	0,50 a	0,50 a	0,50 a	0,60	0,50	0,30	0,50 a	0,50 a	0,50	3,80 b
Pires 2 de Campinas	0,50	0,80	0,60 a	0,50 a	0,50 a	0,60	0,90	0,60	0,90 b	0,80 a	1,10	4,10 b
Hortolândia	0,80	0,80	0,70 a	0,90 a	0,90 a	1,00	1,10	1,10	1,70 b	1,50 b	1,40	5,90 b
F (Genótipos)	1,75 ^{ns}	1,26 ^{ns}	2,56*	2,92*	2,92*	1,44 ^{ns}	0,92 ^{ns}	1,26 ^{ns}	6,36**	3,08*	1,25 ^{ns}	5,04**
C.V. (%)	32,50	33,98	32,25	32,55	32,55	36,99	36,98	37,22	27,03	30,89	31,64	29,46

Continuação

Genótipos	GRUPO 4											Nota de injúria ^{1,3}
	Minutos ^{1,2}											
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'	1440'	
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,60	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80 b	1,00	0,60	0,50 a	0,50	0,50	1,60 a
Roxa I-919	0,40	0,40	0,50	0,50	0,40	0,30 a	0,80	1,00	0,70 a	1,20	0,90	2,60 b
Orelha de Elefante	0,60	0,60	0,70	1,00	1,00	0,90 b	0,80	0,90	1,60 b	1,10	0,80	2,40 b
Vale das Garças	0,40	0,40	0,30	0,40	0,40	0,30 a	0,30	0,70	0,80 a	0,60	1,00	1,20 a
Comum	1,10	1,00	1,00	0,90	1,10	0,90 b	1,10	0,90	0,60 a	0,60	0,40	1,20 a
Couve de Arthur Nogueira 1	0,60	0,70	1,10	1,00	1,50	1,60 b	1,50	1,40	1,30 b	0,80	0,60	2,00 a
Couve de Arthur Nogueira 2	0,80	0,80	0,90	0,80	0,90	0,90 b	0,90	0,80	0,50 a	0,60	0,60	1,50 a
F (Genótipos)	0,55 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,57 ^{ns}	2,89*	2,11 ^{ns}	0,58 ^{ns}	3,55**	1,98 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,69**
C.V. (%)	41,70	38,95	39,08	36,64	36,37	33,44	29,91	35,41	27,55	27,23	29,74	19,99
GRUPO 5												
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,90	1,00 b	1,00	1,20	1,30	1,40	1,10	1,30 b	1,40 b	0,90 b	0,80 b	3,10
Roxa I-919	0,30	0,20 a	0,40	0,20	0,30	0,20	0,30	0,30 a	0,40 a	0,80 b	1,40 b	2,50
Manteiga Jaboticabal	1,10	1,20 b	1,00	1,00	1,20	1,30	1,40	1,70 b	1,30 b	0,90 b	0,80 b	3,90
Geórgia 1	1,00	0,90 b	0,80	1,00	1,00	0,90	1,20	1,00 b	1,10 b	1,10 b	0,90 b	4,00
Geórgia 2	0,40	0,30 a	0,40	0,50	0,60	0,70	0,70	0,40 a	0,10 a	0,10 a	0,10 a	1,20
F (Genótipos)	1,52 ^{ns}	2,99*	1,40 ^{ns}	2,28 ^{ns}	2,36 ^{ns}	2,53 ^{ns}	2,12 ^{ns}	2,73*	4,03**	2,80*	5,82**	2,12 ^{ns}
C.V. (%)	36,90	34,10	34,88	34,82	33,83	36,37	34,57	39,86	35,76	31,64	26,08	37,03

¹ Médias quando seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ² Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{1,3} Nota de injúria – Nota em escala de 0 à 10, onde 0 corresponde a disco sem nenhuma injúria e 10 disco com 100% de injúria. Ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1%.

Quando observado a nota de injúria em teste com chance de escolha (Tabela 1), verificaram-se diferenças significativas entre os genótipos, desta forma, Manteiga de São José e Manteiga de Mococa (Grupo dois); Manteiga de Monte Alegre e Verde Escura (Grupo três); Vale das Garças e Comum (Grupo quatro), foram os genótipos menos preferidos para alimentação por *S. frugiperda*, sendo igualmente consumidos entre si.

No teste de preferência alimentar sem chance de escolha, ocorreram diferenças significativas entre os genótipos já a 1, 3, 10, 15, 720 e 1440 minutos, verificando que o genótipo Manteiga de São Roque I-1812 apresentou-se como menos atrativo (Tabela 2). Esta menor atratividade pode estar associada a atributos característicos da planta hospedeira que atua repelindo o inseto, de tal forma que, um determinado substrato, pode comportar-se adequado em um momento e deterrente em outro, interrompendo a aproximação e ou alimentação do inseto (LARA, 1991; BOIÇA JUNIOR et al., 2011).

Ainda no teste sem chance de escolha, os genótipos Manteiga de São Roque I-1812, Manteiga de Mococa, Couve de Arthur Nogueira 1 e Manteiga de Jaboticabal foram significativamente os menos consumidos (Tabela 2).

No teste de preferência contendo 14 genótipos, o genótipo Comum proporcionou uma menor atratividade de lagartas aos 360 e 720 minutos após o início do teste (Grupo seis) e Geórgia 2 e Pires 1 de Campinas foram menos preferidos (Grupo 7), de tal forma que, Pires 1 de Campinas comportou-se como menos consumidos no grupo sete e que os genótipos Comum e Manteiga Jaboticabal foram os menos consumidos no grupo seis (Tabela 3).

No teste sem chance de escolha, resultados semelhantes aos anteriores foram evidenciados, visto que, o genótipo Geórgia 2 foi menos preferidos para abrigo e para alimentação, evidenciando ainda, que o genótipo Roxa I-919 foi significativamente mais consumido que os demais genótipos (Tabela 4).

Tabela 2. Número de lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, na primeira etapa de seleção, em teste sem chance de escolha. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Minutos ^{1,2}											Nota de injúria ^{1,3}
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'	1440'	
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,60 b	0,50 b	0,60	0,60 b	0,60 a	0,50	0,60	0,70	0,40	0,70 b	0,70 b	1,70 a
Roxa I-919	0,40 a	0,40 a	0,40	0,40 a	0,40 a	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60 b	0,70 b	3,80 b
Manteiga I-1811	0,30 a	0,20 a	0,40	0,60 b	0,50 a	0,40	0,20	0,40	0,60	0,90 b	0,90 b	3,60 b
Manteiga de São Roque I-1812	0,30 a	0,40 a	0,40	0,50 a	0,60 a	0,60	0,70	0,60	0,60	0,10 a	0,40 a	1,10 a
Gigante I-915	0,00 a	0,00 a	0,00	0,10 a	0,20 a	0,50	0,60	0,70	0,60	0,80 b	0,80 b	2,00 a
Crespa I-918	0,40 a	0,30 a	0,40	0,40 a	0,40 a	0,40	0,40	0,30	0,40	0,70 b	1,00 b	1,20 a
Manteiga de Ribeirão Pires I-2446	0,30 a	0,40 a	0,50	0,40 a	0,40 a	0,70	0,70	0,70	0,90	0,90 b	0,90 b	1,90 a
Crespa de Capão Bonito	0,40 a	0,50 b	0,50	0,40 a	0,50 a	0,50	0,50	0,60	0,70	0,60 b	0,50 a	3,70 b
Manteiga de Tupi	0,70 b	0,70 b	0,80	0,80 b	0,80 b	0,80	0,60	0,80	0,80	0,80 b	0,80 b	3,20 b
Manteiga de Jundiaí	0,40 a	0,50 b	0,50	0,50 a	0,50 a	0,60	0,50	0,80	0,90	0,60 b	0,60 a	2,50 a
Manteiga de Mococa	0,30 a	0,20 a	0,40	0,50 a	0,50 a	0,60	0,60	0,80	0,60	0,60 b	0,60 a	1,10 a
Manteiga de São José	0,50 b	0,50 b	0,50	0,50 a	0,60 a	0,60	0,60	0,70	0,70	0,60 b	0,40 a	1,40 a
Manteiga de Monte Alegre	0,10 a	0,20 a	0,20	0,40 a	0,40 a	0,50	0,50	0,60	0,90	0,70 b	0,80 b	4,10 b
Verde-Escura	0,20 a	0,20 a	0,20	0,30 a	0,30 a	0,50	0,80	0,80	0,50	0,60 b	0,60 a	1,40 a
Pires 1 de Campinas	0,80 b	0,80 b	0,80	0,80 b	0,80 b	0,80	0,90	0,70	0,80	1,00 b	0,60 a	4,00 b
Pires 2 de Campinas	0,30 a	0,30 a	0,40	0,70 b	0,80 b	0,70	0,70	0,80	0,50	0,50 a	0,20 a	1,40 a
Hortolândia	0,80 b	0,80 b	0,80	0,80 b	0,90 b	0,90	1,00	0,80	0,70	0,70 b	0,80 b	5,10 b
Orelha de Elefante	0,60 b	0,70 b	0,60	0,70 b	0,60 a	0,90	0,90	1,00	0,50	0,60 b	0,80 b	2,00 a
Vale das Garças	0,30 a	0,30 a	0,30	0,60 b	0,80 b	0,80	0,80	0,70	0,50	0,30 a	0,50 a	1,90 a
Comum	0,70 b	0,70 b	0,50	0,90 b	1,00 b	0,80	0,60	0,60	0,80	0,70 b	0,60 a	1,40 a
Couve de Arthur Nogueira 1	0,80 b	0,80 b	0,80	0,90 b	0,80 b	0,90	0,40	0,50	0,60	0,50 a	0,40 a	1,10 a
Couve de Arthur Nogueira 2	0,60 b	0,60 b	0,60	0,60 b	0,60 a	0,70	0,80	0,80	0,60	0,40 a	0,60 a	1,20 a
Manteiga Jaboticabal	0,60 b	0,60 b	0,60	0,50 a	0,50 a	0,70	0,80	0,60	0,60	0,30 a	0,50 a	1,10 a
Geórgia 1	0,40 a	0,50 b	0,50	0,70 b	0,70 b	0,80	0,80	0,70	0,50	0,40 a	0,90 b	1,70 a
Geórgia 2	0,40 a	0,60 b	0,50	0,70 b	0,70 b	0,80	0,60	0,20	0,50	0,50 a	0,50 a	1,20 a
F (Genótipos)	2,12 **	2,16 **	1,67 ^{ns}	1,60 *	1,66 *	1,19 ^{ns}	1,56 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,99 ^{ns}	1,90 **	1,81 *	4,86 **
C.V. (%)	25,89	25,76	25,95	24,95	24,60	23,45	23,62	23,38	23,79	23,86	22,89	28,07

¹ Médias quando seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ² Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{1,3} Nota de injúria – Nota em escala de 0 à 10, onde 0 corresponde a disco sem nenhuma injúria e 10 disco com 100% de injúria. Ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1%.

Tabela 3. Número de lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste com chance de escolha da segunda etapa de seleção (Grupos 6 e 7). Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Minutos ^{1,2}										Nota de injúria ^{1,3}
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	450'	
GRUPO 6											
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,50	0,80	0,80	0,50	0,60	0,90	1,20	1,10	0,90 b	1,20 b	3,70 b
Roxa I-919	0,50	0,60	0,60	0,90	1,00	0,80	0,80	1,20	1,30 b	1,10 b	6,00 c
Manteiga de São Roque I-1812	0,20	0,30	0,30	0,30	0,50	0,70	1,00	0,90	0,80 a	0,80 b	1,70 a
Crespa I-918	0,20	0,50	0,50	0,60	1,00	0,90	1,00	0,80	1,30 b	1,20 b	3,10 b
Verde-Escura	0,10	0,20	0,20	0,30	0,60	0,60	0,50	0,70	0,60 a	0,50 a	1,20 a
Hortolândia	0,10	0,20	0,20	0,70	0,70	0,60	0,70	1,10	1,20 b	1,30 b	2,60 b
Comum	0,20	0,70	0,70	0,60	0,80	0,50	0,60	0,40	0,30 a	0,20 a	1,00 a
Manteiga Jaboticabal	0,10	0,10	0,10	0,30	0,30	0,60	0,40	0,50	0,40 a	0,50 a	1,00 a
F (Genótipos)	1,14 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,39 ^{ns}	3,79**	3,44**	13,59**
C.V. (%)	28,91	35,06	35,06	37,05	33,94	32,47	32,72	31,40	25,87	28,66	23,04
GRUPO 7											
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,20	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40	1,00 b	1,20 b	1,40 b	1,60 b	5,20 b
Roxa I-919	0,10	0,50	0,50	0,30	0,50	0,60	0,60 b	0,80 b	1,20 b	1,60 b	4,80 b
Manteiga de Mococa	0,30	0,40	0,40	0,30	0,70	1,10	0,80 b	0,70 b	0,30 a	0,60 a	1,30 a
Pires 1 de Campinas	0,50	0,60	0,60	0,50	0,60	0,20	0,10 a	0,50 a	0,20 a	0,20 a	1,10 a
Vale das Garças	0,30	0,50	0,50	0,40	0,60	0,90	1,00 b	1,10 b	1,20 b	1,30 b	3,50 b
Couve de Arthur Nogueira 1	0,70	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60	0,60 b	0,30 a	0,00 a	0,10 a	1,10 a
Couve de Arthur Nogueira 2	0,40	0,40	0,40	0,60	0,80	0,90	1,40 b	1,50 b	1,60 b	1,50 b	3,60 b
Geórgia 2	0,70	0,50	0,50	0,50	0,40	0,70	0,20 a	0,00 a	0,30 a	0,30 a	1,70 a
F (Genótipos)	1,33 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,24 ^{ns}	3,33**	5,07**	8,44**	13,11**	15,79**
C.V. (%)	32,14	32,18	32,18	32,64	33,09	34,14	32,06	28,90	28,81	23,03	21,73

¹ Médias quando seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ² Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{1,3} Nota de injúria – Nota em escala de 0 à 10, onde 0 corresponde a disco sem nenhuma injúria e 10 disco com 100% de injúria. Ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 4. Número de lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste sem chance de escolha da segunda etapa de seleção. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, U.R.: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Minutos ^{1,2}											Nota de injúria ^{1,3}
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'	1440'	
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,50 a	0,50 a	0,60 a	0,60 a	0,80 b	1,00 b	1,00 a	1,00 b	1,00 b	0,90 b	0,90 b	7,50 c
Roxa I-919	0,30 a	0,30 a	0,70 a	0,80 a	0,80 b	0,90 b	0,90 a	1,00 b	0,80 b	1,00 b	0,30 a	9,90 d
Manteiga de São Roque I-1812	0,30 a	0,40 a	0,50 a	0,70 a	0,70 b	0,60 a	0,60 a	0,70 a	0,40 a	0,30 a	0,60 a	1,50 a
Crespa I-918	0,40 a	0,50 a	0,50 a	0,60 a	0,80 b	0,90 b	0,80 a	0,90 b	0,70 a	0,60 a	0,80 b	5,80 c
Manteiga de Mococa	0,60 a	0,60 a	0,70 a	0,70 a	0,60 a	0,70 a	0,80 a	0,80 b	0,80 b	0,90 b	0,90 b	3,40 b
Verde-Escuro	0,60 a	0,60 a	0,70 a	0,80 a	0,70 b	0,80 b	0,70 a	0,80 b	0,50 a	0,60 a	0,60 a	4,00 b
Pires 1 de Campinas	0,50 a	0,60 a	0,60 a	0,40 a	0,60 a	0,70 a	0,50 a	0,90 b	0,60 a	0,60 a	1,00 b	2,10 a
Hortolândia	0,70 a	0,90 a	0,90 a	0,90 a	1,00 b	1,00 b	0,80 a	0,90 b	0,90 b	0,80 b	1,00 b	6,10 c
Vale das Garças	0,30 a	0,70 a	0,80 a	0,80 a	0,80 b	1,00 b	0,80 a	0,90 b	0,90 b	1,00 b	0,80 b	7,50 c
Comum	0,50 a	0,60 a	0,70 a	0,80 a	0,90 b	1,00 b	1,00 a	1,00 b	0,90 b	1,00 b	1,00 b	7,00 c
Couve de Arthur Nogueira 1	0,10 a	0,20 a	0,50 a	0,60 a	0,40 a	0,60 a	0,80 a	0,60 a	0,90 b	0,80 b	0,70 a	2,90 b
Couve de Arthur Nogueira 2	0,10 a	0,50 a	0,70 a	0,60 a	0,80 b	0,80 b	0,80 a	0,80 b	1,00 b	0,90 b	1,00 b	7,40 c
Manteiga Jaboticabal	0,40 a	0,60 a	0,80 a	0,90 a	0,80 b	0,80 b	0,80 a	0,80 b	0,90 b	0,80 b	0,90 b	4,10 b
Geórgia 2	0,30 a	0,30 a	0,20 a	0,50 a	0,30 a	0,40 a	0,50 a	0,40 a	0,60 a	0,70 a	0,50 a	2,00 a
F (Genótipos)	1,37ns	1,34ns	1,32ns	1,03ns	1,99*	2,39**	1,38ns	2,03*	2,30**	2,62**	3,39**	16,42**
C.V. (%)	27,46	26,11	23,87	22,60	20,23	17,39	19,44	16,98	18,37	18,28	17,40	19,81

¹ Médias quando seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ² Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{1,3} Nota de injúria – Nota em escala de 0 à 10, onde 0 corresponde a disco sem nenhuma injúria e 10 disco com 100% de injúria. Ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Nos testes de preferência alimentar de *S. frugiperda* por oito genótipos de couve, houve diferença significativa quanto à atratividade e quanto ao consumo. No teste com chance de escolha, os genótipos Comum, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Geórgia 2 foram os menos preferidos, porém, este último, juntamente com Manteiga de Mococa apresentaram-se com menor consumo por lagartas de *S. frugiperda* (Tabela 5). Esse efeito dos genótipos sobre comportamento alimentar da praga pode ser considerado um tipo ou mecanismo de resistência, pois, como já mencionado que alterações na atratividade e consumo dos insetos podem estar relacionadas com substâncias ou até mesmo características morfológicas das plantas (BOIÇA JUNIOR et al., 2013).

No teste sem chance de escolha, é possível constatar que os genótipos diferiram entre si somente aos 720 minutos, visto que os genótipos Manteiga de Mococa e Geórgia 2 foram os menos atrativos. Vale ressaltar que este segundo genótipo foi menos preferido também no teste com chance de escolha e ainda que Manteiga de Mococa e Geórgia 2 foram os mesmos consumidos neste teste, indicando assim a possível presença de maiores concentrações de deterrente e/ou menores de estimulantes ou ainda a características morfológicas, como a dimensão e à 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 (BOIÇA JUNIOR et al., 2011).

Em contrapartida, o genótipo Roxa I-919 foi mais consumido tanto em teste com chance, quanto em teste sem chance de escolha (Tabela 5), diferindo de resultados encontrados por Tagliari (2007) e Schlick-Souza, Baldin e Lourenção (2010), que verificaram que este mesmo genótipo foi resistente do tipo não preferência para alimentação a *P. xylostella* e *A. monuste orseis*, respectivamente.

Fica evidente assim, a importância da realização de estudos abordando comportamento alimentar desta espécie em seus diversos hospedeiros, citando algodão (CAMPOS et al., 2012), amendoim (CAMPOS et al., 2011), soja (SÁ et al., 2009) e mandioca (LOPES et al., 2008).

Tabela 5. Número de lagartas de terceiro instar de *Spodoptera frugiperda* atraídas por discos foliares de genótipos de couve em diferentes intervalos de tempo após a liberação, nota de injúria, em teste com e sem chance de escolha no teste final de seleção. Temperatura: 25 ± 1°C, U.R.: 70 ± 10%, fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Com Chance										Nota de Injúria ³	
	Minutos ^{1,2}											
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	570'		
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,60 a	0,60 a	0,30 a	0,40 a	0,40 a	0,50 a	0,60 a	0,40 a	0,20 a	0,20 a	1,40 a	
Roxa I-919	0,70 a	0,50 a	0,50 a	0,90 a	0,60 a	0,50 a	0,60 a	0,30 a	1,10 a	1,40 b	5,00 b	
Manteiga de São Roque I-1812	0,60 a	0,60 a	0,80 a	0,80 a	0,70 a	0,90 a	0,90 b	0,70 b	0,40 a	0,80 b	1,20 a	
Manteiga de Mococa	0,70 a	0,60 a	0,60 a	0,80 a	0,70 a	0,70 a	0,70 b	0,40 a	0,60 a	0,40 a	1,00 a	
Comum	0,30 a	0,20 a	0,20 a	0,50 a	0,40 a	0,40 a	0,40 a	0,00 a	0,30 a	0,10 a	1,20 a	
Couve de Arthur Nogueira 1	0,60 a	0,60 a	0,50 a	0,50 a	0,10 a	0,60 a	0,30 a	1,10 b	0,80 a	1,00 b	1,50 a	
Manteiga Jaboticabal	1,00 a	1,20 a	1,10 a	1,10 a	0,90 a	1,10 a	1,10 b	1,10 b	0,70 a	0,50 a	1,40 a	
Geórgia 2	0,50 a	0,50 a	0,60 a	0,40 a	0,60 a	0,40 a	0,30 a	0,30 a	0,30 a	0,40 a	1,00 a	
F (Genótipos)	0,60 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,80 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1,18 ^{ns}	2,31*	4,54**	1,77 ^{ns}	4,08**	10,74**	
C.V.(%)	35,56	33,60	32,33	33,16	32,28	32,87	28,88	28,57	31,96	30,47	22,75	
Genótipos	Sem chance										Nota de injúria ³	
	Minutos ^{1,2}											
	1'	3'	5'	10'	15'	30'	60'	120'	360'	720'		1440'
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,40 a	0,40 a	0,40 a	0,40 a	0,50 a	0,70 a	0,80 a	0,70 a	0,80 a	0,90 b	0,90 a	4,40 c
Roxa I-919	0,40 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a	0,80 a	0,80 a	0,80 a	1,00 a	0,80 b	0,90 a	6,20 d
Manteiga de São Roque I-1812	0,40 a	0,70 a	0,70 a	0,70 a	0,70 a	1,00 a	1,00 a	0,80 a	0,80 a	0,70 b	0,90 a	2,90 b
Manteiga de Mococa	0,50 a	0,70 a	0,60 a	0,70 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	0,80 a	0,70 a	0,20 a	0,80 a	1,20 a
Comum	0,20 a	0,60 a	0,60 a	0,80 a	0,90 a	0,80 a	0,90 a	0,80 a	1,00 a	0,90 b	1,00 a	3,40 c
Couve de Arthur Nogueira 1	0,60 a	0,70 a	0,70 a	0,90 a	0,70 a	0,90 a	0,90 a	0,80 a	0,90 a	0,90 b	0,80 a	3,40 c
Manteiga Jaboticabal	0,40 a	0,50 a	0,50 a	0,70 a	0,80 a	0,70 a	0,70 a	0,50 a	0,90 a	0,70 b	1,00 a	2,10 b
Geórgia 2	0,40 a	0,40 a	0,40 a	0,50 a	0,70 a	0,90 a	0,90 a	0,80 a	0,90 a	0,50 a	0,70 a	1,30 a
F (Genótipos)	0,49 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,31 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,93 ^{ns}	3,27**	1,00 ^{ns}	8,90**
C.V. (%)	28,54	27,08	27,11	23,17	21,39	16,33	15,40	22,04	15,14	20,72	14,61	24,11

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. ²Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ³Nota de injúria – Nota em escala de 0 à 10, onde 0 corresponde a disco sem nenhuma injúria e 10 disco com 100% de injúria. Ns = Não significativo, * = significativo a 5% de probabilidade, ** = significativo a 1% de probabilidade.

Neste sentido, um estudo com genótipos de milho realizado por Silveira, Vendramim e Rossetto (1998) identificaram que os genótipos Zapalote Chico e Mp707 de milho, como sendo resistentes a lagartas de primeiro e quinto instar de *S. frugiperda*. Boiça Junior, Martinelli e Pereira (2001) avaliando oito genótipos de milho quanto à resistência a *S. frugiperda* em testes de não preferência para alimentação com chance de escolha, evidenciaram diferenças entre os genótipos somente na massa seca consumida, não diferindo na atratividade.

Em geral evidencia-se uma grande variabilidade entre os genótipos, sendo que em uma condição com poucos genótipos, verifica-se que Roxa I-919 se destaca como sendo o mais suscetível, e que Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 são menos preferidos ou moderadamente resistentes do tipo não preferência para alimentação.

3.2. Teste de tensão superficial

No teste de tensão superficial, houve diferenças significativas entre os genótipos avaliados verificando que Roxa I-919 apresentou uma angulação média de 141,67° para superfície adaxial e 149,55° para superfície abaxial, classificado como superfície foliar hidrofóbica seguindo metodologia proposta por Gennes (1985). Manteiga de Mococa foi classificado como superfície foliar hidrofílica, por apresentar formação de gotas com angulação menor que 90° (Tabela 6), evidenciando-se assim quantidades diferentes de cera epicuticular nos genótipos de couve.

De acordo com Koch, Brushan e Barthlott (2009), o grau de angulação de uma gota de água em uma superfície foliar depende das características epicuticulares da planta, como é o caso da cera epicuticular.

Correlacionando o ângulo da gota formada sobre as superfícies foliares e a preferência alimentar de *S. frugiperda*, é possível verificar que quantidade de cera epicuticular influenciou no comportamento alimentar das lagartas, funcionando como um estimulante ou supressante alimentar, visto que o genótipo Roxa I-919

apresentou a maior cerosidade presente nas folhas e maior consumo foliar pelas lagartas.

Da mesma forma, a maior cerosidade favorece a alimentação das lagartas a ausência e ou menor quantidade também influência, pois Manteiga de Mococa e Geórgia 2 apresentaram uma gota de menor angulação (Superfície hidrófila) e, estas foram menos preferidas para alimentação (Tabela 6), podendo ser está uma característica morfológica que confira resistência e ou suscetibilidade. Em contrapartida, Eigenbrode e Pillai (1998) que verificaram onde que quanto maior concentração de cera epicuticular, maior a resistência de genótipos de reponho à *P. xylostella*, no qual foi correlacionando está característica com o diferente comportamento das lagartas desta espécie apresentaram sobre folhas dos genótipos testados. Estes autores, ainda verificaram que as lagartas permaneciam mais tempo caminhado e avaliando o substrato do que alimentando-se em questão.

Tabela 6. Média dos ângulos de contato (θ) obtidos por gotas de água deionizada sobre superfície foliar abaxial e adaxial em genótipos de couve. Jaboticabal-SP, 2012.

Genótipos	Superfície adaxial ¹	Superfície abaxial ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	93,00 c	143,89 c
Roxa I-919	141,67 d	149,55 c
Manteiga de Mococa	85,78 b	83,22 a
Manteiga Jaboticabal	86,55 b	113,55 b
Geórgia 2	81,55 a	148,55 c
F (genótipos)	538,28 **	129,50 **
C. V. (%)	1,55	3,15

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

4 Conclusões

- Os genótipos Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 são menos preferidos para alimentação e, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Roxa I-919 são mais preferidos.
- A quantidade de cera epicuticular influencia no comportamento alimentar das lagartas.

5 Referências

BARROS, E. M.; TORRES, J. B. História de vida de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, milho, milheto e soja. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7, 2009, Foz do Iguaçu, **Anais...** 2009. p. 433-440.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; MARTINELLI, S.; PEREIRA, M. F. A. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850). **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1. p 86-90. 2001.

BOIÇA JUNIOR, 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 JUNIOR, 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.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; STEFANELLO, Jr. G.J.; ZOTTI, M. J. Preferência para alimentação de biótipos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por milho, sorgo, arroz e capim-arroz. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 2, p. 215-218, 2004.

CAMPOS, A. P.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; JESUS, F. G.; GODOY, I. J. Avaliação de cultivares de amendoim para resistência a *Spodoptera frugiperda*. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 349-355, 2011.

CAMPOS, Z. R.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; FILHO, W. V. V.; CAMPOS, O. R.; CAMPOS, A. R. The feeding preferences of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton plant varieties. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 2, p. 125-130, 2012.

COSTA, M. A. G.; GRÜTZMACHER, A. D.; ZOTTI, M. J.; HÄRTER, W. R.; NEVES, M. B. Consumo foliar e preferência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de milho e sorgo. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 415-421, 2006.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. 1999. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma***. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 40p. 1999. (Circular Técnica 30).

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). In: BUENO, V. H. P. (ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, p. 112-135. 2000.

DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 553-556, 2004.

DOURADO, P. M. 2009. **Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Lepdoptera: Nocutidae) a spinosad no Brasil**. 2009. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Piracicaba, 2009.

EIGENBRODE, S. D.; PILLAI, S. K. Neonate *Plutella xylostella* responses to surface wax components of a resistant cabbage (*Brassica oleracea*). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 24, n. 10, p. 1611-1627, 1998.

FARINELLI, R.; FORNASIERI, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 197-202, 2006.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**. Viçosa: UFV, 2008, p. 421.

GENNES, P. G. Wetting: statics and dynamics. **Reviews of Modern Physics**, College Park, v. 57, n. 3, Part I, p. 827-863, 1985.

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.

HOWE, G. A.; SCHALLER, A. Direct defenses in plants and their induction by wounding and insect herbivores. In: SCHALLER, A. (ed). **Induced plant resistance to herbivory**. Berlin: Springer Publishers, p. 7-29. 2008.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C. G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfactantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

IRAC-BR, Comitê Brasileiro de Ação a Resistência a Inseticidas. OMOTO, C.; BERNARDI, O.; SALMERON, E.; FARIAS, J. R. **Manejo da resistência de *Spodoptera frugiperda* a inseticidas e plantas *Bt***. Disponível em: <http://www.iracbr.org.br/Arquivos/Folder_Spodoptera_2_012_spread.pdf>. Acesso em: 02 de outubro de 2013.

KOCH, K.; BHUSHAN, B.; BARTHLOTT, W. Multifunctional surface structures of plants: an inspiration for biomimetics. **Progress in Materials Science**, Philadelphia, v. 54, n.1, 137-178, 2009.

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

LIMA, F. W. N.; OHASHI, O. S.; SOUZA, F. R. S.; GOMES, F. S. Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 147-150, 2006.

LOPES, G. S.; LEMOS, R. N. S.; MACHADO, K. K. G.; MACIEL, A. A. S.; OTTATI, A. L. T. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 134-140, 2008.

MACHADO, V. L. L.; GIANNOTTI, E.; OLIVEIRA, R. M. Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 14, n. 1, p. 121-130, 1985.

MIRANDA, J. E.; MOREIRA, M. D.; SIQUEIRA, J. R. Aspectos biológicos e exigências térmicas da lagarta-militar no algodoeiro. **Revista Brasileira Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 107-113, 2010.

PARA - PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS. **RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE 2010**. Brasília, DF. 2011. 26p.

PEIXOTO, M. L.; OLIVEIRA, F. Q.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; BOTTEGA, D. B. Efeito do óleo de nim na atratividade e consumo da lagarta-do-cartucho em genótipos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, suplementos, p. 1477-1484, 2012.

RIBEIRO, Z. A. **Não preferência para oviposição e antibiose em genótipos de eucalipto a *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 (Hemiptera: Psyllidae)**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

SÁ, V. G. M.; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Hospedeiros Alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 108-115. 2009.

SCHLICK-SOUZA, E. C.; BALDIN, E. L. L.; LOURENÇÃO, A. L. Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*. **Journal of Pest Science**, New York, v. 84, n. 1, p. 429-436, 2011.

SHELTON, A. M.; NAULT, B. A. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Crop Protection**, Philadelphia v. 23, n. 6, p. 497-503, 2004.

SILVA, D. M. P.; OLIVEIRA, J. V.; TABOSA, J. N.; BARROS, R.; SANTOS, E. O.; AZEVEDO, S. S. Identificação de fontes de resistência em cultivares de milho à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em casa-de-vegetação. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 42, n. 1, p. 141-147, 1999.

SILVEIRA, L. C. P.; VENDRAMIM, J. D.; ROSSETTO, C. J. Não-preferência para alimentação da lagarta-do-cartucho em milho. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p. 105-111, 1998.

SOUZA, B. H. S.; COSTA, E. N.; RIBEIRO, Z. A.; RODRIGUES, N. E. L.; BOTTEGA, D. B.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Non-preference for feeding of *Spodoptera frugiperda* in bean genotypes. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**. Prosser, v. 55, n. 1, p. 211-212, 2012.

TAGLIARI SRA. 2007. **Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.)**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

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**, College Park, v. 77, n. 1. p. 565-568, 1984.

VELOSO ES. 2010. **Resistência de cultivares de soja a *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2010.

ZNIDARCIC, D.; VALIC, N.; TRDAN, S. Epicuticular wax content in the leaves of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) as a mechanical barrier against three insect pests. **Acta agriculturae Slovenica**, Ljubljani, v. 91, n. 2, p. 361-370, 2008.

CAPÍTULO 3 – ANTIBIOSE EM *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) POR GENÓTIPOS DE COUVE E MECANISMOS ENVOLVIDOS

Resumo – A pesquisa objetivou-se avaliar a categoria de resistência por antibiose em por genótipos de couve a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), e verificar os mecanismos envolvidos na resistência. Os experimentos foram conduzidos em laboratório a $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de U.R. e fotofase de 12 horas, sob um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e 80 repetições por tratamento. Foram fornecidas folhas dos genótipos diariamente, verificando-se a duração de cada fase, o peso de lagartas aos 16 dias de idade, peso de pupas com 24 horas, período larval e pupal, longevidade e fecundidade de adultos. Foi realizada a análise bromatológica para a determinação do valor nutritivo das plantas e análise quantitativa de sinigrina, e avaliação qualitativa de glucosinolatos nos genótipos de couve. O genótipo de couve Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 apresenta alto grau de resistência a *S. frugiperda* da categoria antibiose e alto teor de fenóis em sua composição. O genótipo Manteiga de Mococa apresenta resistência moderada a *S. frugiperda* e alta quantidade de sinigrina. Dentre os genótipos avaliados, Roxa I-919 é altamente suscetível a *S. frugiperda* por proporcionar melhor desenvolvimento biológico, e que a análise de agrupamento é importante para a seleção de genótipos resistentes e entendimento na relação com os metabólicos secundários.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *acephala*, Lagarta-do-cartucho, resistência de plantas, tanino, sinigrina.

ANTIBIOSIS IN *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) BY KALE GENOTYPES AND THE MECHANISMS INVOLVED

Abstract - This research aimed to evaluate the antibiosis resistance category in kale genotypes to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and the mechanisms involved. The experiments were conducted in laboratory at 27 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ RH and 12h photophase, in a completely randomized design. Leaves of the genotypes Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, Roxa I-919, Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal and Geórgia 2 were provided to the larvae daily, and the duration of each biological phase of the insect, weight of 16 day-old larvae, weight of 24 hour-old pupae, duration of larval and pupal period, adult longevity and fecundity were assessed. Chemical analysis was performed to determine the nutrients of the plants and quantitative analysis of sinigrin and qualitative evaluation of glucosinolates in the kale genotypes. Among the genotypes evaluated, The genotype of kale, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 has a high degree of resistance to *S. frugiperda* antibiosis category and high phenolic content in its composition; The genotype of Manteiga de Mococa has moderate resistance to *S. frugiperda* and high amount of sinigrin; Among the genotypes Roxa I-919 is highly susceptible to *S. frugiperda* for presenting the worst biological results; and, Cluster analysis is important for the selection of resistant genotypes, and understanding in relation to the secondary metabolites;

Keywords: *Brassica oleracea* var. *acephala*, fall armyworm, plant resistance, tannin, sinigrin

1. Introdução

A couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC), é uma hortaliça de grande importância na nutrição humana, pois nela são encontrados nutrientes essenciais, como: cálcio, ferro, enxofre e sódio (WENDLING, 2001), mas assim como tantas outras culturas, é atacada por um grande número insetos-praga.

No Brasil, segundo Machado, Giannotti e Oliveira (1985) dentre os inúmeros insetos de importância econômica associado à cultura, pode ser citado a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), a qual, é considerada como a principal praga da cultura do milho (CRUZ; FIGUEIREDO; SILVA, 2011), no entanto, lagartas desta espécie possuem comportamento polífago atacando diversas culturas, tais como mandioca (LOPES et al., 2008) soja (VELOSO, 2010), amendoim (CAMPOS et al., 2011) e algodão (CAMPOS et al., 2012).

A principal forma de controle de insetos em brássicas, baseia-se na aplicação periódica de inseticidas sintéticos (KUHAR et al., 2003), que além de elevarem os custos de produção, geram inúmeros problemas, como, resíduos nos alimentos, eliminação de inimigos naturais, intoxicação aos trabalhadores, surgimento de pragas resistentes e a contaminação do meio ambiente (ROEL, 2001).

Desse modo, o uso de plantas resistentes a insetos pode representar uma alternativa viável no controle de insetos, que é um método de controle eficaz na redução das populações, mantendo-as abaixo dos índices de dano econômico, diminuindo assim os custos durante a produção (BOIÇA JUNIOR et al., 2011). A resistência de plantas a insetos pode ser manifestada de três diferentes formas, a resistência da categoria não preferência para alimentação, oviposição e ou abrigo, ou na categoria tolerância, que é quando a planta emite novos perfilhos a fim de compensar as partes danificadas, e na categoria antibiose, que é quando o inseto alimenta-se normalmente de um material e este causa uma alteração aspectos biológicos do inseto (BOIÇA JUNIOR et al., 2013).

Segundo Lara (1991) e Boiça Junior et al. (2013), existem ainda vários mecanismos ou causas que condicionam a resistência de plantas ao ataque de

insetos, podendo estes ser de natureza física, morfologia e química. Os mecanismos químicos são também conhecidos como substâncias secundárias, e podem interferir no comportamento e no metabolismo dos insetos. Com relação aos efeitos no metabolismo dos insetos, as plantas resistentes possuem em sua constituição genotípica antimetabólicos que causam distúrbios fisiológicos, causando alta mortalidade, redução de tamanho e peso, infertilidade, deformidade de adultos, dentre outros.

Dentre as classes de metabólitos secundários presentes nas plantas e que estão envolvidos em sua defesa contra herbívoros, destacam-se os taninos, os quais são conhecidos por causarem redução no crescimento e sobrevivência de insetos (SCHALLER, 2008). O efeito dos taninos sobre os insetos dá-se em razão desses compostos formarem complexos com as enzimas digestivas presentes no intestino dos herbívoros, e, como consequência, levam a uma redução na eficiência da digestão de proteínas e, por fim, retardam o crescimento (SCHOONHOVEN; LOON; DICKE, 2005).

Outros metabólicos secundários conhecidos são os glucosinolatos, os quais são de ocorrência natural em espécies vegetais, quase exclusivamente de espécies de brássicas, desempenhando efeito principalmente nas interações herbívoros-planta, relacionados ainda com as propriedades anticarcinogênicas (REICHELDT et al., 2002).

Um dos requisitos importantes durante a seleção de genótipos, é o conhecimento das categorias de resistência, os níveis que está resistência é expressa e quais são os mecanismos envolvidos. Na literatura, de maneira geral, já oferece dados sobre plantas resistentes a *S. frugiperda*, todavia, na cultura da couve, ainda há pouca disponibilidade de dados, pois os principais estudos na couve são voltados a *Ascia monuste orseis* (Godart, 1818) (Lepidoptera: Pieridae) (SCHLICK-SOUZA; BALDIN; LOURENÇÃO (2011) e a *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (TAGLIARI, 2007).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a resistência de genótipos de couve a *S. frugiperda* na categoria antibiose e determinar os mecanismos que condicionam a resistência.

2. Material e métodos

2.1. Teste de antibiose

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 ± 10 % e fotofase de 12 horas. As plantas de couve utilizadas nos testes foram mantidas em casa de vegetação em condição ambiente, utilizando-se para isso vasos de 5 L de volume e uma mistura de terra, esterco e areia na proporção de 2:1:1.

Foram utilizados cinco genótipos de couve: Manteiga de Ribeirão Pires I-2629, Roxa I-919, Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2, sob delineamento inteiramente casualizado com 80 repetições por tratamento, tanto para primeira quanto para segunda geração.

As lagartas utilizadas para implantação do experimento foram oriundas de criação massal seguindo metodologia de Cruz (2000) e Greene, Lepla e Dickerson (1976).

Logo após a eclosão, 80 lagartas foram individualizadas nas placas de Petri de nove centímetros de diâmetro por um centímetro de altura, forradas com papel filtro levemente umedecido, contendo folhas dos genótipos, de modo que cada lagarta representou uma repetição. Diariamente, as folhas foram trocadas e os excrementos eliminados, a fim de evitar a possível contaminação e redução na qualidade do alimento. 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. As pupas com 24 horas de idade foram pesadas em balança analítica de precisão, separadas por sexo segundo o proposto por Butt e Cantu

(1962) e acomodadas novamente em placas de Petri forrada com papel filtro até a emergência dos adultos.

Para cada genótipo, à medida que ocorria a emergência dos adultos, formou-se cinco casais por genótipos, individualizados em gaiolas cilíndricas de PVC (12,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura), protegidas na parte superior com tecido tipo “voile” e forradas em seu interior com papel sulfite branco, para as fêmeas ovipositarem. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, fornecida por meio de um chumaço de algodão embebido com a solução. Os demais adultos não acasalados foram mantidos em placas de Petri sem alimento a fim de obter-se a longevidade sem o mesmo.

Diariamente, as posturas foram recolhidas, identificadas e armazenadas em tubos de vidro de 2,0 cm de diâmetro por 5,0 cm de profundidade, tampados com filme plástico. Para contagem total, retirou-se cuidadosamente o excesso de escamas com auxílio de um pincel fino facilitando a observação de ovos. Essa contagem foi realizada em estereoscópico segundo metodologia proposta por Beserra e Parra (2005).

Os parâmetros biológicos avaliados foram: viabilidade larval até 16 dias de idade; duração e viabilidade do período larval; peso larval aos 16 dias; duração e viabilidade da fase pré-pupa; duração e viabilidade da fase pupal; razão sexual calculada pela fórmula ($RS = \frac{\text{número de fêmeas}}{\text{número de fêmeas} + \text{número de machos}}$); peso de pupa com 24h de idade; longevidade dos adultos; número total de ovos; número de postura, número de ovos/postura e ciclo total (período da eclosão da larva a morte do adulto).

2.2. Análise bromatológica

A análise bromatológica foi realizada na Universidade de São Paulo USP, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) em Piracicaba-SP. Para está análise, utilizou-se aproximadamente 700 gramas de folhas verdes de cada genótipo, as quais foram divididas em três amostras sendo

secas em estufa a 35°C durante cinco dias. Logo após, as folhas de cada amostra foram moídas separadamente, e peneiradas em peneiras de malha de 25 mesh.

Para analisar a matéria seca foi pesado aproximadamente um grama de cada amostra, colocado em recipiente resistente à alta temperatura e levado para forno mufla a 105°C por 24 horas, em seguida foram novamente pesados para determinar a matéria seca. Na análise da matéria mineral foram utilizados os mesmo recipientes usados na determinação da matéria seca, que foram levados ao forno mufla a 500°C, por quatro horas, e pesados logo após. A matéria orgânica foi calculada utilizando a seguinte fórmula ($MO = 1000 - \text{matéria mineral}$), sendo o resultado expresso em g/kg de matéria seca.

Na análise de proteína bruta e para as fibras em detergente ácido foi utilizada a metodologia da AOAC (1995). Para a análise de extrato etéreo, pesou-se um grama de cada amostra e foram colocados em saquinhos próprios para a análise no aparelho XT4 Ankon®, inseridos em estufa a 105°C, por três horas. Posteriormente foram retirados e pesados. Dentro do copo do aparelho foram adicionados 200 mL de éter etílico e mais 150 mL nas amostras inseridas no aparelho. Em seguida foi iniciada a extração da gordura durante 60 minutos a uma temperatura de 90°C, encerrando-se esse processo, as amostras foram retiradas e deixadas por 15 minutos na capela para evaporação do excesso de éter, onde os saquinhos com as amostras já desengorduradas foram levadas a estufas por 24 horas, logo em seguida as amostras foram pesadas novamente.

Para a determinação das fibras em detergente neutro, foi utilizada a metodologia de Mertens (2002). Já a quantificação e qualificação de fenóis e taninos totais utilizou como metodologia de Makkar et al. (1993). E para taninos condensados utilizou a metodologia de Porter, Hrstich e Chan (1986).

2.3. Análise quantitativa de glucosinolatos

A análise quantitativa de glucosinolatos foi realizada na Universidade Federal de São Carlos, no Laboratório de Produtos Naturais, do Departamento de Química, onde as plantas foram congeladas em freezer -80°C desde o início da coleta, para

evitar a degradação das moléculas presentes no tecido vegetal devido à ação da enzima mirosinase (ou sinigrase), compartimentalizada em tecidos adjacentes e que atuam rapidamente decompondo os glucosinolatos em resposta ao stress causado na planta (HALKIER; GERSHENZON, 2006).

A extração da substância em um todo, foi adaptada de Glauser et al. (2012). Pesou-se 3 g de folha ainda congelada, a qual foi transferida para um tubo de plástico contendo nitrogênio líquido, para então ser triturada com o auxílio de um bastão de vidro. Cuidadosamente foi adicionado 10 mL de uma solução refrigerada de MeOH:H₂O (7:3 v/v), tomando cuidado para que a ebulição do nitrogênio não derramasse o solvente.

Após a completa evaporação do nitrogênio líquido, o tubo foi fechado e colocado em banho à 70°C por 60 minutos, com agitação ocasional. Após isto, o tubo foi centrifugado (3500 x g, 4°C, 10 minutos). Posteriormente o sobrenadante foi diluído 10x em água ultrapura, filtragem em filtro de nylon 0.2µm e transferido para um frasco âmbar de HPLC de 2 mL.

Para o método cromatográfico, foi utilizada uma metodologia modificada do protocolo de Maldini et al. (2012), utilizando um conjunto de equipamentos Agilent 1200 series (Agilent Technologies, Santa Clara, USA), configurado com um degaseificador G1322A, bomba quaternária G1311A, auto injetor G1367B, compartimento de coluna termostaticado G1316A e um detector de arranjo de diodos G1316A. O software usado para operação do equipamento foi o Analyst 1.5.1.

Ainda para o método cromatográfico foi selecionada uma coluna Prevail® C₁₈ 2.1 x 100mm i.d., 3µm de tamanho de partícula. Para a análise, um gradiente foi elaborado facilitando a separação dos componentes. A fase móvel foi composta de 0,1% de ácido fórmico em água deionizada como solvente aquoso e, 0,1% de ácido fórmico em acetonitrila como solvente orgânico. A temperatura do forno da coluna foi mantida em 25°C, com vazão de 250 µL.min⁻¹ e um volume de injeção de amostra de 5µL.

A saída do cromatógrafo líquido estava ligada a um divisor de fluxo, onde 20 µL.min⁻¹ eram direcionados a um espectrômetro de massas com analisador por triplo quadrupolo API™ 2000 (AB/MDS Sciex, Framingham, MA, USA), operando com

uma fonte de ionização por “*electrospray*” e ionização no modo negativo, e o restante direcionado do detector de arranjo de diodos.

Para identificação do analito, foi desenvolvido um método de SRM (*selected reaction monitoring*), aonde se identifica uma transição referente a íons específicos gerados pela ionização e subsequente fragmentação induzida por colisão, que geralmente são características para cada molécula. Todas as otimizações foram realizadas com soluções do padrão em MeOH:H₂O (1:1 v/v), a 10µg.mL⁻¹.

Para otimização do espectrômetro de massas foram avaliados parâmetros dependentes do analito necessários para a identificação por modo SRM, sendo eles o potencial de desagregação, potencial de focalização, potencial de entrada, voltagem do TurbolonSpray®, energia do gás de colisão, energia de colisão, potenciais de entrada e saída da célula, altura e distância da sonda do TurbolonSpray® (Vert e Horiz, respectivamente), gás de cortina, gás nebulizador, gás de aquecimento e temperatura da fonte.

A otimização é feita pela varredura por todos os valores possíveis para cada parâmetro, com o monitoramento da transição selecionada sendo realizada e selecionado o valor que represente o sinal mais intenso.

Para o glucosinolato sinigrina, foi escolhida a transição m/z 358 → m/z 97. Para a quantificação do analito no extrato foi construída uma curva de calibração por padronização externa utilizando sinigrina monohidratada padrão analítico (pureza >99%).

Foi preparada uma solução estoque primária em MeOH de concentração 1mg.mL⁻¹. A partir desta solução estoque foi preparada uma solução de trabalho através da diluição em água ultrapura, formando uma solução aquosa com 10% MeOH (v/v) de concentração 100 µg.mL⁻¹. A curva foi construída a partir de diluições sucessivas da solução de trabalho em 10% MeOH (v/v), abrangendo uma faixa de concentração de 0.1-100 µg.mL⁻¹. Os pontos selecionados foram 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 20.0, 30.0, 40.0, 50.0, 60.0, 80.0 e 100.0 µg.mL⁻¹.

2.4. Análise estatística

Para normalização os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$, com exceção da viabilidade larval, pré-pupal e pupal, que foram transformados em arcoseno $(x/100)^{1/2}$. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) através do programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Realizou-se, ainda a análise de agrupamento hierárquica utilizando-se o método de Ward e a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, além da análise de componentes principais para classificar os cultivares que apresentassem a máxima similaridade e a mínima dissimilaridade entre os grupos, com o uso do programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

3. Resultados e discussão

3.1. Teste de antibiose (Análise univariada)

Os dados dos parâmetros biológicos referente à fase larval de *S. frugiperda*, alimentadas com folhas de genótipos de couve em primeira geração são apresentados na Tabela 1, na qual verifica-se diferenças significativas em todos os parâmetros avaliados na fase.

Na viabilidade larval (Tabela 1) até os 16 dia de idade é possível observar que os genótipos Geórgia 2 e Manteiga de Mococa proporcionaram maior número de lagartas vivas (100,0 e 90,0%, respectivamente), em contrapartida, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 apresentou menor número (40,0%) diferindo significativamente dos demais genótipos.

Os genótipos Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, Manteiga de Mococa e Geórgia 2 proporcionaram maior período da fase (21,0 e 21,6 dias, respectivamente) (Tabela 1), sendo portanto, desfavorável ao desenvolvimento de *S. frugiperda*, em comparação aos genótipos Roxa I-919 e Manteiga de Jaboticabal.

Diferentemente, lagartas alimentadas em Roxa I-919 e Manteiga de Jaboticabal completaram sua fase em um menor tempo (17,5 e 18,7 dias, respectivamente), período este, semelhante ao encontrado por Sarro (2006) de 18,23 dias, em lagartas alimentadas com folhas da cultivar de milho AL-25, e superior ao registrado por Machado, Giannotti e Oliveira (1985) de 15,7 dias em lagartas alimentadas com folhas de couve manteiga.

Tabela 1. Média (\pm EP) da duração do período (dias), viabilidade larval até os 16 dias e total (%) e peso larval aos 16 dias (Mg) de *Spodoptera frugiperda* na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Larva \pm EP	
	Viabilidade a 16 dias (%) ^{1 2}	Período (Dias) ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	40,0 \pm 5,5 a	21,0 \pm 0,6 c
Roxa I-919	75,0 \pm 4,8 b	17,5 \pm 0,2 a
Manteiga de Mococa	90,0 \pm 3,3 bc	21,6 \pm 0,6 c
Manteiga Jaboticabal	78,7 \pm 4,6 b	18,7 \pm 0,3 ab
Geórgia 2	100,0 \pm 0,0 c	20,5 \pm 0,3 bc
F (Genótipos)	29,90**	13,33**
C.V. (%)	48,52	7,70
Genótipos	Viabilidade total (%) ^{1 2}	Peso (Mg) ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	11,2 \pm 3,5 a	115,7 \pm 16,4 a
Roxa I-919	63,7 \pm 5,4 b	364,4 \pm 20,1 c
Manteiga de Mococa	71,2 \pm 5,1 bc	170,3 \pm 17,7 ab
Manteiga Jaboticabal	61,2 \pm 5,4 b	228,2 \pm 15,3 b
Geórgia 2	82,5 \pm 4,2 c	171,5 \pm 11,1 ab
F (Genótipos)	32,34**	28,49**
C.V. (%)	74,32	8,93

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. EP = Erro padrão da média. ² Dados transformados em $\arcseno(x/100)^{1/2}$. ** significativo a 1% de probabilidade.

Ao observar-se a viabilidade total, ou seja, lagartas que completaram a fase larval e passaram a pré-pupa, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 afetou significativamente as lagartas (11,2%), diferindo significativamente de Manteiga de Mococa e Geórgia 2, pois estes destacaram-se como mais adequados ao desenvolvimento, apresentando 71,2 e 82,5% de lagartas que passaram para fase pré-pupa, respectivamente (Tabela 1).

Campos (2009) verificou viabilidade larval de *S. frugiperda* semelhante ao estudar a resistência de diferentes cultivares de amendoim, verificando viabilidade de 86,0% no cultivar IAC 5, o qual foi considerado como suscetível a *S. frugiperda*.

Os dados referentes ao peso larval apresentaram variação de 115,7 mg para lagartas alimentadas com folhas de couve do genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, o qual foi significativamente menor que o peso apresentado por lagartas alimentadas em Roxa I-919, tendo estas apresentado o peso médio de 364,4 mg. Esta média foi superior ao evidenciado por Jesus (2009) em lagartas alimentadas com genótipos de algodoeiro, que também é mencionado na literatura como uma cultura hospedeira para a espécie (Tabela 1).

A influência de genótipos na fase larval de *S. frugiperda* caracteriza um aspecto importante na seleção de materiais resistentes, sendo o peso de lagartas e a duração da fase larval os parâmetros que mais influenciam independente do alimento, seja este milho, amendoim e algodão (BOIÇA JUNIOR et al., 2005; CAMPOS et al., 2011; CAMPOS et al., 2012).

Os dados dos parâmetros biológicos da fase larval de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de genótipos, em segunda geração, estão apresentados na Tabela 2, na qual os dados observados se assemelham com a primeira geração, pois foram verificadas diferenças significativas em todos os parâmetros avaliados novamente.

Os valores médios referentes ao genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 na segunda geração foram nulos, devido o número de insetos remanescentes da primeira geração serem insuficientes. Ao observar as médias dos demais genótipos verifica-se que o genótipo Geórgia 2 manteve-se como mais adequado ou suscetível, apresentando viabilidade larval até os 16 dias alta (95,0%) não diferindo significativamente de Manteiga de Mococa (93,7) (Tabela 2).

Referindo-se ao período larval, nota-se que ocorreram diferenças significativas, de modo que, Roxa I-919 e Geórgia 2 apresentaram menor período (20,6 e 21,8 dias, respectivamente), demonstrando ser estes os genótipos mais adequados para o desenvolvimento da praga. Por outro lado, os genótipos Manteiga de Mococa e Manteiga de Jaboticabal apresentaram maiores períodos (22,8 dias em ambos genótipos).

Ressalta-se que este alongamento na fase larval pode ser atribuído à presença de inibidores de crescimento, deterrentes de alimentação ou substâncias tóxicas existentes nesses genótipos, neste sentido, os materiais que expressam resistência podem afetar também outros parâmetros biológicos do inseto e devem ser levado em consideração no manejo integrado de *S. frugiperda*.

Tabela 2. Média (\pm EP) da duração do período (dias), viabilidade larval até os 16 dias e total (%) e peso larval aos 16 dias (Mg) de *Spodoptera frugiperda* na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Larva \pm EP	
	Viabilidade a 16 dias (%) ^{1 2}	Período (Dias) ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ³	-- ³
Roxa I-919	73,7 \pm 4,9 a	20,6 \pm 0,2 a
Manteiga de Mococa	93,7 \pm 2,7 b	22,8 \pm 0,2 b
Manteiga Jaboticabal	75,0 \pm 4,8 a	22,8 \pm 0,3 b
Geórgia 2	95,0 \pm 2,4 b	21,8 \pm 0,2 a
F (Genótipos)	8,68**	20,98**
C.V. (%)	41,62	4,14
Genótipos	Viabilidade total (%) ^{1 2}	Peso (Mg) ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ³	-- ³
Roxa I-919	71,2 \pm 5,1 b	285,6 \pm 16,1 c
Manteiga de Mococa	77,5 \pm 4,6 b	200,3 \pm 10,3 b
Manteiga Jaboticabal	42,5 \pm 5,5 a	129,9 \pm 11,9 a
Geórgia 2	86,2 \pm 3,8 b	269,0 \pm 11,8 c
F (Genótipos)	15,27 **	37,44 **
C.V. (%)	62,48	24,46

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. EP = Erro padrão da média. ² Dados transformados em $\arcseno(x/100)^{1/2}$. ** significativo a 1% de probabilidade. ³ Não fez parte das análises estatísticas, devido ao número insuficiente de adultos (variância nula).

Com relação à viabilidade total do período larval, verifica-se que houve variação entre os genótipos, sendo que Manteiga de Jaboticabal apresentou menor viabilidade (42,5%), diferindo significativamente dos demais genótipos (Tabela 2).

A mortalidade da fase larval é um dos fatores mais importantes na limitação do crescimento populacional (CAMPOS, 2008), diante disto, possíveis substâncias presentes no genótipo Manteiga de Jaboticabal podem ter representado está maior mortalidade.

Resultados semelhantes aos observados na primeira geração, foram evidenciados no peso larval de lagartas em segunda geração (Tabela 2). Ainda com relação a este parâmetro Roxa I-919 apresentou novamente maior peso larval (285,6 Mg), não diferindo de Geórgia 2 (269,0 Mg). Roxa I-919 e Geórgia 2 diferiram de Manteiga de Mococa e Manteiga de Jaboticabal (200,3 e 129,9 Mg, respectivamente).

Comparando os resultados da primeira geração com os da segunda geração, é possível observar que os genótipos proporcionaram diferentes respostas nos valores médios das fases iniciais de desenvolvimento da espécie, evidenciando diferentes graus de resistência.

Os valores médios obtidos nas fases pré-pupa e pupa de lagartas alimentadas por genótipos de couve em primeira geração são apresentados na Tabela 3. Não ocorreram diferenças significativas na viabilidade e no período pré-pupa, de modo que a viabilidade de pré-pupa variou de 66,6, menor à 92,9%, maior, e o período desta mesma fase variou de 1,81 e 3,00 dias. Nesta mesma cultura com mesma espécie, Machado, Giannotti e Oliveira (1985) encontraram um período da fase pré-pupa intermediário ao evidenciado na presente pesquisa (2,6 dias). Na cultura da mandioca Lopes et al. (2008), também verificaram média semelhante (2,0 dias).

Na fase pupa, verificou-se diferença entre os genótipos somente no parâmetro peso de pupas com 24 horas de idade, sendo que o peso de pupa de certo modo representou o peso larval, ou seja, lagartas de maior peso geraram pupas de maior peso, como nota-se em lagartas alimentadas com folhas do genótipo Roxa I-919 e Manteiga de Jaboticabal com maior peso larval e conseqüentemente maior peso pupal, tanto para machos quanto para fêmeas (Tabela 3). Neste sentido, a possível presença de metabólicos secundários no genótipo Manteiga de Mococa pode ter afetado as respostas do peso larval e do peso de pupas.

Scriber e Slansky (1981), relatam que a qualidade e quantidade do alimento consumido por uma larva, pode afetar todo o seu desempenho, como por exemplo, o tempo de desenvolvimento, peso final e sobrevivência, e em certos casos, pode afetar também a fecundidade dos adultos.

Tabela 3. Média (\pm EP) da duração do período (dias) de pré-pupa e pupa, viabilidade de pré-pupa e pupa (%) e peso pupal com 24 horas de idade (Mg), em *Spodoptera frugiperda* na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Pré-pupa \pm EP	
	Período (Dias) ¹	Viabilidade (%) ^{1 2}
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	1,83 \pm 0,3	66,6 \pm 16,6
Roxa I-919	1,81 \pm 0,1	74,5 \pm 6,1
Manteiga de Mococa	3,00 \pm 0,2	92,9 \pm 3,4
Manteiga Jaboticabal	1,90 \pm 0,1	85,7 \pm 5,1
Geórgia 2	2,63 \pm 0,2	86,3 \pm 4,2
F (Genótipos)	4,52 ^{ns}	2,40 ^{ns}
C.V. (%)	24,53	42,44

Genótipos	Pupa \pm EP			
	Período (Dias) ¹	Viabilidade (%) ^{1 2}	Peso 24h (Mg) ¹	
			Macho	Fêmea
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	9,00 \pm 0,6	80,0 \pm 20	185,5 \pm 30,7 a	210,7 \pm 22,8 b
Roxa I-919	10,3 \pm 0,1	94,7 \pm 3,7	238,6 \pm 27,1 ab	224,3 \pm 15,9 b
Manteiga de Mococa	10,3 \pm 0,1	92,4 \pm 3,6	192,8 \pm 19,8 ab	158,8 \pm 19,9 a
Manteiga Jaboticabal	10,2 \pm 0,2	95,1 \pm 3,4	248,1 \pm 28,5 b	211,2 \pm 30,1 b
Geórgia 2	10,3 \pm 0,1	92,9 \pm 3,4	195,1 \pm 28,6 ab	195,2 \pm 27,7 ab
F (Genótipos)	1,03 ^{ns}	0,44 ^{ns}	10,28 ^{**}	7,57 ^{**}
C.V. (%)	4,56	27,02	8,81	11,19

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. EP = Erro padrão da média. ² Dados transformados em arcoseno $(x/100)^{1/2}$. ^{ns} Não significativo, ^{**} significativo a 1% de probabilidade.

Diferentemente da primeira geração, na segunda geração diferenças significativas foram observadas nos parâmetros avaliados nas fases pré-pupal e pupal, com exceção ao período pupal (Tabela 4).

Com relação ao período em dias da fase pré-pupa, lagartas da espécie *S. frugiperda* alimentadas em Roxa I-919, apresentaram período significativamente maior que Manteiga de Mococa e Manteiga de Jaboticabal, o qual representaria uma maior suscetibilidade destes dois últimos genótipos quando comparado com o primeiro. Entretanto, verifica-se que o genótipo Manteiga de Jaboticabal apresentou menor viabilidade e menor peso larval, conferindo a este, uma possível resistência (Tabela 4).

de modo que lagartas alimentados em Roxa I-919 apresentaram maior peso pupal (Tabela 4).

Deste modo, é possível verificar que os genótipos de couve, proporcionam diferentes respostas nos aspectos biológicos de *S. frugiperda*, causando efeitos adversos como menor peso larval, pupal e viabilidade, corroborando com uma das vantagens da resistência de plantas a insetos descrita por Boiça Junior et al. (2011) que é o efeito direto sobre a população da praga, causando sua redução direta ou indiretamente.

Em relação à longevidade de adultos de *S. frugiperda* alimentados com solução de mel a 10% oriundos de lagartas alimentadas em genótipos de couve na primeira geração, as médias foram significativamente diferentes entre si, de modo que Manteiga de Mococa apresentou a menor média (7,1 dias) (Tabela 5). Para longevidade de adultos sem alimento, não verificou-se diferenças entre os genótipos. Notou-se uma correlação entre longevidade e peso larval e pupal, pois os adultos mais longevos (Tabela 5) foram originados de lagartas e pupas mais pesadas (Tabela 3).

Os dados referentes à longevidade de adultos com alimento, obtidos nesta pesquisa, são semelhantes aos encontrados por Jesus (2009), que encontrou longevidade de 9,7 dias, proveniente de lagartas alimentadas em cultivar de algodão DeltaOpal.

Por outro lado, estes dados encontrados são inferiores aos obtidos por Machado, Giannotti e Oliveira (1985) que observaram uma longevidade média de 14,7 dias de adultos oriundos de lagartas alimentadas em couve manteiga.

Essa diferença na longevidade de adultos, pode estar relacionada a característica própria do indivíduo e/ou a capacidade de conversão do alimento assimilado na fase jovem, afetando conseqüentemente na longevidade de adultos (LUGINBILL, 1928).

A razão sexual, calculada na fase pupal (Tabela 5), verificou-se de certo modo, que os genótipos de couve não afetaram a razão sexual de *S. frugiperda*, no entanto a maior razão sexual foi observada no genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 (0,66), caracterizada pelo maior número de fêmeas.

Tabela 5. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), razão sexual e ciclo total (período de eclosão da larva a morte do adulto) de *Spodoptera frugiperda* na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Longevidade de adulto \pm EP	
	Com alimento ¹	Sem alimento ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ²	3,7 \pm 0,6
Roxa I-919	9,5 \pm 0,5 b	4,3 \pm 0,8
Manteiga de Mococa	7,1 \pm 0,6 a	3,9 \pm 0,6
Manteiga Jaboticabal	8,9 \pm 0,5 ab	4,0 \pm 0,8
Geórgia 2	8,7 \pm 0,4 ab	4,0 \pm 0,8
F (Genótipos)	3,77*	0,20 ^{ns}
C.V. (%)	9,73	17,82

Genótipos	Razão sexual \pm EP ³	Ciclo total \pm EP ¹	
		Com alimento	Sem alimento
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	0,66 \pm 0,2	-- ²	34,7 \pm 1,3 ab
Roxa I-919	0,44 \pm 0,2	38,6 \pm 0,6 a	33,9 \pm 1,9 a
Manteiga de Mococa	0,47 \pm 0,2	41,1 \pm 0,4 b	37,7 \pm 2,8 b
Manteiga Jaboticabal	0,55 \pm 0,2	40,4 \pm 0,4 ab	34,8 \pm 1,9 ab
Geórgia 2	0,46 \pm 0,2	41,8 \pm 0,4 b	37,7 \pm 2,5 b
F (Genótipos)	--	6,09**	3,72*
C.V. (%)	--	2,17	6,52

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{ns} Não significativo, ^{**} significativo a 1% de probabilidade, ^{*} significativo a 5% de probabilidade. EP = Erro padrão da média. ² Não fez parte das análises estatísticas, devido ao número insuficiente de adultos (variância nula). ³ Razão sexual calculada pela fórmula (RS= número de fêmeas / número de fêmeas + número de machos).

Com relação ao ciclo total em dias, ou seja, período da eclosão da lagarta a morte do adulto, verifica-se que as médias diferiram tanto em insetos alimentados com solução de mel a 10%, quanto insetos sem alimento (Tabela 5). De modo geral lagartas alimentadas em Geórgia 2 e Manteiga de Mococa apresentaram maiores valores médios em dias, tanto com, quanto sem alimento (41,8, 37,7 e 41,8, 37,7 respectivamente), está maior longevidade, pode representar uma taxa de crescimento populacional, pois quanto maior o ciclo da praga, menor o número de gerações em um ano.

Entretanto, relacionando as médias de ciclo total com as médias da fase jovem, verifica-se que esse maior ciclo foi consequência de lagartas de menor peso (Tabela 3), possivelmente devido os efeitos diretos de substâncias e ou metabólicos

secundários presentes nestes genótipos, que afetou diretamente todo o desenvolvimento biológico, caracterizando assim a resistência da categoria antibiose (BOIÇA JUNIOR et al., 2013).

Dados da longevidade de adultos com e sem alimento, razão sexual e ciclo total com e sem alimento de lagartas na segunda geração são expressos na Tabela 6, na qual não observa-se diferença significativa em nenhum dos parâmetros biológicos avaliados.

Tabela 6. Média (\pm EP) da longevidade de adultos (dias), razão sexual e ciclo total (período de eclosão da larva a morte do adulto) de *Spodoptera frugiperda* na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Longevidade de adulto \pm EP		
	Com alimento ¹	Sem alimento ¹	
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ²	-- ²	
Roxa I-919	8,5 \pm 1,0	4,4 \pm 0,1	
Manteiga de Mococa	8,3 \pm 0,5	4,3 \pm 0,1	
Manteiga Jaboticabal	7,6 \pm 0,9	4,2 \pm 0,2	
Geórgia 2	7,3 \pm 0,6	3,7 \pm 0,2	
F (Genótipos)	0,47 ^{ns}	2,43 ^{ns}	
C.V. (%)	15,29	12,69	
Genótipos	Razão sexual \pm EP ³	Ciclo total \pm EP ¹	
		Com alimento	Sem alimento
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	--	-- ²	-- ²
Roxa I-919	0,39 \pm 0,6	40,4 \pm 0,9	38,1 \pm 0,2
Manteiga de Mococa	0,50 \pm 0,2	40,0 \pm 1,6	39,1 \pm 0,5
Manteiga Jaboticabal	0,47 \pm 0,1	41,1 \pm 0,7	37,5 \pm 1,8
Geórgia 2	0,43 \pm 0,1	38,8 \pm 0,4	37,1 \pm 0,3
F (Genótipos)	--	1,08 ^{ns}	2,08 ^{ns}
C.V. (%)	--	3,59	3,64

¹ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Para análise, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{ns} Não significativo, EP = Erro padrão da média. ² Não fez parte das análises estatísticas, devido ao número insuficiente de adultos (variância nula). ³ Razão sexual calculada pela fórmula (RS= número de fêmeas / número de fêmeas + número de machos).

A longevidade média de adultos com alimento variou entre 8,5 e 7,3 dias, e sem alimento a variação nas médias foi de 4,4 a 3,7 dias (Tabela 6).

O genótipo Roxa I-919, apresentou menor razão sexual (0,39) o que caracterizaria um crescimento mais lento da população (Tabela 6).

Campos et al. (2011), também verificaram razão sexual de 0,36 em pupas desta praga oriundas de lagartas alimentadas com o cultivar de amendoim IAC Tatu ST de hábito de crescimento ereto. Entretanto para lagarta alimentadas com couve Manteiga Machado, Giannotti e Oliveira (1985) verificaram razão sexual de 0,48 em mesmas condições do presente trabalho.

Em relação aos parâmetros de fecundidade da espécie *S. frugiperda*, oriundas de lagartas alimentadas com genótipos de couve em primeira geração, não foram verificadas diferenças significativas em nenhum parâmetro avaliado (Tabela 7).

Para o período de pré-oviposição verifica-se uma variação de 4,6 a 3,6 dias. No período de oviposição as médias variaram de 5,2 dias para Manteiga de Jaboticabal a 2,8 dias para Roxa I-919.

O total de ovos de adulto de lagarta-do-cartucho variou de 1654,6 a 657,2 ovos (Tabela 7), variação está semelhante ao número médio de ovos encontrado por Campos (2009), onde adultos de *S. frugiperda* originados de lagartas alimentadas com cultivares de amendoim de hábito de crescimento rasteiro apresentaram número médio de 1617,29 a 661,75 ovos.

Já para total de posturas e ovos por postura, Manteiga de Mococa, destacou numericamente com menor média com 4,0 posturas e uma média de 143,6 ovos por posturas. Essas médias foram inferiores as encontradas por Campos (2008) nas variedades de algodoeiro BRS Cedro, DeltaPenta e Acala (9,33; 7,67; 8,50 posturas e 237,7; 199,7; 217,65 ovos por postura, respectivamente).

Para ovos viáveis, as médias foram semelhantes ou pouco menores as encontradas no total de ovos, não verificando diferença significativa entre o número de ovos viáveis apresentados nos genótipos (Tabela 7).

Tabela 7. Média (\pm EP) do período de pré-oviposição e período de oviposição (dias), número total de ovos, número total de posturas, número médio de ovos por postura e número de ovos viáveis de *Spodoptera frugiperda* na primeira geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Pré-oviposição (Dias) \pmEP ¹	Período de oviposição (Dias) \pmEP ¹	Total de ovos \pmEP ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ²	-- ²	-- ²
Roxa I-919	3,6 \pm 0,4	4,0 \pm 0,7	1654,6 \pm 414,8
Manteiga de Mococa	4,2 \pm 0,8	2,8 \pm 0,8	657,2 \pm 291,7
Manteiga Jaboticabal	4,2 \pm 0,3	5,2 \pm 0,3	1582,2 \pm 349,2
Geórgia 2	4,6 \pm 0,4	4,6 \pm 0,9	1187,8 \pm 229,7
F (Genótipos)	0,36 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,40 ^{ns}
C.V. (%)	19,15	26,94	43,78
Genótipos	Total de postura \pmEP ¹	Ovos por postura \pmEP ¹	Ovos viáveis \pm EPM ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ²	-- ²	-- ²
Roxa I-919	7,6 \pm 1,8	190,6 \pm 38,9	1631,2 \pm 414,8
Manteiga de Mococa	4,0 \pm 1,7	143,6 \pm 43,5	585,8 \pm 258,4
Manteiga Jaboticabal	11,0 \pm 2,5	198,2 \pm 66,4	1325,8 \pm 479,7
Geórgia 2	7,2 \pm 1,3	171,2 \pm 14,9	1086,8 \pm 194,9
F (Genótipos)	1,77 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,99 ^{ns}
C.V. (%)	34,77	40,02	51,32

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{ns} Não significativo, EP = Erro padrão da média. ² Não fez parte das análises estatísticas, devido ao número insuficiente de adultos (variância nula).

Diferentemente da primeira geração, foram observadas diferenças significativas na fertilidade de adultos oriundos de lagartas alimentadas por genótipos de couve em segunda geração (Tabela 8).

No período de oviposição e no número de ovos, os adultos referentes ao genótipo Manteiga de Mococa, Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 apresentaram médias significativamente menores quando comparadas as médias apresentadas por Roxa I-919, conferindo assim, a estes primeiros genótipos efeitos na fecundidade da praga, afetando sua capacidade reprodutiva do inseto.

Nos parâmetros período de pré-oviposição, total de posturas e número de ovos por postura as médias não diferiram entre si (Tabela 8).

Vale ressaltar que adultos oriundos de lagartas alimentadas com o genótipo Manteiga de Jaboticabal, apresentou uma tendência de maior período de pré-oviposição, número de posturas tanto na primeira quanto na segunda geração, no entanto, ainda na segunda geração as posturas das fêmeas apresentam menor número médio de ovos por postura.

Com relação ao número de ovos viáveis, verifica-se que o genótipo Roxa I-919 apresentou-se mais favorável a *S. frugiperda*, pois os número de ovos viáveis foi semelhante a média apresentada no total de ovos, evidenciando-se assim ovos de melhor qualidade, que garantiriam a perpetuação da espécie (Tabela 8).

Tabela 8. Média (\pm EP) do período de pré-oviposição e período de oviposição (dias), número total de ovos, número total de posturas, número médio de ovos por postura e número de ovos viáveis de *Spodoptera frugiperda* na segunda geração, alimentadas em genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Pré-oviposição (Dias) \pm EP ¹	Período de oviposição (Dias) \pm EP ¹	Total de ovos \pm EP ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ²	-- ²	-- ²
Roxa I-919	2,6 \pm 0,2	6,8 \pm 0,7 b	1530,8 \pm 103,9 b
Manteiga de Mococa	2,0 \pm 0,0	2,5 \pm 0,6 a	365,0 \pm 59,4 a
Manteiga Jaboticabal	4,0 \pm 2,0	3,3 \pm 1,2 a	670,6 \pm 226,9 a
Geórgia 2	2,0 \pm 0,8	2,8 \pm 0,2 a	617,8 \pm 100,1 a
F (Genótipos)	0,67 ^{ns}	8,71 ^{**}	12,03 ^{**}
C.V. (%)	23,96	16,88	21,07
Genótipos	Total de postura \pm EP ¹	Ovos por postura \pm EP ¹	Ovos viáveis \pm EP ¹
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	-- ²	-- ²	-- ²
Roxa I-919	9,6 \pm 0,4	159,0 \pm 6,7	1515,2 \pm 124,2 b
Manteiga de Mococa	5,7 \pm 2,6	109,2 \pm 44,2	219,2 \pm 41,8 a
Manteiga Jaboticabal	7,0 \pm 2,5	60,3 \pm 17,8	636,0 \pm 95,4 a
Geórgia 2	6,6 \pm 1,4	118,0 \pm 31,3	587,2 \pm 81,7 a
F (Genótipos)	0,35 ^{ns}	1,98 ^{ns}	16,63 ^{**}
C.V. (%)	25,38	27,45	20,05

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ^{ns} Não significativo, ^{**} significativo a 1% de probabilidade, EP = Erro padrão da média. ² Não fez parte das análises estatísticas, devido ao número insuficiente de adultos (variância nula).

Numa análise geral, observando os resultados observados no teste de antibiose por duas gerações de *S. frugiperda*, verifica-se que o genótipo menos adequado foi Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, a qual proporcionou índice não satisfatório 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 da categoria antibiose.

É importante ressaltar, que indiferentemente da geração, Roxa I-919 comportou-se como mais adequado e ou suscetível ao inseto.

A diferença nos resultados obtidos nas fases de desenvolvimento demonstram que estes genótipos possuem diferentes graus de resistência, destacando Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 como altamente resistente, Manteiga de Mococa e Geórgia 2 como sendo moderadamente resistentes, Manteiga de Jaboticabal como suscetíveis e Roxa I-919 como altamente suscetível ao ataque de *S. frugiperda*.

3.2. Teste de antibiose (Análise multivariada)

Por meio da análise de agrupamento hierárquica, observou-se que a formação dos grupos ocorreu na distância euclidiana de 8,78 (Figura 1), formando-se dois distintos grupos. Souza (2012), relata que está distância euclidiana é subjetiva, pois ao estudar a resistência de genótipos de soja a *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae), este autor definiu 5,06 como sendo a distância euclidiana que representaria melhor a formação dos grupos, porém, a uma distância de 2,07 foi descrito que já ocorreria a formação de grupos.

Este problema também é relatado por Vicini (2005), que com relação a análise de agrupamento, a escolha da medida de proximidade mais adequada pode nem sempre chegar ao mesmo resultado, com isso, a importância de se testar mais de uma medida de distância visando uma melhor adequação com os dados obtidos na análise univariada.

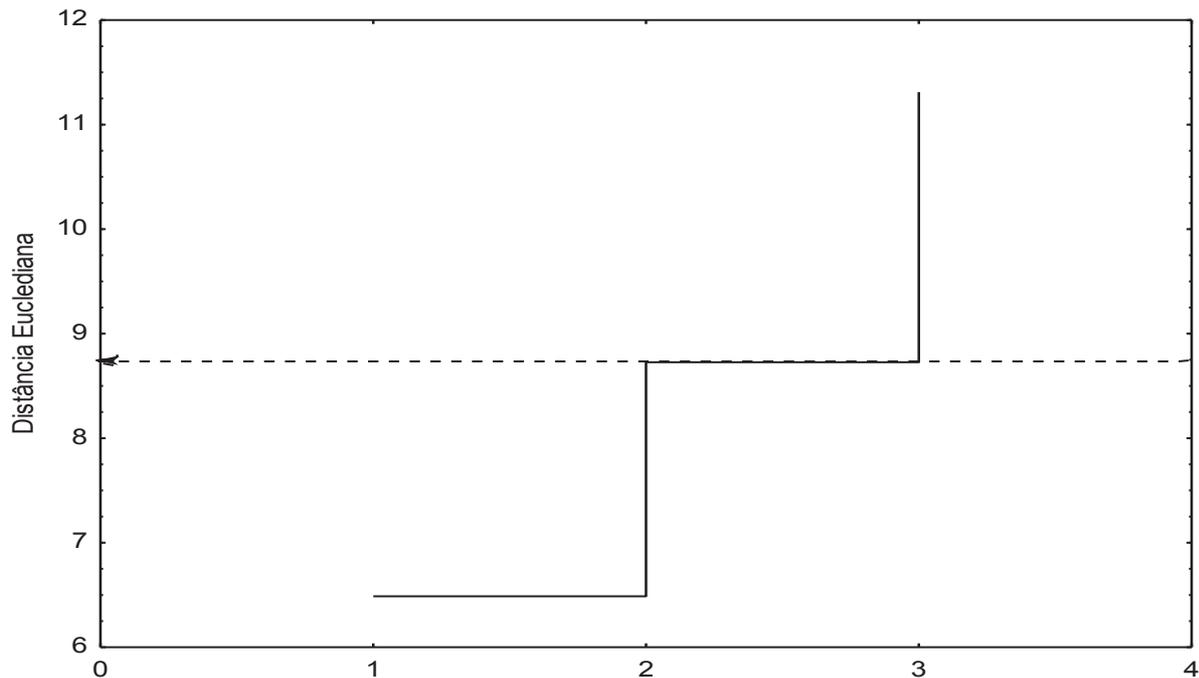


Figura 1. Distância de ligação dos grupos. O método de agrupamento utilizado foi o de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

Ocorreu a formação de dois grupos, sendo genótipos Geórgia Manteiga de Mococa no primeiro grupo e Manteiga de Jaboticabal e Roxa I-919 no segundo grupo, evidenciando serem os genótipos mais similares devido à menor distância euclidiana entre os mesmos (Figura 2).

Correlacionando a análise multivariada, utilizando agrupamento hierárquico com os dados médios obtidos através da análise univariada, é possível observar que características como menor peso larval e pupal, alongamento das fases larvais e pupal possibilitou o agrupamento dos genótipos Manteiga de Mococa e Geórgia, considerando esse grupo como genótipos mais resistentes quando comparado com os genótipos do grupo dois, Roxa I-919 e Manteiga de Jaboticabal.

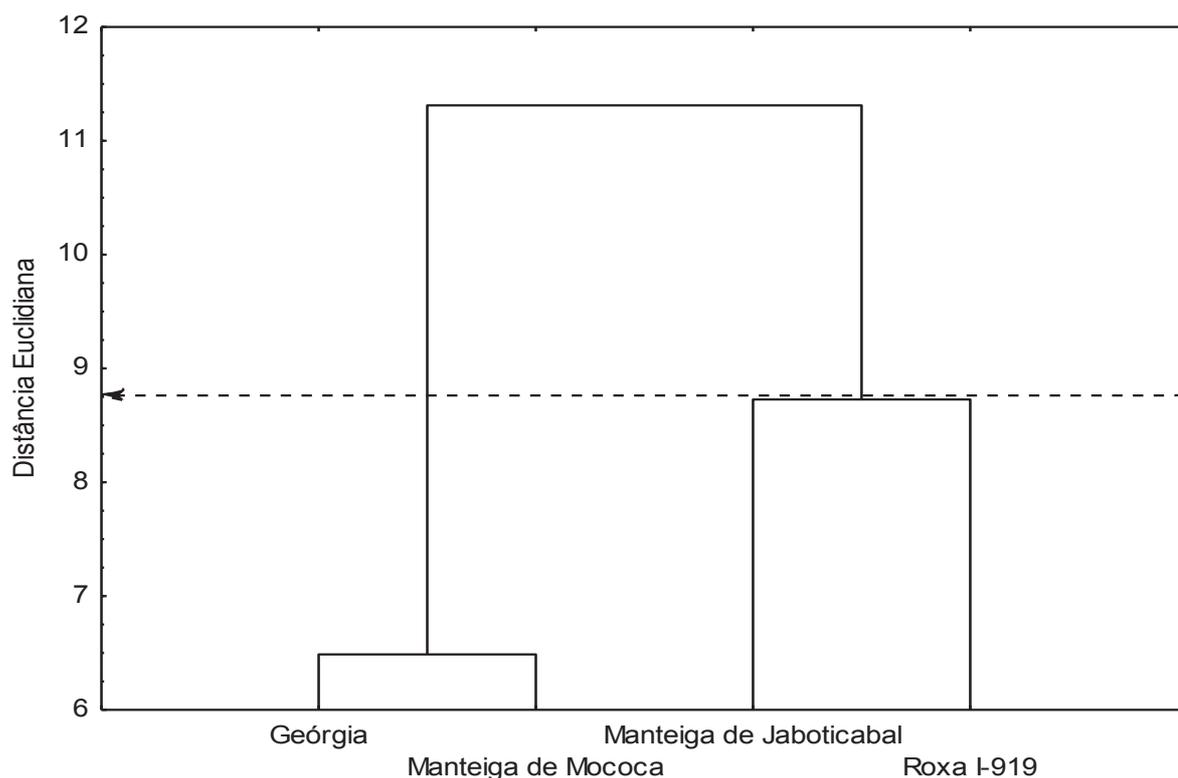


Figura 2. Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento, obtidos a partir dos parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de couve. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

Utilizando a análise de componentes principais (ACP) (Figura 3), foi possível dividir e isolar os genótipos em três grupos, sendo o primeiro grupo formado pelos genótipos Geórgia 2 e Manteiga de Mococa, o segundo grupo foi formado apenas por Manteiga de Jaboticabal, e por fim o genótipo Roxa I-919 formou o terceiro grupo. Neste teste o primeiro componente principal (CP 1) concentrou 55,61% da variabilidade contida nas variáveis originais, sendo as variáveis que mais influenciaram este componente principal: período larval da primeira geração (0,99) (Tabela 9), ciclo total de insetos em adultos sem alimento (0,96) período pré-pupa da primeira geração (0,94) (Tabela 9) e viabilidade larval até os 16 dias da segunda geração (0,92), estes são os parâmetros que mais se aproximam do eixo da CP 1 (Figura 3). O segundo componente principal (CP 2) concentrou 27,83% da variabilidade contida nas variáveis originais, sendo as variáveis que mais influenciaram este componente principal: o período pupal (0,97) e a viabilidade da fase pré-pupa (0,94), sendo estes os parâmetros que mais se aproximam do eixo da

CP 2 (Figura 3). Os demais autovalores tanto do CP 1 quanto do CP2, são expressos na Tabela 9.

Manteiga de Mococa contrastou com Roxa I-919 (Figura 3), de modo que, o período larval e o peso larval foram os parâmetros que mais influenciaram ambos os genótipos.

Manteiga de Mococa obteve o menor peso larval (170,3 e 200,3 Mg para primeira e segunda geração respectivamente) e maior período larval (20,6 e 22,8 dias para primeira e segunda geração respectivamente), em contraste com Roxa I-919 obteve 364,4 e 285,6 Mg de peso larval e do período larval de 17,5 e 20,6 dias para primeira e segunda geração respectivamente (Tabela 1 e 2). As demais cultivares mantiveram-se de maneira intermediária, evidenciando menor influência no desenvolvimento de inseto.

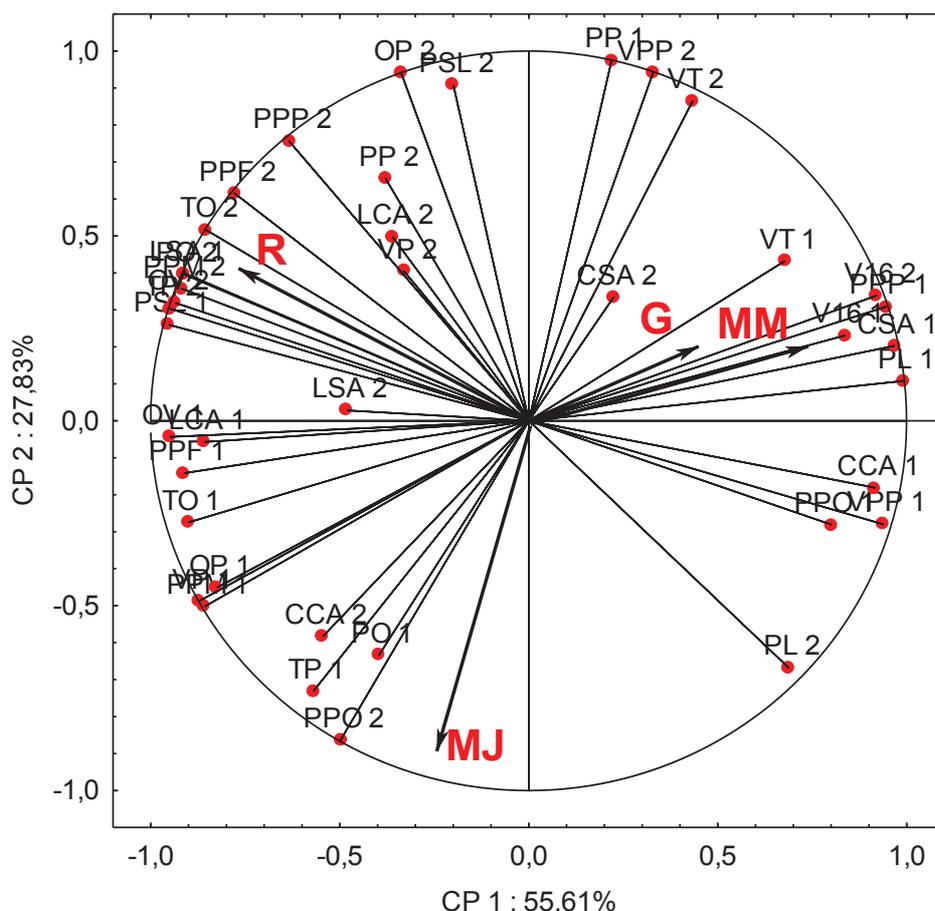


Figura 3. Distribuição dos genótipos de couve e dos parâmetros biológicos, segundo a análise dos componentes principais, obtidos de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de couve. Viabilidade larval até 16^o Geração (V16 1), Período larval 1^o Geração (PL 1), Viabilidade larval total 1^o Geração (VT 1), Peso larval 1^o Geração (PSL 1), Período pré-pupa 1^o Geração (PPP 1), Viabilidade pré-pupa 1^o Geração (VPP 1), Período pupal 1^o Geração (PP 1), Viabilidade pupal 1^o Geração (VP 1), Peso pupa macho 1^o Geração (PPM 1), Peso pupa fêmea 1^o Geração (PPF 1), Longevidade de adultos com alimento 1^o Geração (LCA 1), Longevidade de adultos sem alimento 1^o Geração (LSA 1), Ciclo total de adultos com alimento 1^o Geração (CCA 1), Ciclo total de adultos sem alimento 1^o Geração (CSA 1), Período pré-oviposição 1^o Geração (PPO 1), Período de oviposição 1^o Geração (PO 1), Total de ovos 1^o Geração (TO 1), Total de posturas 1^o Geração (TP 1), Ovos por postura 1^o Geração (OP 1), Ovos viáveis 1^o Geração (OV 1), Viabilidade larval até 16^o Geração (V16 2), Período larval 2^o Geração (PL 2), Viabilidade larval total 2^o Geração (VT 2), Peso larval 2^o Geração (PSL 2), Período pré-pupa 2^o Geração (PPP 2), Viabilidade pré-pupa 2^o Geração (VPP 2), Período pupal 2^o Geração (PP 2), Viabilidade pupal 2^o Geração (VP 2), Peso pupa macho 2^o Geração (PPM 2), Peso pupa fêmea 2^o Geração (PPF 2), Longevidade de adultos com alimento 2^o Geração (LCA 2), Longevidade de adultos sem alimento 2^o Geração (LSA 2), Ciclo total de adultos com alimento 2^o Geração (CCA 2), Ciclo total de adultos sem alimento 2^o Geração (CSA 2), Período pré-oviposição 2^o Geração (PPO 2), Período de oviposição 2^o Geração (PO 2), Total de ovos 2^o Geração (TO 2), Total de posturas 2^o Geração (TP 2), Ovos por postura 2^o Geração (OP 2), Ovos viáveis 2^o Geração (OV 2). R – Roxa I-919, MM – Manteiga de Mococa, MJ – Manteiga de Jaboticabal, G – Geórgia.

Tabela 9. Autovalores obtidos da análise dos componentes principais CP1 e CP2 dos parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda*, alimentadas com genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Parâmetros Biológicos	CP 1 ¹	CP 2 ¹
Viabilidade larval até 16 1º Geração	0,83	0,23
Período larval 1º Geração	0,99	0,10
Viabilidade larval total 1º Geração	0,67	0,43
Peso larval 1º Geração	-0,95	0,26
Período pré-pupa 1º Geração	0,94	0,30
Viabilidade pré-pupa 1º Geração	0,93	-0,28
Período pupal 1º Geração	0,21	0,97
Viabilidade pupal 1º Geração	-0,87	-0,48
Peso pupa macho 1º Geração	-0,85	-0,50
Peso pupa fêmea 1º Geração	-0,91	-0,14
Longevidade de adultos com alimento 1º Geração	-0,85	-0,05
Longevidade de adultos sem alimento 1º Geração	-0,91	0,39
Ciclo total de adultos com alimento 1º Geração	0,91	-0,18
Ciclo total de adultos sem alimento 1º Geração	0,96	0,20
Período pré-oviposição 1º Geração	0,79	-0,28
Período de oviposição 1º Geração	-0,39	-0,63
Total de ovos 1º Geração	-0,90	-0,27
Total de posturas 1º Geração	-0,57	-0,73
Ovos por postura 1º Geração	-0,82	-0,45
Ovos viáveis 1º Geração	-0,95	-0,04
Viabilidade larval até 16 2º Geração	0,92	0,33
Período larval 2º Geração	0,68	-0,66
Viabilidade larval total 2º Geração	0,43	0,86
Peso larval 2º Geração	-0,19	0,90
Período pré-pupa 2º Geração	-0,63	0,75
Viabilidade pré-pupa 2º Geração	0,32	0,94
Período pupal 2º Geração	-0,37	0,65
Viabilidade pupal 2º Geração	-0,33	0,40
Peso pupa macho 2º Geração	-0,91	0,35
Peso pupa fêmea 2º Geração	-0,77	0,61
Longevidade de adultos com alimento 2º Geração	-0,36	0,49
Longevidade de adultos sem alimento 2º Geração	-0,48	0,02
Ciclo total de adultos com alimento 2º Geração	-0,54	-0,58
Ciclo total de adultos sem alimento 2º Geração	0,22	0,33
Período pré-oviposição 2º Geração	-0,49	-0,86
Período de oviposição 2º Geração	-0,91	0,39
Total de ovos 2º Geração	-0,85	0,51
Total de posturas 2º Geração	-0,95	0,30
Ovos por postura 2º Geração	-0,33	0,94
Ovos viáveis 2º Geração	-0,93	0,31

¹ Os componentes principais CP1 e CP2, em conjunto, concentram 55,61 e 27,83%, respectivamente, de toda a variabilidade contida nas variáveis originais.

3.3. Análise bromatológica

Os valores referentes a composição bromatológica da matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo de genótipos de couve estão apresentados na Tabela 10, na qual observa-se diferenças significativas entre os genótipos em todos os parâmetros.

O genótipo Manteiga de Jaboticabal apresentou valores médios de matéria seca e proteína bruta significativamente menor que os demais genótipos (Tabela 10). Já para frações de matéria orgânica e extrato etéreo destacou-se Roxa I-919. No parâmetro matéria mineral, que fornece apenas uma indicação da riqueza de elementos minerais na amostra, verificou-se que o genótipo Manteiga de Mococa apresentou menor média, diferindo dos demais genótipos.

Tabela 10. Média (\pm EP) da composição bromatológica de genótipos de couve. Frações: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE). Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	MS 100°C \pmEP^{1,2}	MM \pmEP^{1,3}	
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	906,55 \pm 0,6 c	136,05 \pm 1,2 c	
Roxa I-919	917,87 \pm 0,7 d	196,34 \pm 1,2 e	
Manteiga de Mococa	895,13 \pm 0,6 b	103,52 \pm 2,1 a	
Manteiga de Jaboticabal	870,54 \pm 0,1 a	124,18 \pm 1,2 b	
Geórgia 2	898,71 \pm 3,4 b	174,45 \pm 1,8 d	
F (Genótipos)	114,94**	594,19**	
C.V. (%)	0,32	1,83	
Genótipos	MO \pmEP^{1,3}	PB \pmEP^{1,3}	EE \pmEP^{1,3}
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	863,95 \pm 1,2 c	234,31 \pm 3,2 c	69,74 \pm 1,2 b
Roxa I-919	803,65 \pm 1,2 a	180,76 \pm 0,1 a	58,25 \pm 1,3 a
Manteiga de Mococa	896,48 \pm 2,0 e	209,81 \pm 2,7 b	60,12 \pm 1,9 a
Manteiga de Jaboticabal	875,71 \pm 1,3 d	173,87 \pm 3,2 a	65,04 \pm 1,6 ab
Geórgia 2	825,45 \pm 1,8 b	213,77 \pm 3,0 b	68,82 \pm 1,3 b
F (Genótipos)	581,65**	82,13**	11,49**
C.V. (%)	0,32	2,35	4,06

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados originais não transformados. ** significativo a 1% de probabilidade. ² Matéria Seca expressa em g/kg de matéria verde. ³ Valores expressos em g/kg de matéria seca. EP = Erro padrão da média.

Em um paralelo entre a matéria mineral e os parâmetros biológicos de *S. frugiperda* alimentada em Manteiga de Mococa, fica evidente que o mesmo exerceu efeito sobre a biologia deste inseto, corroborando com Panizzi e Parra (2009) que relatam que um alimento de melhor qualidade, ou seja, que não tenha em sua constituição níveis adequados de minerais, proteínas e demais nutrientes essenciais, certamente proporcionará insetos de menor capacidade reprodutiva.

Para frações de fibra detergente neutro (aFDNom), Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Roxa I-919 apresentaram menor quantidade de fibras em sua matéria seca (482,26 e 499,98 g de fibra/kg de matéria seca, respectivamente), diferindo significativamente dos demais genótipos (Tabela 11), neste sentido, observa-se que a menor quantidade de fibras possa ter favorecido o processo alimentar das lagartas alimentadas em Roxa I-919, entretanto, no genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 devem ocorrer outros mecanismos envolvidos. Para fibra em detergente ácido (FDAom) verificou-se menor variação entre os valores médios, a medida que Manteiga de Mococa apresentou maior teor de fibras, não diferindo apenas de Geórgia 2 (Tabela 11).

Tabela 11. Média (\pm EP) da composição bromatológica de genótipos de couve. Frações: fibra detergente neutro (aFDNom) e fibra detergente ácido (FDAom). Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	aFDNom \pm EP ^{1,2}	FDAom \pm EP ^{1,2}
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	482,26 \pm 6,9 a	269,76 \pm 6,3 a
Roxa I-919	499,98 \pm 2,4 a	277,33 \pm 1,9 ab
Manteiga de Mococa	606,53 \pm 4,8 d	318,64 \pm 4,6 c
Manteiga de Jaboticabal	549,51 \pm 5,5 c	280,84 \pm 5,0 ab
Geórgia 2	524,98 \pm 3,2 b	298,32 \pm 3,9 bc
F (Genótipos)	98,65**	18,09**
C.V. (%)	1,59	2,77

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados originais não transformados. ** significativo a 1% de probabilidade. ² Valores expressos em g/kg de matéria seca. EP = Erro padrão da média.

As principais implicações desta maior quantidade de FDAom representam maior quantidade de celulose e lignina presentes na planta. Segundo Zambom et al. (2001) a lignina é fração não digestível da planta, conferindo ainda a resistência, por exemplo ao caule. Ainda segundo este autor, quanto maior o teor de FDAom menor a qualidade e a digestibilidade do substrato a bovinos, podendo ser um indicativo também a insetos.

Em relação aos teores de fenóis totais, taninos totais e condensados expressos na Tabela 12, na qual verifica-se que Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 diferiu significativamente dos demais genótipos em todos esses parâmetros, apresentando 29,12, 21,07 e 1,75 g de fenóis totais, taninos totais e taninos

condensados, respectivamente. É importante ressaltar que este genótipo de couve afetou drasticamente o ciclo biológico de *S. frugiperda*, de tal forma que não foi possível à realização do teste de segunda geração devido número insuficiente de insetos da primeira geração.

Tabela 12. Média (\pm EP) dos teores de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados provenientes de genótipos de couve. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Fenóis totais \pm EP ^{1, 2}	Taninos totais \pm EP ^{1, 2}	Taninos condensados \pm EP ^{1, 3}
Manteiga de Ribeirão Pires I-2620	29,12 \pm 0,2 e	21,07 \pm 0,2 d	1,75 \pm 0,1 d
Roxa I-919	14,99 \pm 0,2 a	9,48 \pm 0,2 a	0,55 \pm 0,1 a
Manteiga de Mococa	19,17 \pm 0,1 b	12,58 \pm 0,2 b	1,19 \pm 0,1 c
Manteiga de Jaboticabal	20,33 \pm 0,1 c	13,76 \pm 0,1 c	1,12 \pm 0,1 c
Geórgia 2	21,36 \pm 0,2 d	13,91 \pm 0,1 c	0,88 \pm 0,1 b
F (Genótipos)	574,27**	470,29**	235,81**
C.V. (%)	1,77	2,40	4,50

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados originais não transformados. ** significativo a 1% de probabilidade. ² Valores expressos em equivalente grama de ácido tânico/kg de matéria seca. ³ Valores expressos em equivalente grama de leucocianidina/kg de matéria seca. EP = Erro padrão da média.

Segundo Schaller (2008), dentre as classes de metabólitos secundários envolvidos na defesa das plantas contra a herbívora, destacam-se os taninos. Os quais são conhecidos por causarem redução no crescimento e sobrevivência de insetos, classificados ainda como antinutricionais (CABRAL FILHO, 2004).

Lagartas alimentadas em Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, apresentaram menor viabilidade larval (11,2 %) e reduzido peso larval aos 16 dias de idade (115,7 Mg) (Tabela 1), diante disto esses resultados são condizentes com Schoonhoven, Loon e Dicke (2005) que afirmam que o efeito dos taninos sobre os insetos dá-se em razão do fato desses compostos formarem complexos com as enzimas digestivas presentes no intestino dos herbívoros, e, como consequência, levam a uma redução na eficiência da digestão de proteínas e, por fim, retardam o crescimento.

Em estudos de Tirelli et al. (2010) os autores avaliaram os parâmetros biológicos de *S. frugiperda* alimentadas com dietas artificiais contendo frações tânicas de origem vegetal verificaram que dieta contendo frações tânicas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) (Taubert) afetou todos os parâmetros biológicos da

espécie, ficando claro que está espécie vegetal apresenta características desejáveis, podendo vir a ser uma alternativa no manejo integrado desse inseto, condizente com os preceitos manejo integrado de pragas (MIP).

Como os taninos são considerados substâncias antinutricionais, podendo afetar a capacidade digestiva dos insetos, correlacionar o peso de pupa de lagartas alimentadas por duas gerações com os resultados da análise bromatológica possibilita uma melhor compreensão destes possíveis efeitos.

Neste sentido, o genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 classificado anteriormente como altamente resistente, apresentou maior concentração de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados, quando correlacionado aos de peso larval e pupal, verifica-se que o tanino em maior concentração desfavorece o desenvolvimento dos insetos. Essa implicação é comprovada ao se observar os valores do genótipo Roxa I-919 que apresentou menor concentração destes metabólicos secundários, proporcionando melhor condição de desenvolvimento da espécie.

3.4. Análise quantitativa de glucosinolatos

Por meio da análise de cromatografia líquida observou-se a presença de diferentes glucosinolatos, podendo ser citados: sinigrina, 4-Hydroxyglucobrassicin, 4-Methoxyglucobrassicin, glucobrassicin e Neoglucobrassicin (Figura 4). Thuler, De Bortoli e Hoffmann-campo (2007) em um estudo verificando a presença de glucosinolatos em cultivares de couve e repolho, correlacionando o efeito destes metabólicos sobre populações de *P. xylostella*. Estes autores afirmaram que não foram observados traços de sinigrina, porém, verificaram apenas a presença de teores de glucobrassicin e neoglucobrassicin em suas amostras, os quais também foram observados na presente pesquisa.

A partir da Figura 4, fica evidente que estas substâncias apresentaram-se em concentrações variadas. Manteiga de Mococa e Geórgia 2 foram os genótipos que apresentaram maior teor da substância sinigrina quando comparado com os demais genótipos. Este resultado corrobora com as médias observadas nos parâmetros

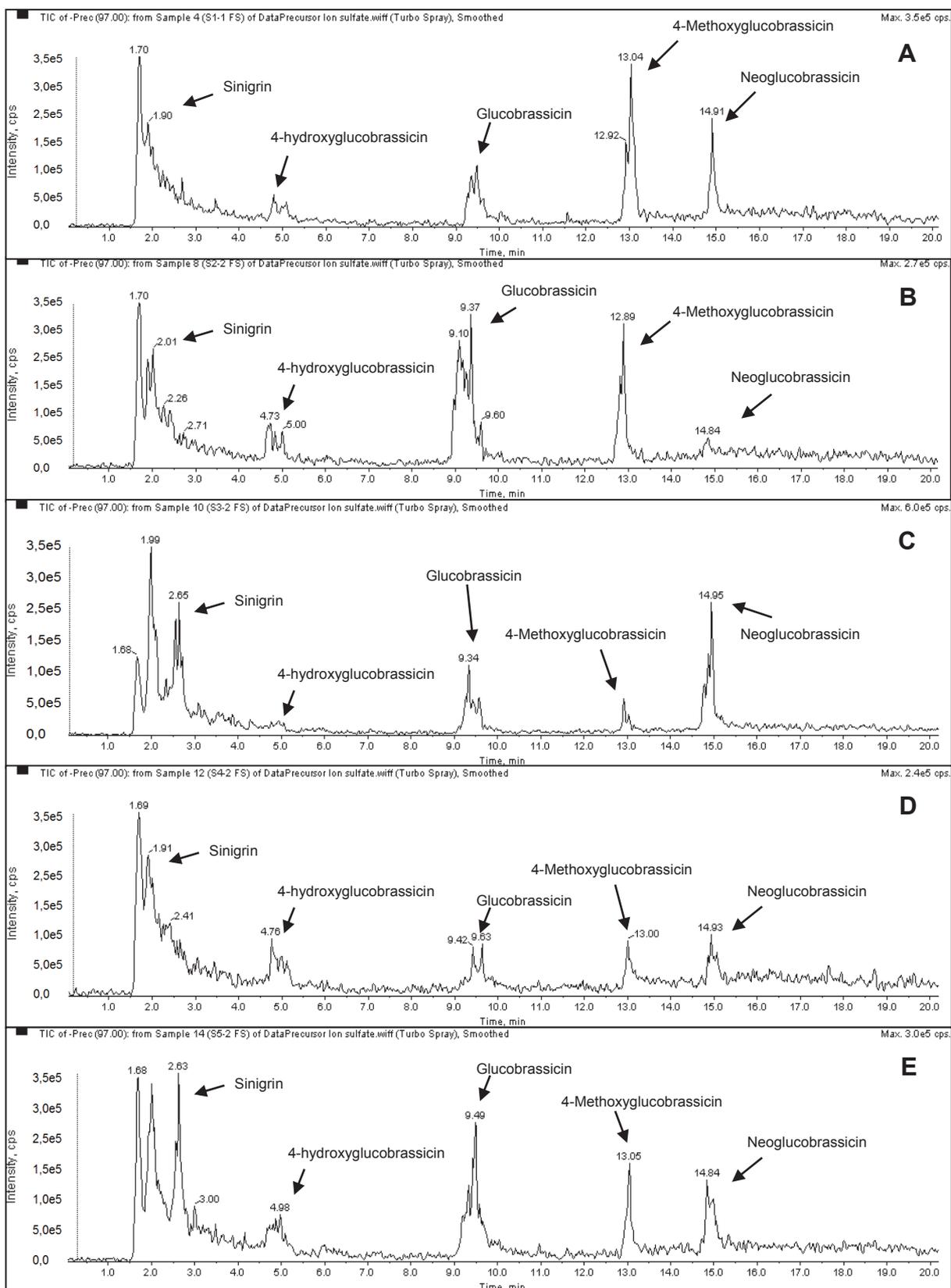


Figura 4. Cromatograma e espectro de glucosinolatos em genótipos de couve. A – Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, B – Roxa I-919, C – Manteiga de Mococa, D – Manteiga de Jaboticabal, E – Geórgia 2.

biológicos, evidenciando-se uma relação entre a quantidade de sinigrina e a moderada resistência de genótipos de couve a *S. frugiperda*.

Com relação aos demais glucosinolatos, verificou-se grande variação da concentração dos mesmos entre os genótipos, sendo que para 4-Hydroxyglucobrassicin observa-se menor teor, remetendo a uma menor concentração desta substância. Já para Glucobrassicin os genótipos Roxa I-919 e Geórgia 2 apresentaram maiores teores deste metabólitos secundário. Para 4-Methoxyglucobrassicin, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, Roxa I-919 e Geórgia 2 apresentaram teor comparativamente mais elevados aos observados em Manteiga de Mococa e Manteiga de Jaboticabal (Figura 4).

No entanto ao se observar a presença de teores da substância Neoglucobrassicin, verifica-se que a quantidade desta assemelha-se com a classificação atribuída quanto à resistência dos genótipos, de modo que Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Manteiga de Mococa definidos como altamente e moderadamente resistente, respectivamente, apresentaram maiores teores desta substância.

Referente aos genótipos Geórgia 2, Manteiga de Jaboticabal e Roxa I-919 verifica-se menores traços, observando uma concentração decrescente a partir do primeiro genótipo. Corroborando com os dados médios obtidos para os parâmetros biológicos, onde Geórgia 2 descrito como moderadamente resistentes, Manteiga de Jaboticabal como suscetível e Roxa I-919 como altamente suscetível apresentaram menores teores deste metabólito secundário.

Para a sinigrina mais em específico, a qual foi possível sua quantificação total devido a presença do padrão (substância pura), verificou-se que Manteiga de Mococa e Geórgia 2 apresentaram médias superiores (759,71 e 527,21 $\mu\text{g} / \text{g}$ de folha de couve, respectivamente), diferindo significativamente Manteiga de Jaboticabal, Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e de Roxa I-919 (133,77, 132,95, 91,39 $\mu\text{g} / \text{g}$ de folha de couve, respectivamente) (Figura 5).

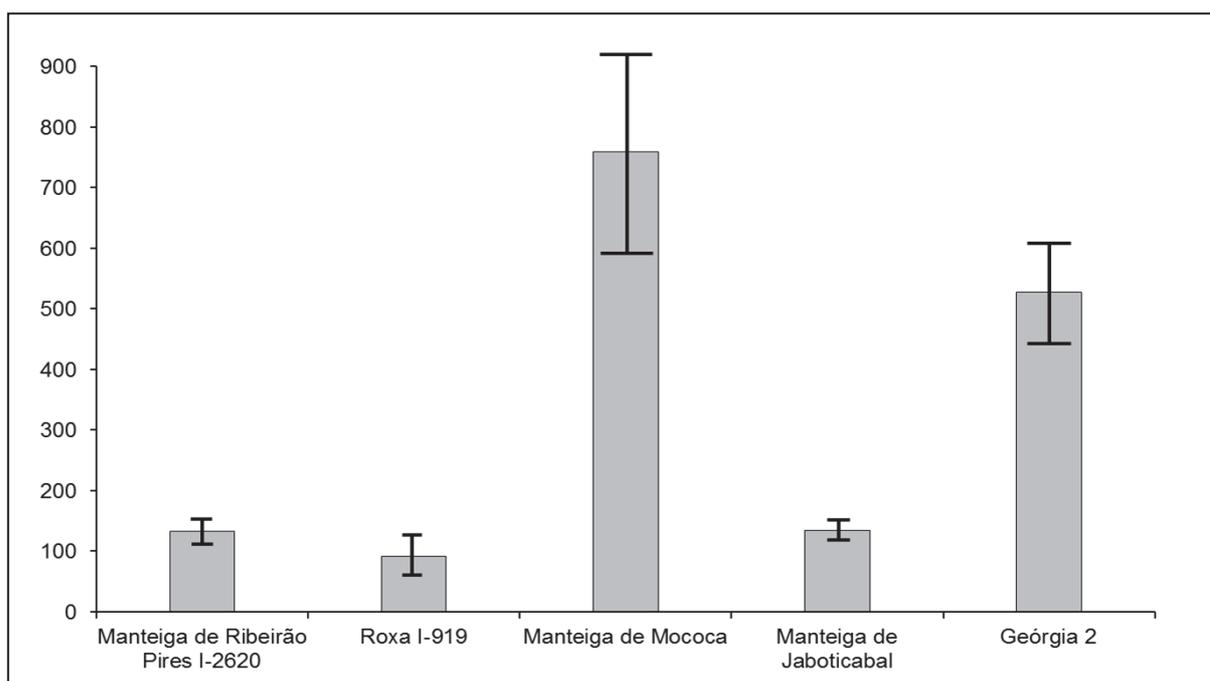


Figura 5. Quantidade média do glucosinato sinigrina em micro-gramas por grama de folhas de genótipos de couve. Médias dentro de mesmo erro padrão não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (F para genótipos = 0,03 e C.V. (%) = 30,22).

Segundo Troyer, Sterhenson e Fahey (2001), as principais funções do glucosinatos relativas à resistência de plantas à insetos ainda não são esclarecidas. No entanto, segundo Tolrà et al. (2000) relatam à presença de diferentes glucosinatos em várias espécies de brássicas.

Na presente pesquisa é que estas substâncias foram evidenciadas em todos os genótipos de couve analisados, e que principalmente a sinigrina em maior concentração afetou diretamente o desenvolvimento biológico de *S. frugiperda*. Corroborando com resultados apresentados por Thuler, De Bortoli e Hoffmann-Campo (2007) que verificaram que diante de plantas com a ausência de sinigrina à traça-das-crucíferas desenvolveu-se normalmente.

Na análise estatística multivariada referente aos dados de fenóis totais, taninos totais, taninos condensados, glucosinatos e sinigrina a distância euclidiana utilizada para diferenciar grupos é uma medida subjetiva, no entanto a partir da distância de 1,58 se dá melhor formação dos grupos (Figura 6) separando os grupos que apresentaram médias mais semelhantes.

No método do dendrograma ocorreu a formação de quatro diferentes grupos (Figura 7), sendo que Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 foi agrupado individualmente, evidenciando ser este um genótipo que apresenta característica diferentes dos demais, oposto a este, Manteiga de Mococa também foi agrupado individualmente, ficando evidente também a não semelhança deste genótipo.

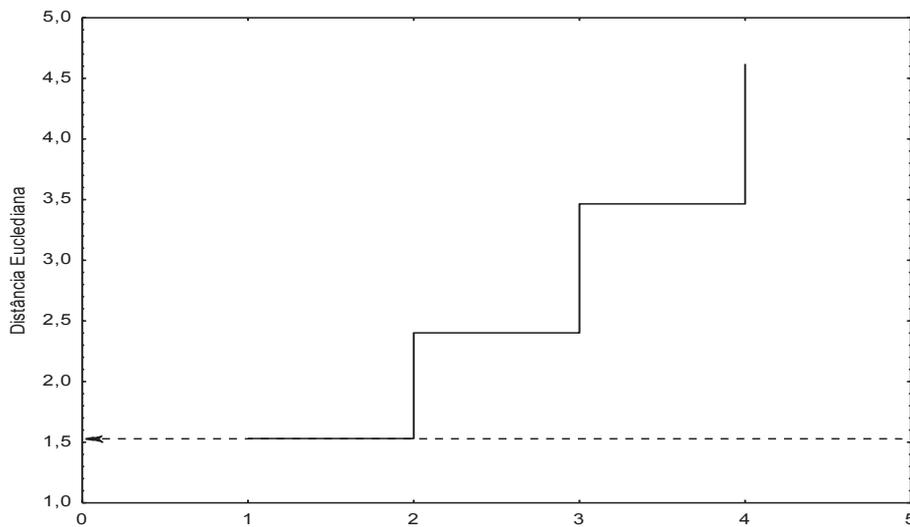


Figura 6. Distância de ligação dos grupos. O método de agrupamento utilizado foi o de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

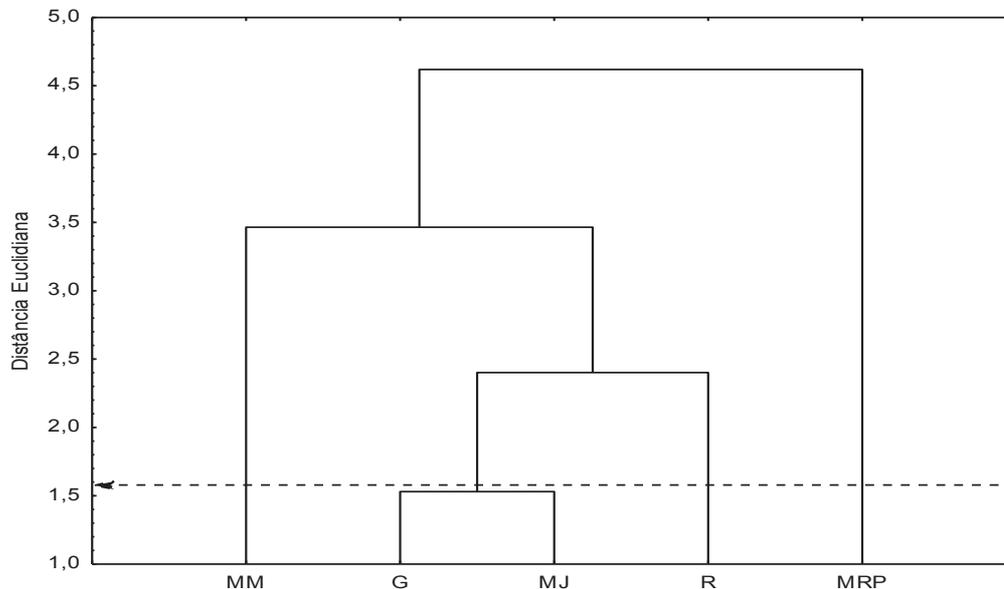


Figura 7. Dendrograma dos grupos resultantes da análise multivariada de agrupamento, obtidos a da análise de glucosinolatos e fenóis totais, taninos totais e condensados presentes em genótipos de couve. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

Intermediário, os genótipos Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 foram agrupados por serem os genótipos mais similares, apresentando a menor distância euclidiana entre eles (Figura 7). Já Roxa I-919 foi disposto individualizado por apresentar pequena similaridade com os demais genótipos.

Quando realizado a análise de Componentes Principais, foi possível obter um resultado de certo modo semelhante aos anteriores, percebendo-se a formação de dois grupos distintos e um contendo os genótipos intermediários.

Em relação aos parâmetros avaliados pode-se verificar que o primeiro componente principal (CP 1) concentrou 63,62% da variabilidade contida nas variáveis, sendo os seguintes parâmetros aqueles que mais influenciaram este componente principal: fenóis totais (-0,96), taninos totais (-0,95) e taninos condensados (-0,97) fazendo com que o genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 fosse apresentado separadamente dos demais genótipos (Figura 8).

Já para o segundo componente principal (CP 2) este concentrou 32,53% da viabilidade, sendo que os parâmetros que mais influenciaram este componente foram a sinigrina e neoglucobrassicin (-0,97 e -0,74, respectivamente), estes fazendo com que o genótipo Roxa I-919 fosse apresentado separadamente dos demais genótipos (Figura 8), ficando evidente que avaliações detalhadas das substâncias presentes e a quantidade destas substâncias são importantes para a seleção de genótipos de couve resistentes a *S. frugiperda* do tipo antibiose.

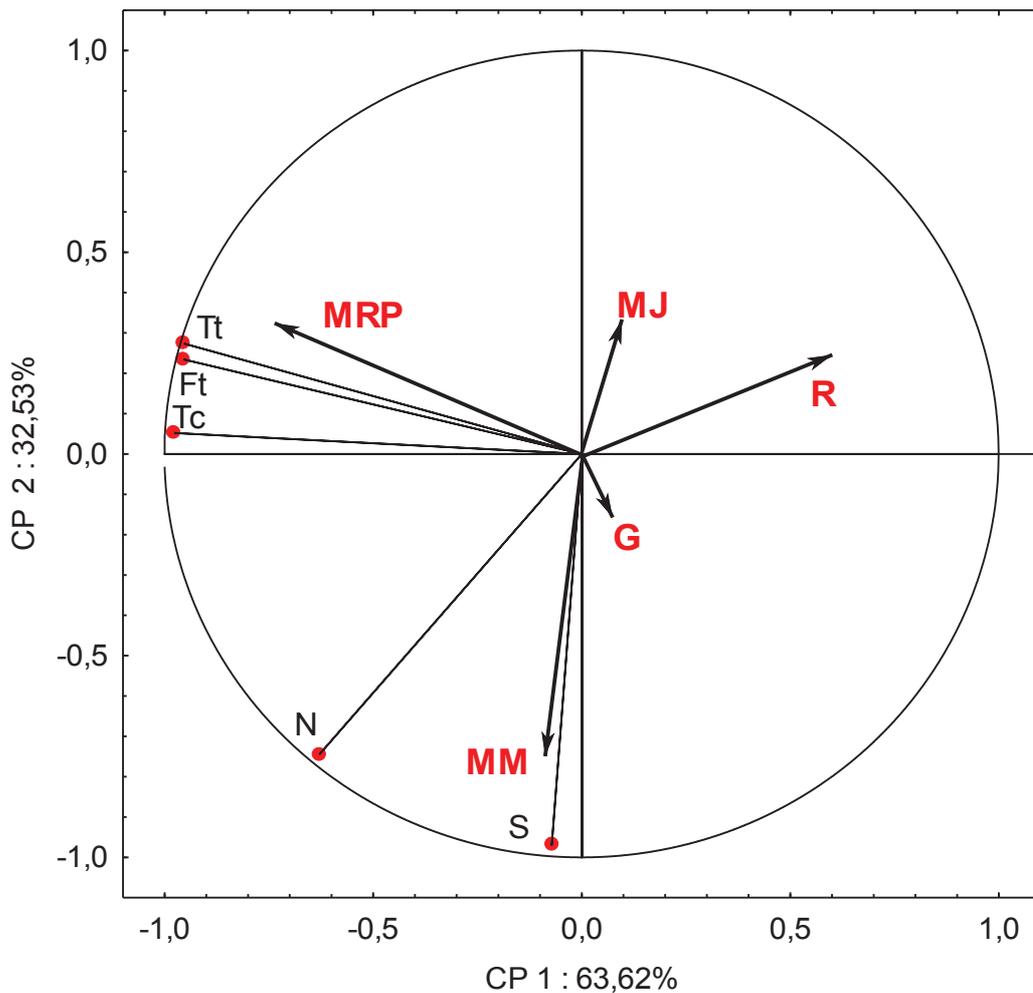


Figura 8. Distribuição dos genótipos e dos glucosinolatos presentes em genótipos de couve. MRP – Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, R – Roxa I-919, MM – Manteiga de Mococa, MJ – Manteiga de Jaboticabal, G – Geórgia. Tf – Total de fenóis, Ft – Fenóis totais, Tc – Taninos condensados, N – Neoglucobrassicin, S – Sinigrin.

Em geral os resultados obtidos na presente pesquisa, possibilita observar que o genótipo Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 apresenta alta resistência a lagartas da espécie *S. frugiperda* devido este genótipo apresentar elevada concentração de fenóis, mais especificamente os taninos. Fato este comprovado, quando lagartas alimentadas com este genótipo apresentaram reduzido peso e baixa viabilidade larval, corroborando com Schaller (2008), que afirma que os taninos são conhecidos por causarem redução no crescimento e sobrevivência de insetos. No entanto, Tagliari (2007), realizando testes de antibiose verificou que o genótipo Manteiga de

Ribeirão Pires I-2620 foi o mais suscetível a *P. xylostella*, verificando que estes taninos não vieram a afetar esta espécie.

O genótipo de couve Manteiga de Mococa, apresentou maiores concentrações dos glucosinolatos sinigrina e neoglucobrassicim, metabólicos secundários que conferiram moderada resistência a *S. frugiperda*.

Vale ressaltar, que os genótipos Manteiga de Ribeirão Pires I-2620 e Manteiga de Mococa, apresentam características que corroboram com Boiça Junior et al. (2013) que definem como planta resistente, aquela que devido à soma de seus genes constitutivos, que expressa características fenotípicas físicas, morfológicas e ou químicas que as fazem ser menos infestadas ou injuriadas do que outras em igualdade de condições, causando efeito nos aspectos biocomportamentais de insetos.

Já Manteiga de Jaboticabal e Geórgia 2 não apresentaram características de resistência, sendo classificados como suscetíveis.

Roxa I-919, foi considerado altamente suscetível a qual proporcionou índice satisfatório para o desenvolvimento biológico da praga, sugerindo essa cultivar não apresentar resistência da categoria antibiose quando comparado com os demais genótipos. Estes resultados diferem de Tagliari (2007) que definiu o genótipo Roxa I-919 como sendo resistente a *P. xylostella*, devido provavelmente a menor concentração de sinigrina, sendo este fato explicado que pelo processo de co-evolução a traça-das-crucíferas passou a usar esta sinigrina como atrativo e estimulante alimentar (Thorsteinson, 1958), pois na presente pesquisa evidenciou-se menores quantidades deste metabólico secundário neste genótipo.

Spencer (1996), também comprovou a ação atrativa de sinigrina, para *P. xylostella*, quando observou que esta substância, aliada a compostos cerosos (alcanos), aumenta significativamente a preferência para oviposição dessa praga.

4. Conclusões

- O genótipo de couve Manteiga de Ribeirão Pires I-2620, apresenta alto grau de resistência a *S. frugiperda* da categoria antibiose e alto teor de fenóis em sua composição;

- O genótipo Manteiga de Mococa, apresenta resistência moderada a *S. frugiperda* e alta quantidade de sinigrina;

- Roxa I-919, é altamente suscetível a *S. frugiperda* por proporcionar melhor desenvolvimento biológico;

- A análise de agrupamento é importante para a seleção de genótipos resistentes e entendimento na relação com os metabólicos secundários;

5. Referências

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.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Impact of the number of *Spodoptera frugiperda* egg layers on parasitism by *Trichogramma atopovirilia*. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 190-193, 2005.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; TOLEDO, M. A. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 80, n.2, p. 148-158, 2005.

BOIÇA JUNIOR, 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 JUNIOR, 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.

BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962.7p.

CABRAL FILHO, S. L. S. **Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos**. 2004, 88f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. 2004.

CAMPOS, A. P.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; JESUS, F. G.; GODOY, I. J. Avaliação de cultivares de amendoim para resistência a *Spodoptera frugiperda*. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 349-355, 2011.

CAMPOS, A. P. **Resistência de cultivares de amendoim de hábitos de crescimento ereto e rasteiro a *Spodoptera frugiperda*, em laboratório.** 2009, 50f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

CAMPOS, Z. R.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; FILHO, W. V. V.; CAMPOS, O. R.; CAMPOS, A. R. The feeding preferences of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton plant varieties. **Acta Scientiarum Agronomy**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 125-130. 2012.

CAMPOS, Z. R. **Resistência de variedades de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepdoptera: Noctuidae).** 2008, 67f. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal 2008.

CRUZ, I. Métodos de criação de agentes entomófagos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). In: BUENO, V. H. P. (ed.) **Controle biológico de pragas: Produção massal e Controle de qualidade.** Lavras: Editora UFLA, p. 112-135. 2000.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. de L. C.; SILVA, R. B. Controle Biológico de Pragas de Milho. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 43, v. 1, p. 165-190. 2011.

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

GLAUSER, G.; SCHWEIZER, F.; TURLINGS, T. C. J.; REYMOND, P. Rapid profiling of intact glucosinolates in *Arabidopsis* leaves by UHPLC-QTOFMS using a charged surface hybrid column. **Phytochemistry**, Philadelphia, v. 23, n. 3, p. 520-528, 2012.

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.

HALKIER, B. A.; GERSHENZON, J. Biology and biochemistry of glucosinolates. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 57, n. 1, p. 303-334, 2006.

JESUS, F. G. **Resistência de cultivares de algodoeiro sobre *Spodoptera frugiperda* e *Alabama argillacea* (Lepdoptera: Noctuidae) e efeito na biologia e**

comportamento de *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae. 2009, 85f. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

KUHAR, T. P.; CORDERO, R. J.; BARLOW, V. M.; VENKATA, R. Y.; SPEESE, J. Evaluation of foliar insecticides for controlling lepidopterous pests in cabbage. **Arthropod Management Tests**, Saint Paul, v. 28, n. 10, p. 1-2, 2003.

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

LOPES, G. S.; LEMOS, R. N. S.; MACHADO, K. K. G.; MACIEL, A. A. S.; OTTATI, A. L. T. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Caatinga**, Mossoró, n. 21, n. 3, p. 134-140. 2008.

LUGINBILL, P. **The Fall Armyworm.** Washington: United States Department of Agriculture. (Technical Bulletin, 34). 1928. 90p.

MACHADO, V. L. L.; GIANNOTTI, E.; OLIVEIRA, R. M. Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). **Anais da sociedade entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 14, n. 1, p 121-130, 1985.

MAKKAR, H. P. S.; BLUMMEL M.; BOROWY, N. K.; BECKER, K. Gravimetric determination of tannins and their correlation with chemical and protein precipitation methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 61, n. 1, p. 161-165, 1993.

MALDINI, M.; BAIMA, S.; MORELLI, G.; SCACCINI, C.; NATELLA, F. A liquid chromatography-mass spectrometry approach to study "glucosinoloma" in broccoli sprouts. **Journal of Mass Spectrometry**, Maldem, v. 47, n. 2, p. 1198-1206, 2012.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Arlington, v. 85, n. 6, p. 1217-1240. 2002.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. 2009. In: **Bioecologia e nutrição de insetos**. PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Embrapa, Brasília, p.21-36.

PORTER, L. J.; HRSTICH, L. N.; CHAN, B. G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochemistry**, New York, v. 25, p. 223-230, n. 1, 1986.

REICHELT, M.; BROWN, P. D.; SCHNEIDER, B.; OLDHAM, N. J.; STAUBER, E.; TOKUHISA, J.; KLIEBENSTEIN, D. J.; MITCHELL-OLDS, T.; GERSHENZON, J. Benzoic acid glucosinolate esters and other glucosinolates from *Arabidopsis thaliana*. **Phytochemistry**, New York, v. 59, n. 6, p. 663-671, 2002.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 1, n. 2, p. 43-50, 2001.

SARRO, F. B. **Biologia comparada de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) em milho e em cultivares de algodoeiro**. 2006, 98f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006.

SCHALLER, A. Induced plant resistance to herbivory. 2008. In: BERNARDS, M.A; BASTRUP-SPOHR, L. **Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivory**, New York: Springer, p. 189-208.

SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A. van; DICKE, M. Plants as insect food: not the ideal. 2005. In: SCHOONHOVEN, L. M.; LOON, J. J. A. van; DICKE, M. **Insect-plant biology**. New York: Springer, p. 83-120.

SCHLICK-SOUZA, E. C.; BALDIN, E. L. L.; LOURENÇÃO, A. L. Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*. **Journal of Pest Science**, New York, v. 84, n. 1, p. 429-436, 2011.

SCRIBER, J. M.; SLANSKY, J. R. F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 26, n. 1, p. 183-211, 1981.

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

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

STATSOFT, Inc. (2004). **STATISTICA** (data analyses software system), version 7. Disponível em: <71el.statsoft.com>.

SPENCER, J. L. Waxes enhance *Plutella xylostella* oviposition in response to sinigrin and cabbage homogenates. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Malden, v. 81, n. 2, p. 165-173, 1996.

TAGLIARI SRA. 2007. **Não-preferência para oviposição, alimentação e antibiose de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) por genótipos de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.)**. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

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.

THULER, R. T.; DE BORTOLI, S. A.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Classificação de cultivares de brássicas com relação à resistência à traça-das-crucíferas e à presença de glucosinolatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 467-474, 2007.

TIRELLI, A. A.; ALVES, D. S.; CARVALHO, G. A.; SÂMIA, R. R.; BRUM, S. S.; GUERREIRO, M. C. Efeito de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1417-1424, 2010.

TOLRÀ, R. P.; ALONSO, R.; POSCHENRIEDER, C.; BARCELÓ, D.; BARCELÓ, J. Determination of glucosinolates in rapeseed and *Thlaspi caerulescens* plants by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, Philadelphia, v. 889, n. 2, p. 75-81, 2000.

TROYER, J. K.; STEPHENSON, K. K.; FAHEY, J. W. Analysis of glucosinolates from broccoli and other cruciferous vegetables by hydrophilic interaction liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, Philadelphia, v.919, n. 3, p. 299-304, 2001.

VELOSO ES. 2010. **Resistência de cultivares de soja a *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2010.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. 2009. IN: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos**. p. 1055-1105.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. 2005. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 215p.

WENDLING, P. **A vida cura a vida: O uso dos recursos naturais como terapia**. Novo Hamburgo: Berthier, 2001.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, 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.