

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

**CATEGORIAS, NÍVEIS E CAUSAS DE RESISTÊNCIA DE
GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO A *Zabrotes subfasciatus*
(BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)**

Wellington Ivo Eduardo

Engenheiro Agrônomo

2014

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

**CATEGORIAS, NÍVEIS E CAUSAS DE RESISTÊNCIA DE
GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO A *Zabrotes subfasciatus*
(BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)**

Wellington Ivo Eduardo

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).

2014

Eduardo, Wellington Ivo
E24c Categorias, níveis e causas de resistência de genótipos de feijoeiro
a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) /
Wellington Ivo Eduardo. – – Jaboticabal, 2014
x, 66 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Arlindo Leal Boiça Júnior
Banca examinadora: Nilza Maria Martinelli, Alisson Fernando
Chiorato
Bibliografia

1. Antibiose. 2. Análise multivariada. 3. Caruncho pequeno do
feijoeiro. 4. *Phaseolus vulgaris*. 5. Resistência de plantas. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.76:635.652

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, NÍVEIS E CAUSAS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS
DE FEIJOEIRO A *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833)
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

AUTOR: WELLINGTON IVO EDUARDO

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

Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI

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

Prof. Dr. ALISSON FERNANDO CHIORATO

Instituto Agronômico de Campinas / Campinas/SP

Data da realização: 21 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

WELLINGTON IVO EDUARDO – Natural de São Bernardo do Campo, SP, nascido no dia 23 de março 1989, filho de José Eduardo e Maria Aparecida Ivo Eduardo, formado no curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia no ano de 2011, Realizou estágio e desenvolveu pesquisa na área de Entomologia Agrícola nos anos de 2009 a 2011. Em 2012, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, atua em pesquisas na subárea Resistência de Plantas a Insetos, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Sob a orientação do Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior. Aprovado na seleção de doutorado na mesma instituição, com início em março de 2014.

Pegadas na areia

Uma noite eu tive um sonho

Sonhei que estava andando na praia com o Senhor e, através do céu, passavam-se cenas da minha vida.

Para cada cena que se passava, percebi que eram deixados dois pares de pegadas na areia; um era meu e o outro, do Senhor.

Quando a última cena da minha vida passou diante de nós, olhei para trás, para as pegadas na areia, e notei que muitas vezes, no caminho da minha vida, havia apenas um par de pegadas na areia.

Notei também que isso aconteceu nos momentos mais difíceis e angustiosos do meu viver.

Isso me entristeceu deveras, e perguntei, então, ao Senhor: "Senhor, Tu disseste-me que, uma vez que eu resolvera te seguir, tu andarias sempre comigo em todo o caminho, mais notei que, durante as maiores tribulações do meu viver, havia na areia dos caminhos da vida apenas um par de pegadas".

"Não compreendo porque, nas horas em que mais necessitava de ti, Tu me deixaste".

O Senhor respondeu-me: "Meu precioso filho. Eu amo-te e jamais te deixaria nas horas da tua prova e do teu sofrimento: Quando viste na areia apenas um par de pegadas, foi exatamente aí que Eu te carreguei nos braços".

Canadiana Margaret Fishback Powers

Agradeço

A Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, sendo meu porto seguro e de onde tiro forças nos momentos mais difíceis.

Dedico

Aos meus pais José Eduardo e Maria Aparecida Ivo Eduardo, por todo amor, carinho, atenção, apoio, companheirismo, educação e todas as outras formas de afeto que recebi ao longo de minha vida.

Ofereço

A minha irmã Rejane Eduardo Ferraz por nunca me deixar desistir dos meus sonhos e a minha noiva Michele Cristina Penteado Innocente por me apoiar em todas as decisões da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter guiado minha vida e estar sempre presente em especial nos momentos mais difíceis, quando me fortaleceu em fé e amor, principal sustento para a vida.

Ao Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior, pela orientação, ensinamentos e atenção, fundamentais para elaboração deste trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado em Entomologia Agrícola.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

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

Aos Professores Dra. Nilza Maria Martineli e Dr. Odair Aparecido Fernandes pela participação e grande colaboração no meu exame geral de qualificação.

Aos professores Dr. Helder Louvandini e a técnica de laboratório Marina Regina Santos Rodeiro Peçanha pela realização dos testes da análise bromatológica.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em especial ao Alisson Fernando Chiorato e Sérgio Augusto Moraes Carbonell pelo fornecimento dos grãos dos genótipos para realização desta pesquisa.

Ao meu amigo e companheiro de trabalho Renato Franco Oliveira de Moraes por todo apoio e auxílio na realização desta pesquisa.

Ao técnico de laboratório e amigo Zulene Antônio Ribeiro por todo auxílio prestado durante a execução desta pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos: Bruno Henrique Sardinha de Souza, Débora Maria Ferreira Canuto, Eduardo Costa Neves, Flávia Queiroz de Oliveira, Gislane da Silva Lopes, Ivan Righini Cedin, Jeane Dayse Veloso dos Santos, Junno Diniz, Luciano Nogueira, Mirella Marconato Di Bello e Nara Elisa Lobato Rodrigues.

À minha orientadora de graduação, Prof.^a Dr.^a Luciana Cláudia Toscano Maruyama, por todo conhecimento apoio e colaboração transmitidos quando iniciei meus estudos na área da Entomologia Agrícola.

Aos meus amigos da República Tia Méri, Antônio Maurício Loureiro Júnior, Arquimedes Pellecchia, Mateus Godoy, Higor Silva, Jefferson Yunis Aguinaga, Túlio Henrique Kanashiro Uehara, Caio Souza, André Pierre, João Pedro Berton, Gabriel Augusto e a nossa segunda mãe a Dona Fátima pelo companheirismo, amizade, apoio e aprendizado que levarei pelo resto da vida.

A todos os funcionários do Departamento de Fitossanidade, em especial a Lígia Dias Fiorezzi, por toda colaboração e auxílio durante o período do curso de mestrado em Entomologia Agrícola.

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Feijão: Centro de origem, produção e importância	3
2.2. Distribuição geográfica de <i>Z. subfasciatus</i>	4
2.3. Aspectos biológicos de <i>Z. subfasciatus</i>	5
2.4. Danos de <i>Z. subfasciatus</i>	6
2.5. Controle de <i>Z. subfasciatus</i>	7
2.6. Análise Bromatológica	8
3. REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO 2 - NÍVEIS DE RESISTÊNCIA NA CATEGORIA ANTIBIOSE EM GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO AO ATAQUE DE <i>Zabrotes subfasciatus</i> (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	27
4. CONCLUSÕES	37
5. REFERÊNCIAS	37
CAPÍTULO 3 - CAUSAS DE RESISTÊNCIA NAS CATEGORIAS DE NÃO PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO E ANTIBIOSE EM GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO AO ATAQUE DE <i>Zabrotes subfasciatus</i> (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)	41
1. INTRODUÇÃO	42
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1. Teste com chance de escolha	44

2.2. Teste sem chance de escolha	45
2.3. Análise bromatológica	47
2.4. Análise estatística	48
3. Resultado e discussão	49
3.1. Teste com chance de escolha	49
3.2. Teste sem chance de escolha	56
4. CONCLUSÕES	61
6. REFERÊNCIAS	61

**CATEGORIAS, NÍVEIS E CAUSAS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE
FEIJOEIRO A *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA:
BRUCHIDAE)**

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de feijoeiro com características de resistência a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) para identificar as categorias, níveis e causas de resistência. O experimento foi conduzido na UNESP/FCAV no Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, em sala climatizada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Foi avaliada a antibiose de genótipos de feijoeiro a *Z. subfasciatus*, utilizando delineamento inteiramente casualizado com 43 genótipos e 40 grãos (repetições). Os grãos foram acondicionados em recipientes cilíndricos de plástico sendo liberados 10 casais de *Z. subfasciatus* por amostras para ovipositarem nos grãos. Diariamente, foi observada a quantidade de ovos em cada grão, a fim de se obter dois ovos por repetição. Os grãos com dois ovos foram individualizados, pesados e colocados em um “eppendorf” de dois mL durante 10 dias para verificação diária da eclosão das larvas. Após 25 dias da oviposição os grãos continuaram a ser observados diariamente, para a quantificação dos adultos emergidos, os quais foram sexados e confinados isoladamente em “eppendorf” de dois mL para avaliação do peso e longevidade. Ao término da emergência dos adultos os grãos foram pesados novamente e depois foram secos em estufa para a determinação da massa seca consumida. Os resultados foram submetidos às análises uni e multivariada para a determinação dos níveis de resistência. A partir desse primeiro ensaio selecionou-se oito genótipos com características de resistência e dois suscetíveis no intuito de validar o teste anterior e determinar as categorias de resistências e possíveis causas. Para tanto foram realizados testes com e sem chance de escolhas, ambos em delineamento inteiramente casualizado com os 10 genótipos selecionados e quatro repetições. No primeiro teste, foram utilizadas arenas confeccionadas com bandejas circulares de alumínio, sendo o suporte para placas de isopor circular com aberturas nas extremidades, que acondicionava de forma equidistante do centro os recipientes cilíndricos de plásticos com 10 g de sementes dos respectivos genótipos. Desta forma, foram liberados ao centro da arena sete casais de *Z. subfasciatus* por genótipo, para avaliação da atratividade, oviposição, desenvolvimento e massa seca de grãos consumida. No teste sem chance de escolha utilizou-se recipientes cilíndricos de plásticos, com 10 g de cada genótipo, nos quais foram liberados sete casais para avaliação da oviposição, desenvolvimento e massa seca de grãos consumida. Foi realizada a análise bromatológica dos genótipos a fim de determinar uma possível causa da resistência. No primeiro ensaio os genótipos de feijoeiro foram classificados na categoria antibiose em quatro níveis de resistência a *Z. subfasciatus*: Altamente resistente 284, 186, 173, 179, 361, 283 e Raz 59; Moderadamente resistente: 282, 364, 177, Raz 49, 363, 249, 247, Raz 55, 365, 187, 362, 245, 174, 182 e Arc 2; Suscetível: 281, 243, 242, 244, 183, 175, 360, 359, 280, 248, 181, 184, 185, 188, 178, 176, 246 e IAC Diplomata e Altamente suscetível: IAC Una, IAC Alvorada e Vermelho Graúdo. No segundo ensaio utilizando os genótipos selecionados verificou-se que os grãos dos genótipos de feijoeiro foram igualmente ovipositado por *Z. subfasciatus*, em teste com e sem chance de escolha. Os

genótipos Raz 59, 173, 177, 179, 283, 284, 361 e 364 foram classificados na categoria antibiose, como resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*, porém não foi possível identificar a causa da resistência com os testes realizados pela análise bromatológica.

Palavras-chave: Antibiose, análise multivariada, caruncho pequeno do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris*, resistência de plantas.

CATEGORIES, LEVELS AND MECHANISMS OF RESISTANCE OF BEAN GENOTYPES TO *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

ABSTRACT - The aim of this work was to select bean genotypes with resistance-related traits against *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) to identify resistance categories, levels and mechanisms. The experiment was carried out at UNESP/FCAV, in the Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, at 25 ± 1 °C temperature, $70 \pm 10\%$ relative humidity and 12h photophase. Was evaluated antibiosis of bean genotypes to *Z. subfasciatus*, using completely randomized design with 43 genotypes and 40 seeds (replicates). The seeds were placed in cylindrical plastic containers in which 10 pairs of *Z. subfasciatus* were released per sample to lay eggs in the seeds. The amount of eggs in each seed was recorded daily in order to obtain two eggs per replicate. Seeds with two eggs were individualized, weighed and kept in 2 mL eppendorf for 10 days to check the eclosion of the larvae daily. At the end of the emergence of the adults the seeds were weighed again and then were dried in an oven to determine the dry weight consumed. Results were subjected to univariate and multivariate analyses to determine the levels of resistance. From this first assay, eight genotypes with resistance-related traits and two susceptible genotypes were screened to validate the prior test and determine the resistance categories and potential mechanisms. For this, free-choice and no-choice tests were performed, both in a completely randomized design with 10 screened genotypes and four replications. In the first test, arenas made of aluminum circular trays were used, which supported circular styrofoam plates with openings on the edges where cylindrical plastic containers with 10 g of seeds of the respective genotypes were inserted equidistantly from the center of the plate. Next, seven pairs of *Z. subfasciatus* per genotype were released on the center of the plate to evaluate attractiveness, oviposition, development and dry weight of seeds consumed. In the no-choice test, cylindrical plastic containers with 10 g of each genotype were used, in which seven pairs were released for the evaluation of oviposition, development and dry weight of seeds consumed. Bromatological analysis of the genotypes was done in order to determine a potential mechanism of resistance. In the first assay the bean genotypes were classified in four levels of antibiosis-type resistance against *Z. subfasciatus*: highly resistant, 284, 186, 173, 179, 361, 283 and Raz 59; moderately resistant, 282, 364, 177, Raz 49, 363, 249, 247, Raz 55, 365, 187, 362, 245, 174, 182 and Arc 2; susceptible, 281, 243, 242, 244, 183, 175, 360, 359, 280, 248, 181, 184, 185, 188, 178, 176, 246 and IAC Diplomata; and highly susceptible, IAC Una, IAC Alvorada and Vermelho Graúdo. In the second assay using the screened genotypes, seeds of the bean genotypes were equally oviposited by *Z. subfasciatus* in free-choice and no-choice tests. The genotypes Raz 59, 173, 177, 179, 283, 284, 361 and 364 were classified as antibiosis-type resistant to the attack of *Z. subfasciatus*, however, it was not possible to identify the mechanism of resistance with the tests performed by the bromatological analysis.

Key words: antibiosis, multivariate analysis, small weevil bean, *Phaseolus vulgaris*, host plant resistance

LISTA DE TABELAS

Página

Capítulo 2. Níveis de resistência na categoria antibiose em genótipos de feijoeiro ao ataque de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)	20
Tabela 1. Genótipos fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), para a realização dos testes de resistência ao ataque de <i>Zabrotes subfasciatus</i>	23
Tabela 2. Período de ovo a eclosão das larvas (dias) (ovo a larva) e porcentagem de larvas eclodidas (% L. E.), período de ovo a emergência de adultos (dias), (machos + fêmeas, machos e fêmeas) e porcentagem de adultos emergidos (% A. E.) de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2012	28
Tabela 3. Período da eclosão de larvas a emergência de adulto (machos + fêmeas, machos e fêmeas) e período da emergência a morte de adultos (longevidade) (dias) (machos + fêmeas, machos e fêmeas) de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em diferentes genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2012	30
Tabela 4. Período de ovo a morte do adulto (ciclo de vida) (dias) de machos + fêmeas, machos e fêmeas; peso dos adultos (mg) machos + fêmeas, machos e fêmeas, razão sexual e massa seca de grãos consumida (M. S. C.) (mg) em cada grão e por larvas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em diferentes genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2012	32

Capítulo 3. Causas de resistência nas categorias de não preferência para oviposição e antibiose em genótipos de feijoeiro ao ataque de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)	41
Tabela 1. Número de insetos atraídos por grãos de genótipos de feijoeiro pelos machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013	49
Tabela 2. Número médio de ovos viáveis, inviáveis, totais, porcentagem de ovos viáveis, número de adultos emergidos machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e porcentagem de adultos emergidos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em teste com chance de escolha, em diferentes genótipos de feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2013	50
Tabela 3. Período em dias de ovo a emergência de adultos (ciclo de vida) de machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e período da emergência a morte de adultos (longevidade) machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013	52
Tabela 4. Peso de adultos (mg) machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e massa seca de grãos consumida (M. S. C.) (mg) por <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013	54
Tabela 5. Coeficiente de correlação linear entre os parâmetros biológicos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> avaliados, em teste com chance de escolha versus os componentes bromatológicos dos genótipos de feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2013	55

Tabela 6. Número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais, porcentagem de ovos viáveis, número de insetos emergidos machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e porcentagem de adultos emergidos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em teste sem chance de escolha, em diferentes genótipos de feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2013	56
Tabela 7. Período em dias de ovo a emergência de adultos (ciclo de vida) de machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas, período da emergência a morte de adultos (longevidade) de machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013	57
Tabela 8. Peso de adultos (mg) machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e massa seca de grãos consumida (mg) por <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013	59
Tabela 9. Coeficiente de correlação linear entre os parâmetros biológicos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> avaliados em teste sem chance de escolha versus os componentes bromatológicos dos genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2013	60

LISTA DE FIGURAS

	Página
Capítulo 2. Níveis de resistência na categoria antibiose em genótipos de feijoeiro ao ataque de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)	20
Figura 1. Visualização estrutural do ovo de <i>Zabrotes subfasciatus</i> com excrementos considerado ovo viável (A) e sem a excrementos considerado inviável (B).	25
Figura 2. Visualização do “Eppendorf” de 2 mL em que os adultos foram confinados (A) e balança analítica de precisão (B)	26
Figura 3. 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.	34
Figura 4. Dendrograma baseado nos parâmetros biológicos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> alimentado com genótipos de feijão. 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	35

Figura 5. Distribuição dos genótipos de feijão e parâmetros biológicos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> , segundo a análise dos componentes principais. Ovo a larva (OL), porcentagem de eclosão das larvas (EL), Período em dias de ovo a adulto (AO), larva a adulto (LA), longevidade (LO), ovo a morte dos adultos (CL), emergência de adultos (EA), peso de adultos (PA), razão sexual (RZ), massa seca consumida no grão (MG) e massa seca consumida por larva (mL)	36
Capítulo 3. Causas de resistência nas categorias de não preferência para oviposição e antibiose em genótipos de feijoeiro ao ataque de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)	41
Figura 1. Carunchos liberados ao centro ao centro da arena (A) e arenas vedadas com fita adesiva (B), em teste com chance de escolha por <i>Zabrotes subfasciatus</i> , em grãos de genótipos de feijoeiro	45
Figura 2. Recipientes cilíndricos de plásticos utilizados para o teste sem chance de escolha, por <i>Zabrotes subfasciatus</i> em grãos de genótipos de feijoeiro	46
Figura 3. Orifícios da emergência de <i>Zabrotes subfasciatus</i> observados em grãos de dez genótipos de feijoeiro	51

Capítulo 1 – Considerações gerais

1. Introdução

O feijão comum, *Phaseolus vulgaris* Linnaeus, é uma leguminosa rica em proteína, de grande importância para alimentação humana no Brasil, que se consolida como maior produtor e consumidor deste grão, com produção média na safra de 2013/14 estimada em 3,44 milhões de toneladas em uma área plantada de 3,12 milhões de hectares (CONAB, 2014) e consumo médio per capita da população estimado em 16,3 kg/ano (BORÉM; CARNEIRO, 2006).

Apesar do grande consumo e produção, a produtividade brasileira é baixa, devido a vários fatores, dentre eles estão os problemas fitossanitários como os insetos-pragas que podem atacar o feijoeiro na semeadura, estádios vegetativos, reprodutivos e até pós-colheita (YOKOYAMA, 2006). Destaca-se nesse último período o caruncho pequeno do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) considerado a principal praga de grãos armazenados nas regiões tropicais (ABREU, 2005). Além de ocorrer em todas as regiões do globo terrestre, em que grãos de feijões são armazenados, desde que os fatores climáticos não limitam seu ciclo de vida (BRITO et al., 2006).

No Brasil estima-se anualmente 10% de perdas quantitativas relacionadas com as pragas de pós-colheita (MORAES et al., 2011). Entretanto, existem ainda as perdas qualitativas que são as mais preocupantes, pois podem comprometer a comercialização dos grãos produzidos (LORINI, 2008), devido aos seus danos através da penetração e alimentação das larvas nos cotilédones, o que ocasiona perda de peso, diminuição do valor nutritivo, perda do poder germinativo das sementes devido à destruição do embrião, redução do grau de higiene do produto pela presença de ovos, larvas, galerias e orifícios de emergências dos adultos e suas dejeções, o que pode prejudicar as qualidades culinárias (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977; GALLO et al., 2002).

O controle químico normalmente é o método mais eficaz e mais utilizado para seu manejo, por ser de fácil aplicação e menor tempo de ação (FARONI; SILVA, 2008). Porém pode ocorrer inconvenientes com o uso desses defensivos químicos, como a contaminação do ambiente, intoxicação de animais e do homem e ocorrência de resíduos tóxicos nos grãos (ZANÃO et al., 2009).

Desta forma, cresce a procura por métodos alternativos menos agressivos ao meio ambiente, o que estimula novos métodos para o controle dos carunchos (LARA, 1997). Dentre estes a resistência de plantas ao ataque de insetos possuem vantagens, podem reduzir as populações de insetos-pragas abaixo do nível de dano econômico, diminuir o custo de produção e riscos de desequilíbrios no agroecossistema, além da possibilidade de utilização harmoniosa com outras táticas de controle (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Vários trabalhos na literatura buscam genótipos de feijoeiro resistentes aos carunchos, como Mazzonetto e Boiça Júnior (1999); Boiça Júnior, Botelho e Toscano (2002); Baldin e Pereira (2010); Moraes et al. (2011). Embora, poucos procuram descobrir as causas que oriundam essa resistência, apesar da grande importância das mesmas para os programas de melhoramento genético, que são a base para obtenção de cultivares resistente.

No Brasil os programas de melhoramento genético com feijoeiro estão voltados principalmente para características de produtividade e resistência a doenças. Assim o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) iniciou um programa de melhoramento genético com intuito de associar cultivares comerciais com alta produtividade e com resistência a algumas doenças, como IAC Alvorada, IAC Diplomata e IAC Una (IAC, 2013), com genótipos que apresentam características de resistência ao caruncho *Z. subfasciatus* como Arc 2, Raz 49, Raz 55 e Raz 59 (RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007; BALDIN; PEREIRA, 2010; MORAES, et al., 2011). O objetivo desses cruzamentos foram obter genótipos resistentes ao caruncho e com alta produtividade.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi selecionar genótipos de feijoeiro com características de resistência a *Z. subfasciatus*, para identificar as categorias, níveis e causas dessa resistência.

2. Revisão de literatura

2.1. Feijão: Centro de origem, produção e importância

Existem diversas hipóteses sobre o centro de origem do feijão, segundo a Embrapa (2005), pesquisas utilizando dados com base em padrões eletroforéticos de faseolina sugeriram a existência de três centros, o mesoamericano, que abrange o sudeste dos Estados Unidos até o Panamá; o sul dos Andes que cinge o Chile e Argentina e também o norte que abrange países como Peru, Colômbia e Venezuela. Freitas (2006) refere-se as variedades atuais como resultado da domesticação de feijoeiros de pelo menos dois centros de origem, sendo da América Central e a do Sul dos Andes. Gepts e Debouck (1991) citam um terceiro centro, na região da Colômbia. No entanto, populações selvagens de feijão crescem, desde o Norte do México até o Norte da Argentina, em altitudes entre 500 e 2.000 m, entretanto, não são encontradas naturalmente no Brasil (DEBOUCK, 1986).

Existem aproximadamente 55 espécies do gênero *Phaseolus*, das quais cinco são as mais cultivadas: feijão comum (*P. vulgaris*); feijão de lima (*Phaseolus lunatus* Linnaeus); ayocote (*Phaseolus coccineus* Linnaeus); feijão tepari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) e o (*Phaseolus polyanthus* Greenman) (EMBRAPA, 2005).

No Brasil, o feijão foi introduzido por rotas distintas, já que existem feijões grandes como o Jalo e o Pintado, oriundos dos Andes, e também pequenos como o preto, marrons claros e mulatinhos advindos da América Central (GEPTS; BLISS, 1986). Considerado um dos alimentos básicos mais importantes, por se destacar como fonte de proteína para o povo brasileiro e também para grande parte da América Latina e México, além de apresentar também, elevado conteúdo energético quando comparado a outros gêneros alimentícios (GUSMÁN-MALDONADO et al., 1996).

O consumo per capita da população brasileira é de aproximadamente 16,3kg/ano (ABREU, 2005; BORÉM; CARNEIRO, 2006). Somado a isso, a cultura destaca-se pela importância socioeconômica em razão da mão de obra empregada durante o ciclo da cultura. Estima-se que só em Minas Gerais para o cultivo do

feijão, sejam utilizados sete milhões de homens/dia no ciclo de produção (ABREU, 2005).

O Brasil se consolida como maior produtor e consumidor deste grão, com produção aproximada na safra de 2013/14 estimada em 3,44 milhões de toneladas em uma área plantada de 3,12 milhões de hectares (CONAB, 2013)

2.2. Distribuição geográfica de *Z. subfasciatus*

Apesar do Brasil ser o maior produtor de feijão, sua produtividade é baixa, e entre os fatores responsáveis incluem-se as pragas, que dependendo da cultivar e época de plantio, pode ocasionar perdas total da produção (ABREU, 2005), sendo atacado desde a germinação até a pós-colheita (YOKOYAMA, 2006). Em relação às pragas de pós-colheita, destaca o bruquídeo *Z. subfasciatus*, principal praga de feijão armazenado em regiões tropicais da América Latina (BARBOSA et al., 2000).

A espécie *Z. subfasciatus* é originária das Américas Central e do Sul, no início utilizou os ancestrais selvagens das formas cultivadas de *P. vulgaris* e *P. lunatus* como hospedeiros, se expandindo por todo o mundo (DENDY; CREDLAND, 1991). Quando se tornou uma importante praga agrícola cosmopolita devido ao seu estabelecimento e contínua reprodução, disseminou-se cada vez mais por meio do comércio de sementes, nas regiões tropicais e subtropicais (GONZÁLEZ-RODRIGUEZ et al., 2002; AEBI et al., 2004).

Pode ser encontrado nas diversas regiões do mundo com essas características edafoclimáticas (ABATE; AMPOFO, 1996), como também em regiões de clima temperado e frio (ROSSETTO, 1996). Ou seja, ocorrem em todas as regiões do globo terrestre nas acontece o armazenamento de grãos de feijões, desde que os fatores climáticos não limitam seu ciclo de vida (BRITO et al., 2006).

A presença de *Z. subfasciatus* no Brasil foi assinalada primeiramente por Bondar (1936), estando disseminado em todos os estados produtores de feijão, principalmente em Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo (SILVA et al., 1968).

2.3. Aspectos biológicos de *Z. subfasciatus*

Os adultos machos de *Z. subfasciatus* medem em torno de 1,8 mm de comprimento, e pesam 1,7 mg e a fêmea 2,5 mm e 3 mg (FERREIRA, 1960; DENDY; CREDLAND, 1991). Possui o abdômen bastante pubescente, com os fêmures posteriores desprovidos de espinhos, mas possuem dois esporões móveis no ápice das tíbias posteriores. As fêmeas geralmente são maiores que os machos e diferenciáveis com facilidade pelo dicromismo sexual; já que os machos têm coloração marrom-clara, enquanto as fêmeas apresentam os élitros pretos e brilhantes, com uma mancha branca transversal em cada élitro, além de uma pubescência branca na base do pronoto (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002; HILL, 2002).

As fêmeas fixam seus ovos no tegumento com uma gota de um líquido claro e pegajoso de secreção adesiva, que se enrijece rapidamente de forma aderente ao ovo e serve como base para facilitar a penetração da larva no interior do grão, (ABATE; AMPOFO, 1996; GALLO et al., 2002).

Toda essa secreção adesiva contendo o ovo mede 0,46 a 0,60 mm de comprimento e 0,44 a 0,50 mm de largura, de forma arredondada, com coloração translúcida logo que ocorre a oviposição e esbranquiçada quando ocorre à eclosão das larvas (GALLO et al., 2002).

As larvas são de coloração branca leitosa do tipo curculioniforme, robustas, apresentam tegumento fino com acentuada curvatura ventral (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002). Logo no primeiro instar já penetram as sementes e permanecem se alimentando dos cotilédones, por quatro instares até empuparem. Nesse período os grãos ficam com galerias oriundas de sua alimentação, quando no quarto instar abrem uma câmara pupal, na forma de um orifício circular coberto por uma fina camada do tegumento da semente, que fica visível externamente à medida que o inseto se desenvolve, facilitando a emergência dos adultos (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002; HILL, 2002).

As pupas são do tipo exarada ou livre, de mesma coloração das larvas, possuem apêndices não soldados ao corpo (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA; IDE, 2006), geralmente são maiores que os adultos, com aproximadamente 2,5 a 3,5 mm

de comprimento e 1,5 a 2,0 mm de largura. É possível nessa fase identificar o sexo pelo último segmento abdominal retilíneo nas fêmeas e arqueado nos machos (FERREIRA, 1960; ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002).

Os adultos emergem dentro do grão e podem sair imediatamente ou permanecer no mesmo por dias, até empurrar o opérculo ou mesmo sair imediatamente e são capazes de acasalar após 15 minutos e reiniciar a infestação (SOUTHGATE, 1978; ATHIÉ; DE PAULA, 2002).

O ciclo de vida de *Z. subfasciatus* juntamente com a oviposição pode variar de acordo com temperatura, umidade, hospedeiro e variedade. No entanto o ciclo médio está em torno de 26 dias com longevidade de fêmeas em média de 11 dias e com oviposição média de 22 ovos (GALLO et al., 2002).

Ferreira (1960), avaliando a biologia desta espécie, constatou que o ambiente ótimo para o rápido desenvolvimento é 75% de UR e 27 °C e que nestas condições o período total de desenvolvimento é de aproximadamente 36 dias e a razão sexual desta espécie é de aproximadamente 1:1. Em estudos realizados por Howe e Currie (1964) e Dendy e Credland (1991) a razão sexual observada foi de 50% e 50% e 46 e 54%, respectivamente.

2.4. Danos de *Z. subfasciatus*

A espécie de *Zabrotes subfasciatus* pode ocasionar diversos danos aos grãos e sementes de feijão, através da penetração e alimentação das larvas nos cotilédones, podendo destruí-los completamente. Com isso pode provocar perda de peso, diminuição do valor nutritivo, perda do poder germinativo das sementes devido à destruição do embrião, redução do grau de higiene do produto pela presença de ovos, larvas, galerias, orifícios de emergências dos adultos, exúvias e insetos e suas dejeções, reduzindo as qualidades culinárias (TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977; GALLO et al., 2002).

Além dos danos diretos podem ocorrer os danos indiretos, seja pelo aquecimento da massa dos grãos ou pela abertura de galerias e orifícios, que

favorece a entrada e o desenvolvimento de ácaros e microrganismos, principalmente fungos (HOHMANN; CARVALHO 1989; LORINI, 2002).

2.5. Controle de *Z. subfasciatus*

Existem várias táticas de controle desta praga, entre elas, o controle químico é normalmente mais utilizado pela sua eficiência (FARONI; SILVA 2008). Este tipo de controle é realizado através do uso de inseticidas fumegantes (LARA, 1991) que é favorecida pelo tamanho das sementes e pelos espaços que ficam entre as mesmas (HILL, 2002), sendo que muitos são eficazes em doses relativamente baixas, podendo oferecer proteção em longo prazo, que varia de 6 a 12 meses (ATHANASSIOU; PAPAGREGORIOU; BUCHELOS, 2004). Entretanto, há inconvenientes com o uso desses defensivos químicos, como a contaminação do ambiente, intoxicação do homem e de animais e ocorrência de resíduos tóxicos nos grãos (ZANÃO et al., 2009).

Desta forma, há uma procura por alternativas menos agressiva ao meio ambiente, o que estimula a busca de novos métodos para o controle dos carunchos (LARA, 1997). Pode-se destacar entre esses métodos o uso de variedades resistentes (OLIVEIRA et al., 1979; ORIANI; LARA; BOIÇA JÚNIOR, 1996; LARA, 1997; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE, (1997); MAZZONETTO; BOIÇA JÚNIOR, 1999).

Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, devido à sua constituição genotípica, é menos danificada que outra em igualdade de condições para o ataque de um inseto (ROSSETTO, 1973), possuindo vantagens como a redução das populações de insetos-pragas abaixo do nível de dano econômico, diminuição do custo de produção e riscos de desequilíbrios no agro ecossistema, além da possibilidade de utilização harmoniosa com outras táticas de controle (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Vários são os trabalhos encontrados na literatura que apontam genótipos de feijoeiro resistentes aos carunchos, como Barbosa et al. (1999); Boiça Júnior, Botelho e Toscano (2002); Mazzonetto e Vendramim (2002); Baldin e Lara (2004);

Ribeiro-Costa, Pereira e Zukovski (2007) Baldin e Pereira (2010); Moraes et al. (2011). Possivelmente a proteína arcelina está ligada como a principal causa da resistência de genótipos de feijoeiro a carunchos. Seis variantes alélicas de arcelina (Arc 1, Arc 2, Arc 3, Arc 4, Arc 5 e Arc 6), que conferem diferentes níveis de resistência a carunchos já foram descritas (OSBORN et al., 1986; LIOI; BOLLINI, 1989; SPARVOLI; BOLLINI, 1998).

Barbosa et al. (1999) estudaram o efeito da proteína arcelina na biologia de *Z. subfasciatus* em feijoeiro e observaram que insetos criados no genótipo Arc 2 reduziu o número de insetos emergidos. Foi verificado o aumento do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em genótipos portadores de arcelina. Em estudos realizados por Wanderley, Oliveira e Andrade (1997) com o genótipo Arc 1, Miranda, Toscano e Fernandes (2002) com os genótipos Arc 1 e Arc 4 e Mazzonetto e Vendramim (2002) com os genótipos Arc1, Arc 2, Arc 3 e Arc 4.

Harmsen et al. (1988); Lara, (1997); Barbosa et al. (2000) demonstraram que a proteína arcelina estava presente em linhagens selvagens resistentes e ausentes em linhagens e em genótipos suscetíveis, sendo associada à resistência aos bruquídeos.

Baldin; Pereira (2010) estudando genótipos de feijoeiro com e sem arcelina classificaram os genótipos Arc 2, Arc 3, Arc 4 e Arc 3S como deterrentes à oviposição do inseto e os genótipos Arc 1S e Arc 1 com elevados níveis de antibiose.

Ribeiro-Costa, Pereira e Zukovski (2007) observaram que os genótipos com arcelina Arc 1 e Arc 2, possivelmente possuem resistência do tipo antibiose, uma vez que houve alta porcentagem de mortalidade de fases imaturas e Arc 1 ocasionou o mais longo período de desenvolvimento de ovo a adulto, e os menores valores de peso para machos e para fêmeas.

2.6. Análise bromatológica.

Vários estudos procuram identificar genótipos de feijoeiros resistentes, porém poucos buscam descobrir e confirmar o mecanismo que oriunda essa resistência,

apesar da grande importância do mesmo para programas de melhoramento genético, que são a base de obtenção de cultivares resistente. Sendo assim é necessário aprofundar os estudos com intuito de descobrir as causas da resistência de genótipos de feijoeiro a carunchos.

Estudos de nutrição quantitativa dos insetos são realizados através da determinação e análise dos índices nutricionais, os quais revelam como esses organismos respondem aos diferentes alimentos e qual alimento exerce os maiores efeitos no seu crescimento (PARRA 1991).

Na literatura existem trabalhos que associam os componentes bromatológicos das plantas, com a alimentação dos insetos, com objetivo de melhor conhecer os aspectos nutricionais de determinadas cultivares e/ou idades das plantas, para serem fornecidas a esses organismos Miranda, Bonacin e Takahashi (2002); Porto, Funari e Dierckx (2006) e Porto (2008). Essa qualidade do alimento pode estar relacionada com características físicas, aleloquímicas e componentes nutricionais, o que influenciaria a capacidade de consumo e digestão do inseto (PARRA, 1991), o que poderia ser à causa da resistência de algumas plantas ao ataque desses artrópodes.

Schaller (2008) observou que os maiores teores de taninos podem causar redução no crescimento dos insetos. Altas concentrações de taninos podem constituir barreiras para a alimentação de herbívoros generalistas especialmente em ambientes xéricos (FERNANDES; PRICE, 1998). Este fato pode estar relacionado à formação de compostos que ao se associarem com as enzimas digestivas presentes no intestino dos herbívoros, levam a uma redução na eficiência da digestão de proteínas (SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005).

Sedano e Nicodemo (2009) verificaram que a quantidade de fibras pode interferir na digestibilidade da fase imatura de *Bombyx mori* L. (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Bombycidae). Pois com aumento no teor de fibras, menor parte do alimento ingerido é digerido, isto é, reduz a digestibilidade (PARRA; KOGAN, 1981).

As proteínas são constituintes químicos que influenciam o valor nutritivo dos vegetais, devido aos seus aminoácidos que fundamentam os processos metabólicos, sendo limitantes para o crescimento de insetos (MIRANDA et al. 2002). Porto (2000) observou que lagartas de *B. mori* de quinto instar, apresentaram um

decréscimo no peso vivo quando alimentadas com folhas de amoreira, com menor conteúdo de proteína.

Outro componente importante é o extrato etéreo, que compreende a porção de lipídeos, presente na matéria seca foliar, constituindo a fração mais energética dos alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os insetos, para suprir suas necessidades em lipídios até podem sintetizá-los a partir de outras fontes como proteínas e carboidratos, porém alguns ácidos graxos como o linoléico e linolênico e os esteróis, não são sintetizados dessas fontes, sendo essenciais para o desenvolvimento de alguns insetos (PARRA, 1991).

A matéria mineral (cinzas) é uma indicação da riqueza do alimento em elementos minerais. Embora não forneça informações sobre a sua composição, as cinzas contêm principalmente os cátions: cálcio, potássio, sódio, magnésio, ferro, cobre, cobalto e alumínio e os ânions sulfato, cloreto, silicato, fosfato entre outros importantes para o desenvolvimento dos insetos (SILVA; QUEIROZ, 2002).

3. Referências

ABATE, T.; AMPOFO, J. K. O. Insect pests of beans in Africa: their ecology and management. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 4, p.45-73, 1996.

ABREU A. F. B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safra na região sul de Minas Gerais: Pragas e métodos de controle**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, n. 6, Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br.htm>>. Acessado em: 15 de dez. 2013.

AEBI, A.; SHANI, T.; BUTCHER, R. D. J.; ALVAREZ, N.; RISTERUCCI, A. M.; BENREY, B. Isolation and characterization of polymorphism microsatellite markers in *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae). **Molecular Ecology Notes**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 752-754, 2004.

ATHANASSIOU, C. G.; PAPAGREGORIOU, A. S.; BUCHELOS, C. T. H. Insecticidal and residual effect of three pyrethroids against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored wheat. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 40, n. 3, p. 289–297, 2004.

ATHIÉ, I.; DE PAULA, D. C. **Insetos de Grãos Armazenados: Aspectos Biológicos e Identificação**. 2ª ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244p.

BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Efeito de temperaturas de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 365-369, 2004.

BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1507-1513, 2010.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833), em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1805-1810, 1999.

BARBOSA, F. R., YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 895-900, 2000.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; BOTELHO, A. C. G.; TOSCANO, L. C. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 51-55, 2002.

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 de, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013. p. 207-224.

BONDAR, G. Notas biológicas sobre bruchideos observados no Brasil. **Arquivos do Instituto de Biologia Vegetal**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 7-44, 1936.

BORÉM, A.; CARNEIRO, S. E. J. A cultura do Feijão In: **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 45p.

BRITO, J. P.; BAPTISTUSSI, R. C.; FUNICHELLO, M.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. de. Efecto de aceites esenciales de *Eucalyptus* ssp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) y *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) en dos especies del frijoles. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 32, p. 573-580, 2006.

CELESTINO FILHO, P.; ALMEIDA, A. A. Efeitos de infestação do *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) com diferentes níveis, em feijão armazenado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 6, 1980. Campinas, **Resumos...** Campinas: SEB, 1980. p. 29.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos safra 2013/14 - Quinto Levantamento, Fevereiro/2014**. Brasília; Conab, v. 1, n. 5, 2014, 69p.

COSTA, C.; IDE, S. Coleoptera. In: COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. (Ed.). **Insetos imaturos**: metamorfose e identificação. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. cap.13. p. 107-145.

DEBOUCK, D. G. Primary diversification of *Phaseolus* in the Americas: three centers? **Plant Genetic Resources**, Newsletter, v. 67, n. 1, p. 2-8, 1986.

DENDY, J.; CREDLAND, P. F. Development, fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 59, n. 1, p. 7-9, 1991.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2005. **Arroz e feijão: origem e história do feijão**. Embrapa arroz e feijão, Disponível em: <<http://www.conafe2011.com.br/origem.html>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

FARONI, R. A.; SILVA J. S. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008, p. 371-406.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. **Oecologia**, Berlin, v. 76, p.161-167, 1988.

FERREIRA, A. M. Subsídios para o estudo de uma praga de feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh.) (Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. **Garcia de Orta Série de Estudos Agronômicos**, Lisboa, v. 8, n. 3, p. 559-581, 1960.

FREITAS, F. O. Evidências genético-arqueológica sobre a origem do feijão comum no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1199-1203, 2006.

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

GEPTS, P.; BLISS, F. A. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. **Economic Botany**, New York, v. 40, n. 4, p. 469-478, 1986.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin, domestication and evolution of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SHOONHOVEN, A. van. (Ed). **Common bean: research for crop improvement**. Wallingford: CAB, 1991.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, A.; BENREY, B.; CALLEJAS, A.; OYAMA, K. Inter and intraspecific genetic variation and differentiation in the sibling bean weevils *Zabrotes subfasciatus* and *Z. sylvestris* (Coleoptera: Bruchidae) from Mexico. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 92, p. 185-189, 2002.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; MARÍN-JARILLO, A.; CASTELLANOS, J. Z.; GONZÁLEZ DE MEJÍA, E.; ACOSTA-GALLESOGOS, J. A. Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 53-58, 1996.

HARMSSEN, R.; BLISS, F. A.; CARDONA, C.; POSSO, C. E.; OSBORN, T. C. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 31, p. 54-55, 1988.

HILL, D. S. Pests: Classe Insecta. In: **Pests of stored foodstuffs and their control**. Secaucus: Kluwer Academic Publishers, p. 135-315, 2002.

HOHMANN, C. L.; CARVALHO, S. M. Pragas e seu controle, p. 217-246. In **O Feijão no Paraná**, Londrina: IAPAR, Circular Técnica 63, 1989, 303p.

HOWE, R. W.; CURRIE, J. E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of bruchidae breeding in stored pulses. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 55, n. 3, p. 437-477, 1964.

IAC - Instituto Agronômico De Campinas. Centro de Grãos e Fibras - **Cultivares de Feijão**. 2013. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/feijao.php>>. Acesso em 09 de Dezembro de 2013.

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

LARA, F. M. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I Winter crop. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 551-560, 1997.

LIOI, L.; BOLLINI, R. Identification a new arcelin variant in wild bean seeds. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 32, p. 28, 1989.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenamento de Grãos**. Campinas: IBG, 2002. p. 81-397.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2008, 72p.

MAZZONETO, F.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.

MAZZONETO F.; VENDRAMIM J. D. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de feijoeiro com e sem arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina. v. 31, n. 3, p. 435-439, 2002.

MIRANDA, J. E.; BONACIN, G. A. TAKAHASHI, R. Produção e qualidade de folhas de amoreira em função da época do ano e de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 499-504, 2002.

MIRANDA, J. E.; TOSCANO, L. C.; FERNANDES, M. G. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* a *Zabrotes subfasciatus* (Boh) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 28, n. 1, p. 571-576, 2002.

MORAES, C. P. B.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA; J. R.; COSTA, J. T. Determinação dos tipos de resistência em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 419-424, 2011.

OLIVEIRA, A. M.; PACOVA, B. E.; SUDO, S.; ROCHA, A. C. M.; BARCELLOS, D. F. Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 e *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 (Coleoptera, Bruchidae) em diversos cultivares de feijão armazenado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 8, n. 1, p. 47-55, 1979.

OLIVEIRA, J. V.; RAMALHO, M. A. P.; BARBIN, D. Avaliação dos prejuízos em feijões *Vigna sinensis* (L.) Savi e *Phaseolus vulgaris* (L.) devido ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera, Bruchidae). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 2, p. 19-22, 1977.

ORIANI, M. A. G.; LARA, F. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera, Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 213-216, 1996.

OSBORN, T. C.; BLAKE, T.; GEPTS, P.; BLISS, F. A. Bean arcelin, 2: genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.71, n. 6, p. 847-855, 1986.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas aplicações no manejo de pragas**. São Paulo: Malone, 1991, p. 9-66.

PARRA, J. R. P.; KOGAN, M. Comparative analysis of methods for measurements of food intake and utilization using the soybean looper, *Pseudoplusia includens* and artificial media. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht. v. 30, n. 1, p. 45-57, 1981.

PORTO A J (2000) **Efeito da idade de corte de dois cultivares de amoreira no desempenho e características do casulo do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.)**. 2000. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2000,

PORTO, A. J. Interação entre cultivar de amoreira e estágio de desenvolvimento da planta na produção do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 72-80, 2008.

PORTO, A. J.; FUNARI, S. R. C.; DIERCKX, S. M. A. G. Consumo e utilização do alimento pelo bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.), alimentado com dois cultivares de amoreira em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 2, p. 153-166, 2006.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. da S.; ZUKOVSKI, L. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no estado do Paraná e contendo arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 560-564, 2007.

ROSSETTO, C. J. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1973. 171p.

ROSSETTO, C. J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 18, n. 9-10, p. 38-51, 1996.

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

SCHOONHOVEN, A. V.; CARDONA, C. Low levels of resistance to the mexican bean weevil in dry beans. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 4, p. 567-569, 1982.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. Plants as insect food: not the ideal. In: _____. **Insect plant biology**. New York: Oxford University, 2005. 115p.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Laboratório Central de Patologia Vegetal, 1968, 381p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ª ed, Viçosa, UFV, 2002, 235p.

SOUTHGATE, B. J. The importance of the Bruchidae as pests of grain legumes, their distribution and control. In: SINGH, S. R.; VAN EMDEN, H. F.; TAYLOR, T. A. (Ed.). **Pests of grain legumes: ecology and control**. London: Academic Press, p. 219-229, 1978.

SPARVOLI, F.; BOLLINI, R. Arcelin in wild bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds: sequence of arcelin 6 shows it is a member of the arcelins 1 and 2 subfamily. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 45, n. 4, p. 383-388, 1998.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes**. São Paulo: Ceres, 1977, 224p.

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V.; ANDRADE JR. M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p.315-320, 1997.

WIENDL, F. M. A. **Desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiação ionizante**. Piracicaba: CENA, 1975, 26p. (Boletim Divulgativo, 18).

YOKOYAMA, M. Pragas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006, p. 341-357.

ZANÃO, C. F. P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SARMENTO, S. B. S.; ARTHUR, V. Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 46-55, 2009.

Capítulo 2 – Níveis de resistência na categoria antibiose em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)

RESUMO – O objetivo desse trabalho foi selecionar genótipos de feijoeiro resistentes a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) na categoria antibiose e classificá-los de acordo com os níveis de resistência. O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV, em sala climatizada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Foram realizados testes sem chance de escolha para avaliar os aspectos biológicos de *Z. subfasciatus* nos diferentes genótipos de feijoeiro. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 43 genótipos e 40 grãos (repetições). Os grãos foram acondicionados em recipientes cilíndricos de plástico sendo liberados 10 casais de *Z. subfasciatus* por amostras para sua oviposição. Diariamente, foi observada a quantidade de ovos em cada grão, a fim de se obter dois ovos por repetição. Os grãos com dois ovos foram individualizados, pesados e colocados em um “eppendorf” de dois mL, durante 10 dias, sendo observado diariamente à eclosão das larvas. Após 25 dias da oviposição os grãos continuaram a ser observados diariamente, para a verificação da quantidade de adultos emergidos, os quais foram sexados e confinados isoladamente em “eppendorf” de dois mL para avaliação do peso e longevidade. Ao término da emergência dos adultos os grãos foram pesados novamente e depois foram secos em estufa para a determinação da massa seca consumida. Os genótipos de feijoeiro foram classificados na categoria antibiose em quatro níveis de resistência a *Z. subfasciatus*: altamente resistente 284, 186, 173, 179, 361, 283 e Raz 59; moderadamente resistente: 282, 364, 177, Raz 49, 363, 249, 247, Raz 55, 365, 187, 362, 245, 174, 182 e Arc 2; suscetível: 281, 243, 242, 244, 183, 175, 360, 359, 280, 248, 181, 184, 185, 188, 178, 176, 246 e IAC Diplomata e altamente suscetível: IAC Una, IAC Alvorada e Vermelho Graúdo.

Palavras chave: Análise multivariada, antibiose, caruncho pequeno do feijão, *Phaseolus vulgaris*

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão comum *Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753 (Fabaceae), com produção média na safra de 2013/14 estimada em 3,44 milhões de toneladas em uma área plantada de 3,12 milhões de hectares (CONAB, 2014), e representa um importante componente da dieta da população brasileira por ser uma ótima fonte proteica, considerado de grande relevância no aspecto econômico-social entre os produtos agrícolas (VIEIRA et al., 2005).

A perda de produção do feijoeiro é considerada baixa devido a alguns fatores, dentre os quais se incluem o ataque de insetos-pragas (SALGADO, 1982), que podem atacar a cultura desde a germinação até a pós-colheita (YOKOYAMA, 2006). Destaca-se nessa último período fase o caruncho pequeno do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) considerado a principal praga de grãos armazenados nas regiões tropicais (ABREU, 2005).

O ataque desse caruncho causa considerável redução de peso, diminuição da qualidade nutricional, declínio do poder germinativo das sementes, depreciação comercial devido à presença de insetos adultos ou imaturos, fragmentos e excrementos (SARI; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA, 2003). A estes prejuízos somam-se os danos indiretos, pelo favorecimento da entrada de ácaros e microrganismos, principalmente fungos, que contribuem para o aquecimento dos grãos (HOHMANN; CARVALHO, 1989).

Como alternativa no controle de *Z. subfasciatus*, o uso de cultivares resistente tem sido objetivo de várias pesquisas nos últimos anos Baldin, Franco e Souza (2007); Ribeiro-Costa, Pereira e Zukovski (2007); Baldin e Pereira (2010); Moraes et al. (2011); Costa et al. (2013). Este interesse se dá pelas vantagens do seu uso, como reduzir as populações de insetos-pragas abaixo do nível de dano econômico, diminuir o custo de produção e riscos de desequilíbrios no agroecossistema, além da possibilidade de utilização harmoniosa com outras táticas de controle (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

No entanto, no Brasil programas de melhoramento genético voltados para obtenção de cultivares resistentes são escassos. Assim o Instituto Agrônomo de

Campinas (IAC), iniciou um programa de melhoramento genético com intuito de associar cultivares comerciais com alta produtividade e resistência a algumas doenças, como, IAC Alvorada, IAC Diplomata e IAC Una (IAC, 2013) com genótipos que apresentam características de resistência ao caruncho *Z. subfasciatus* Arc 2, Raz 49, Raz 55 e Raz 59 (RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007; BALDIN; PEREIRA, 2010; MORAES, et al., 2011), a fim de se obter genótipos resistentes a caruncho, com alta produtividade.

Sendo assim o objetivo desse trabalho foi selecionar genótipos de feijoeiro resistentes na categoria antibiose a *Z. subfasciatus* e classificá-los de acordo com os níveis de resistência.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP/FCAV no Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, no período de março a dezembro de 2012, em sala climatizada à temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Os insetos utilizados nos experimentos foram oriundos da criação estoque desse laboratório, mantidos em grãos de feijão da cultivar Bolinha, considerada suscetível (BOIÇA JÚNIOR; BOTELHO; TOSCANO, 2002), em frascos de vidro de 500 mL, fechados com tampas metálicas perfuradas e revestidas com tela de “nylon”. A cada 30 dias, o material foi peneirado e os adultos separados para iniciar a infestação de novos frascos. A criação foi mantida em câmara climatizada do tipo BOD, à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, e fotofase de 12 horas.

Foram realizados testes sem chance de escolha para avaliar os aspectos biológicos de *Z. subfasciatus* nos diferentes genótipos de feijoeiro. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 43 genótipos (Tabela 1) e 40 grãos, correspondendo cada um a uma repetições.

Tabela 1. Genótipos fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), para a realização dos testes de resistência ao ataque de *Zabrotes subfasciatus*.

Tratamentos	Genótipos	Parentais
1	Vermelho graúdo	-
2	Arc 2	-
3	IAC Alvorada	-
4	IAC Diplomata	-
5	IAC Una	-
6	Raz 49	-
7	Raz 55	-
8	Raz 59	-
9	173	IAC Alvorada x Raz 55
10	174	
11	175	
12	176	
13	177	
14	178	
15	179	
16	181	
17	182	
18	183	
19	184	
20	185	
21	186	
22	187	
23	188	
24	242	IAC Diplomata x Raz 49
25	243	
26	244	
27	245	
28	246	
29	247	
30	248	
31	249	
32	359	RAZ 59 x IAC Diplomata
33	360	RAZ 59 x IAC Alvorada
34	361	IAC Diplomata x Raz 59
35	362	
36	363	IAC Diplomata x Raz 55
37	364	
38	365	
39	280	Arc 2 x IAC Una
40	281	
41	282	
42	283	
43	284	

Os grãos dos genótipos foram fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e multiplicados a campo devido ao baixo número de grãos. A semeadura foi realizada em abril de 2012, sendo realizados todos os tratamentos culturais necessários como: capinas, irrigação, adubação e controle de pragas e doenças.

A colheita foi realizada manualmente e os grãos foram colocados em sacos de papel de um quilo e acondicionados a -10°C aproximadamente, durante dez dias, para eliminar eventuais infestações de campo por insetos. Após esse período o material permaneceu em sala climatizada por cerca de uma semana, com a finalidade de uniformizar o teor de água nos grãos e entrar em equilíbrio higroscópico de 12,5%, segundo a metodologia de Boiça Júnior e Alonso (2000).

Após esse período de homogeneização da higroscopicidade os grãos foram acondicionados em recipientes cilíndricos de plástico de 3,9 cm de altura e 3,8 cm de diâmetro, sendo liberados 10 casais de *Z. subfasciatus* por amostras. Diariamente, foi observada a quantidade de ovos em cada grão, a fim de se obter exatamente dois ovos. Quando houve mais que dois ovos no grão, o excedente foi retirado com auxílio de um estilete e quando havia apenas um ovo, este também foi retirado da mesma forma e o grão inserido novamente no recipiente para ser ovipositado.

Os grãos com os dois ovos foram individualizados, pesados e colocados em “ependorf” de dois mL, e durante 10 dias observou-se diariamente a eclosão das larvas, com auxílio de uma lupa estereoscópica para a determinação do período de ovo a eclosão das larvas e porcentagem de larvas eclodidas (% L. E.).

As larvas foram consideradas eclodidas quando iniciaram sua alimentação, liberando excrementos dentro dos ovos deixando-os com coloração esbranquiçada, diferentes dos ovos em que as larvas não eclodiram que permaneceram com coloração translúcida (Figura 1).

Após 25 dias da oviposição, os grãos continuaram a ser observados diariamente, para a verificação do momento e do número de adultos emergidos, para a determinação dos períodos de ovo a emergência de adultos e do período de eclosão das larvas a emergência de adultos (período larval) além da porcentagem de adultos emergidos (% A. E.).

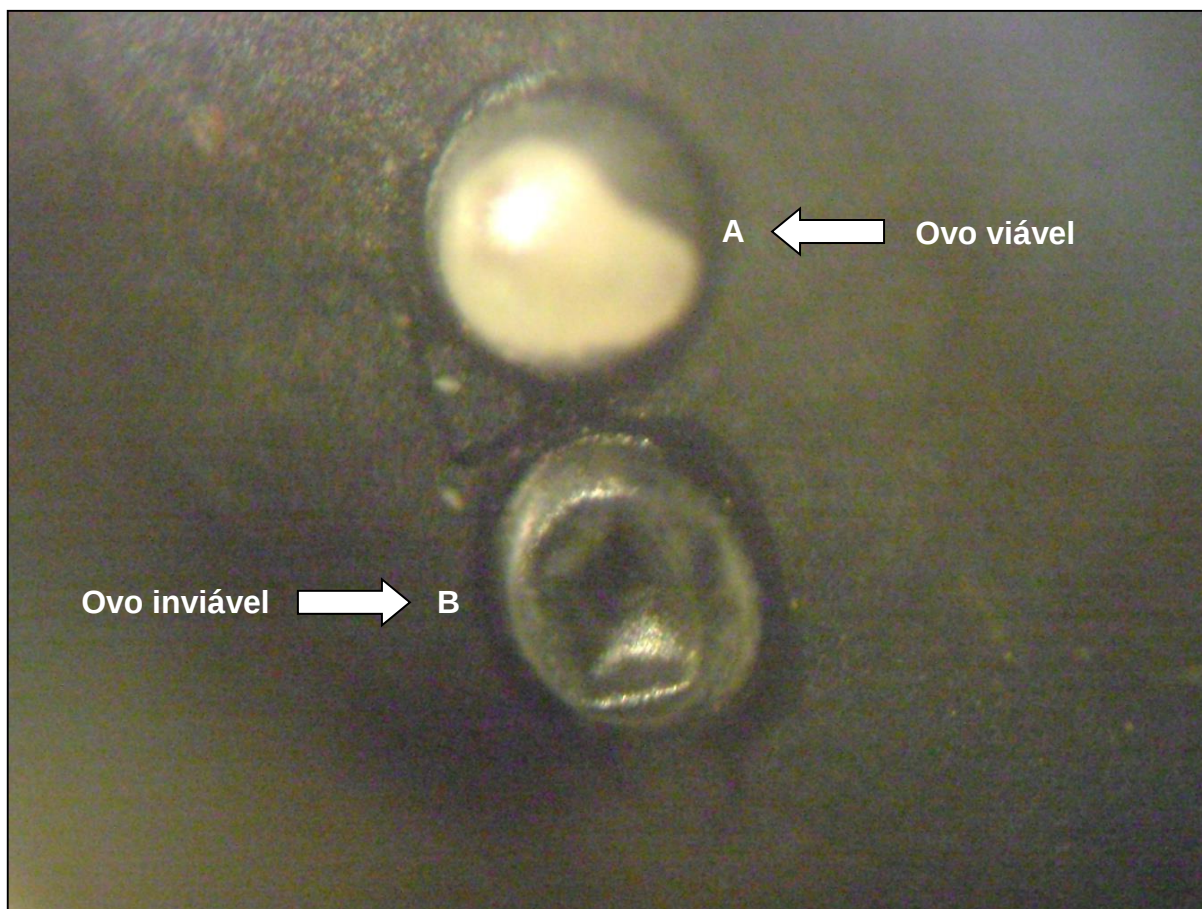


Figura 1. Visualização estrutural do ovo de *Zabrotes subfasciatus* com excrementos considerado ovo viável (A) e sem a excrementos considerado inviável (B).

Os adultos foram sexados e os dados utilizados para o cálculo da razão sexual pela fórmula, $\text{razão sexual} = \text{NF} / (\text{NF} + \text{NM})$, sendo NF = Número de fêmeas e NM = Número de machos. Os adultos sexados foram confinados isoladamente em “ependorf” de dois mL para avaliação do peso, mensurado em balança analítica de precisão, 24 horas após a emergência (Figura 2) e observação do período da emergência do adulto a morte do mesmo (longevidade) e do ovo a morte do adulto (ciclo de vida).

Ao término da emergência dos adultos (cinco dias consecutivos sem emergência), os grãos foram pesados novamente, obteve-se assim a massa do grão infestado e logo após, os mesmos foram acondicionados em estufa a 60°C por 48 horas, para a determinação da massa seca do grão depois da infestação.

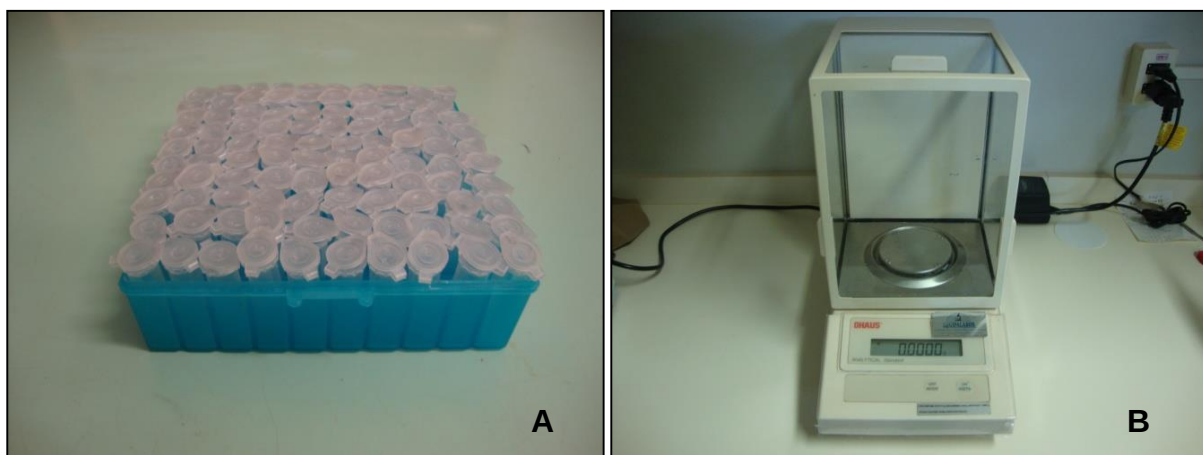


Figura 2. Visualização do “Eppendorf” de 2 mL em que os adultos foram confinados (A) e balança analítica de precisão (B).

Foi utilizada também uma alíquota (não infestada com os carunchos) com 10 grãos de cada tratamento, onde permaneceram no mesmo local, recipiente e período em que foi realizado o experimento. Foi quantificada a média da massa do grão antes e depois de serem secos na estufa de modo semelhante ao grãos infestados, denominando a massa do grão da alíquota e a massa seca do grão depois da infestação, respectivamente.

Com os resultados obtidos calculou-se a massa seca consumida (M. S. C.) do grão e por larvas pela seguinte fórmula: $M. S. C. \text{ do grão} = MUA - MUAA + MSAA - MSD$, sendo, MUA = massa seca do grão antes da infestação, MUAA = Massa seca do grão da alíquota, MSAA = Massa seca da alíquota, MSD = Massa seca do grão depois da infestação. Para o cálculo da M. S. C. por larvas utilizou-se a formula: $M. S. C. \text{ por larva} = M. S. C. \text{ do grão} / NL$, sendo NL = o número de larvas que completaram o desenvolvimento.

Os dados obtidos nos testes, período de ovo a eclosão de larvas e emergência a morte de adultos (longevidade), peso de adultos, machos + fêmeas e machos e razão sexual foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. Os dados obtidos da porcentagem de larvas eclodidas e porcentagem de adultos emergidos foram transformados em $\arcseno(x / 100)^{1/2}$. Os demais dados não foram transformados, sendo todos submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo suas médias comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

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

3. Resultados e discussão

Os ovos observados nos genótipos 248, 249, 280, 361, 363 tiveram um período significativamente maior para eclosão das larvas em relação aos demais, por outro lado os ovos observados nos genótipos Vermelho Graúdo, Arc 2, IAC Diplomata, IAC Una, Raz 49, 177, 182, 184, 188 e 246 tiveram um tempo significativamente menor. (Tabela 2).

Vieira et al. (2005) verificaram que a dureza da testa dos grãos pode gerar uma resistência às larvas de *Z. subfasciatus* e como a detecção das mesmas é realizada no início de sua alimentação. A dureza da testa pode ter interferido no período de ovo a eclosão das larvas, já que, se algum genótipo a apresentasse, as larvas poderiam demorar mais tempo para furar os grãos.

A porcentagem de larvas eclodidas foi significativamente menor nos genótipos Vermelho Graúdo e 175, em comparação com os demais. A baixa porcentagem de eclosão das larvas nos grãos destes genótipos, também pode ter ocorrido, devido à dureza da testa desses grãos que dificulta e/ou inviabiliza a penetração das larvas, momento em que é possível identificar sua eclosão. No entanto, em todos os genótipos, mais de 75% dos ovos conseguiram se desenvolver passando para o estágio de larvas (Tabela 2). Em estudos realizados por CREDLAND e DENDY (1992), foi observado que o percentual de larvas eclodidas está entre 89,7 e 99,6%.

Tabela 2. Período de ovo a eclosão das larvas (dias) (ovo a larva) e porcentagem de larvas eclodidas (% L. E.), período de ovo a emergência de adultos (dias), (machos + fêmeas, machos e fêmeas) e porcentagem de adultos emergidos (% A. E.) de *Zabrotes subfasciatus* em genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Ovo a larva ¹	% L. E. ²	Ovo a emergência de adultos			% A. E. ²
			Machos + fêmeas	Machos	Fêmeas	
Vermelho graúdo	3,91 a	82,50 a	37,50 a	36,67 a	38,50 a	35,14 c
Arc 2	4,04 a	95,00 c	39,88 b	39,40 a	40,67 a	10,00 a
IAC Alvorada	4,19 b	90,00 b	35,15 a	35,07 a	35,25 a	38,16 c
IAC Diplomata	3,63 a	91,25 b	35,62 a	35,67 a	35,56 a	28,95 c
IAC Una	3,60 a	91,25 b	35,82 a	35,63 a	35,93 a	31,08 c
Raz49	4,09 a	97,50 c	44,86 c	- ³	46,80 b	08,97 a
Raz 55	4,59 b	93,75 c	41,50 b	42,50 b	- ³	07,69 a
Raz 59	4,30 b	95,00 c	52,14 d	- ³	50,00 b	08,97 a
173	4,47 b	95,00 c	44,00 c	45,00 b	- ³	05,12 a
174	4,51 b	97,50 c	36,11 a	36,33 a	35,67 a	11,25 a
175	4,92 c	77,50 a	36,80 a	37,50 a	35,75 a	15,79 a
176	4,36 b	96,25 c	36,94 a	36,57 a	37,17 a	23,75 b
177	4,03 a	96,25 c	43,86 c	- ³	45,60 b	08,75 a
178	4,52 b	95,00 c	35,60 a	34,44 a	35,67 a	26,25 b
179	4,39 b	97,00 c	- ³	- ³	35,13 a	01,25 a
181	4,83 c	97,50 c	35,36 a	35,50 a	37,00 a	27,50 b
182	4,08 a	97,50 c	37,50 a	37,80 a	35,18 a	20,00 b
183	4,59 c	88,75 b	38,74 b	42,75 b	40,18 a	27,03 b
184	4,19 a	96,25 c	39,81 b	39,00 a	35,50 a	21,25 b
185	4,19 b	98,75 c	34,76 a	34,09 a	35,00 a	26,25 b
186	4,58 b	97,50 c	45,33 c	45,33 b	- ³	03,75 a
187	4,79 c	91,25 b	36,28 a	37,57 a	35,00 a	18,42 b
188	4,15 a	93,75 c	32,57 a	32,38 a	32,73 a	24,36 b
242	4,74 b	91,25 b	34,45 a	35,20 a	33,83 a	14,10 a
243	4,85 c	91,25 b	36,57 a	39,80 a	34,78 a	18,42 b
244	4,30 b	91,25 b	34,30 a	33,43 a	35,33 a	17,95 b
245	4,64 b	96,25 c	35,55 a	35,60 a	35,50 a	11,54 a
246	3,79 a	91,25 b	35,94 a	36,27 a	35,33 a	21,79 b
247	4,56 b	93,75 c	40,80 b	42,33 b	- ³	07,50 a
248	5,35 d	97,50 c	36,19 a	36,73 a	35,45 a	33,75 c
249	5,33 d	97,50 c	35,78 a	35,50 a	36,33 a	11,25 a
359	4,61 b	88,75 b	36,12 a	36,31 a	35,91 a	34,62 c
360	5,00 c	91,25 b	35,27 a	35,44 a	34,83 a	28,75 c
361	5,64 d	87,50 b	- ³	- ³	- ³	02,56 a
362	5,17 c	96,25 c	35,82 a	35,71 a	36,00 a	14,10 a
363	5,75 d	96,25 c	34,60 a	33,33 a	- ³	06,25 a
364	4,45 b	93,75 c	- ³	- ³	- ³	01,25 a
365	4,89 c	91,25 b	40,00 b	44,00 b	35,00 a	12,50 a
280	5,56 d	96,25 c	33,95 a	33,77 a	34,29 a	25,00 b
281	4,79 c	88,75 b	37,50 a	- ³	38,60 a	07,89 a
282	4,71 c	92,50 b	- ³	- ³	- ³	01,28 a
283	4,38 b	88,75 b	56,33 e	- ³	- ³	04,05 a
284	4,95 c	96,25 c	- ³	- ³	- ³	01,28 a
F (Tratamento)	6,38**	1,91**	8,95**	3,79**	5,16**	5,77**
C. V. (%)	18,44	21,10	11,31	11,05	10,86	171,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. **significativo a 1% de probabilidade. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ²Para análise estatística os dados foram transformados em arco seno $(x / 100)^{1/2}$.

³Dados insuficientes para análises estatísticas.

Em relação ao período de ovo a emergência de adultos machos + fêmeas, pode-se observar que, os insetos desenvolvidos no genótipo 283 tiveram significativamente um maior período para se desenvolverem, atrasando o ciclo em mais de 20 dias em comparação aos genótipos de menor período. Esse atraso no desenvolvimento foi verificado também nos insetos que se alimentaram do genótipo Raz 59, com período médio de desenvolvimento mais próximo aos dos insetos desenvolvidos no genótipo 283 (Tabela 2).

Evidencia-se que esse retardamento no período de ovo a emergência do adulto possa ter ocorrido devido alguma característica química presente nestes genótipos, o que pode ser a causa da resistência na categoria antibiose. O genótipo 283 tem como parental o genótipo Arc 2, genótipo que contém arcelina, o que pode ter influenciado no aumento deste período. Mazzonetto e Vendramim (2002) verificaram que os genótipos de feijoeiro com arcelina ocasionaram aumento no período de ovo a emergência de adultos.

Analizando separadamente o período de ovo a emergência de adultos machos e fêmeas, observa-se que, os insetos machos desenvolvidos no genótipo Raz 55, 173, 183, 186, 247 e 365 tiveram significativamente esse período maior, comparados aos demais. Os insetos fêmeas com maior período de ovo a emergência de adultos foram aqueles criados nos grãos dos genótipos Raz 49, Raz 59, 177 diferindo significativamente das fêmeas desenvolvidas nos outros genótipos (Tabela 2).

A porcentagem de adultos emergidos foi baixa em todos os tratamentos, onde Arc 2, Raz 49, Raz 55, Raz 59, 173, 174, 175, 177, 179, 186, 242, 245, 247, 249, 361, 362, 363, 364, 365, 281, 282, 283, 284 destacaram-se significativamente com menores porcentagens de adultos emergidos, com índices menores que 15% (Tabela 2), sendo considerados assim, resistentes na categoria antibiose. Esses resultados foram inferiores aos encontrados por Moraes et al. (2011), que em estudos realizados com *Z. subfasciatus* e genótipos de feijoeiro comum observaram emergência de 16,4 a 88,6%. A mortalidade da fase imatura é uma característica de genótipos com resistência na categoria antibiose (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

Observa-se na Tabela 3, que o período de eclosão das larvas a emergência de adultos segue-se de forma semelhante ao período de ovo a emergência de adulto

Tabela 3. Período da eclosão de larvas a emergência de adulto (machos + fêmeas, machos e fêmeas) e período da emergência a morte de adultos (longevidade) (dias) (machos + fêmeas, machos e fêmeas) de *Zabrotes subfasciatus* em diferentes genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Eclosão de larvas a emergência de adulto (dias)			Emergência a morte dos adultos (longevidade) (dias) ¹		
	Machos + fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos + fêmeas	Machos	Fêmeas
Vermelho graúdo	33,86 b	33,16 a	34,70 a	10,64 b	09,17 a	12,40 a
Arc 2	36,50 b	36,20 b	37,00 a	09,13 a	09,40 a	08,67 a
IAC Alvorada	31,31 a	31,00 a	31,66 a	13,12 b	13,14 a	13,08 a
IAC Diplomata	32,81 a	32,50 a	33,22 a	09,19 a	11,00 a	06,78 a
IAC Una	32,73 a	32,25 a	33,00 a	13,32 b	15,37 a	12,14 a
Raz49	41,43 c	– ²	42,80 b	09,14 a	– ²	11,80 a
Raz 55	37,33 b	38,00 b	– ²	12,50 b	16,75 a	– ²
Raz 59	49,29 d	– ²	47,20 b	07,14 a	– ²	03,00 a
173	40,00 c	41,00 b	– ²	05,25 a	04,67 a	– ²
174	32,22 a	32,33 a	32,00 a	08,00 a	08,00 a	08,00 a
175	32,40 a	32,33 a	32,50 a	13,00 a	15,33 a	09,50 a
176	33,21 a	32,85 a	33,42 a	09,37 a	09,29 a	09,42 a
177	41,29 c	– ²	43,20 b	06,14 a	– ²	04,20 a
178	30,78 a	30,66 a	30,89 a	08,11 a	08,33 a	07,89 a
179	– ²	– ²	– ²	–	– ²	– ²
181	31,23 a	31,14 a	31,38 a	10,50 b	12,21 a	07,50 a
182	33,75 b	33,60 a	34,00 a	11,94 b	13,20 a	09,83 a
183	34,63 b	39,00 b	31,45 a	15,05 b	16,13 a	14,27 a
184	35,81 b	33,80 a	36,73 a	10,88 b	14,60 a	09,18 a
185	31,62 a	31,18 a	32,10 a	11,67 b	12,64 a	10,60 a
186	42,33 c	42,33 b	31,29 a	04,67 a	04,67 a	– ²
187	32,79 a	34,29 a	30,09 a	11,21 b	12,43 a	10,00 a
188	30,16 a	30,25 a	31,33 a	09,21 a	13,38 a	06,18 a
242	31,36 a	31,40 a	30,44 a	12,27 b	13,60 a	11,17 a
243	32,07 a	35,00 a	32,00 a	10,36 b	10,20 a	10,44 a
244	32,07 a	30,43 a	32,50 a	17,23 b	18,00 a	16,33 a
245	32,56 a	32,60 a	32,83 a	13,33 b	10,20 a	17,25 a
246	32,88 a	32,91 a	35,00 a	11,35 b	11,45 a	11,17 a
247	36,20 b	37,00 b	– ²	12,40 b	15,00 a	– ²
248	31,31 a	31,93 a	30,45 a	12,08 b	12,00 a	12,18 a
249	31,22 a	30,83 a	32,00 a	08,11 a	07,00 a	10,33 a
359	32,12 a	32,31 a	31,92 a	10,96 b	10,15 a	11,83 a
360	31,00 a	31,19 a	30,50 a	10,64 b	11,44 a	08,50 a
361	– ²	– ²	– ²	–	– ²	– ²
362	31,18 a	30,71 a	32,00 a	11,55 b	11,43 a	11,75 a
363	31,00 a	30,67 a	– ²	07,60 a	06,33 a	– ²
364	– ²	– ²	– ²	–	– ²	– ²
365	36,00 b	39,80 b	31,25 a	07,78 a	08,60 a	06,75 a
280	29,25 a	29,30 a	29,14 a	10,40 b	10,92 a	09,43 a
281	33,83 b	– ²	35,20 a	08,17 a	– ²	06,80 a
282	– ²	– ²	– ²	– ²	– ²	– ²
283	52,33 d	– ²	– ²	13,00 b	– ²	– ²
284	– ²	– ²	– ²	– ²	– ²	– ²
F (Tratamento)	10,21**	4,02**	6,08**	01,44*	1,17 ^{ns}	1,62 ^{ns}
C. V. (%)	12,09	11,57	11,75	31,43	30,84	30,87

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade. **Significativo a 1% de probabilidade. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ²Dados insuficientes para análises estatísticas.

significativamente maior nos genótipos 283 e Raz 59. Os genótipos Raz 49, 173, 177, 186 diferiram significativamente dos demais genótipos com período mais próximo aos dos genótipos anteriores com maiores duração desta fase.

Analisando esse período separadamente em machos e fêmeas, verifica-se que os carunchos machos oriundos dos grãos dos genótipos Arc 2, Raz 55, 173, 183, 186, 247 e 365 assim como os carunchos fêmeas emergidos dos grãos do genótipos Raz 49, Raz 59 e 177 tiveram um maior período de eclosão das larvas a emergência de adultos diferindo significativamente dos carunchos desenvolvidos nos outros genótipos (Tabela 3).

O período de emergência a morte de adultos (longevidade) de machos + fêmeas foi significativamente maior nos genótipos vermelho graúdo IAC Alvorada, IAC Una, Raz 55, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 359, 360, 362, 280 e 283 em comparação aos demais. No entanto na longevidade de machos e fêmeas separados não ocorreu diferença significativa (Tabela 3).

A proteína arcelina pode aumentar o período da longevidade. Em estudos realizados por Mazzonetto e Vendramim (2002) foi observado um aumento significativo da longevidade de machos e fêmeas de *Z. subfasciatus* em genótipos de feijoeiro que continham arcelina. Neste trabalho os genótipos 280 e 283 oriundos do parental Arc 2 apresentaram essa característica.

No período de ovo até a morte do adulto, (ciclo de vida) de macho + fêmeas, os carunchos desenvolvidos nos grãos do genótipo 283 apresentaram o maior ciclo de vida diferindo significativamente dos demais (Tabela 4). Esse resultado confirma os dados anteriores já que os períodos de ovo a emergência de adultos e de eclosão de larvas a emergência de adultos (período larval) dos insetos desenvolvidos nos grãos desse genótipo também foi maior destacando a característica de resistência na categoria antibiose exercida por esse genótipo a *Z. subfasciatus*.

A proteína arcelina pode ter sido a responsável por esse atraso no ciclo de vida dos carunchos do genótipo 283, já que esse genótipo é oriundo dos parentais Arc 2 e IAC Una. Essa proteína já foi citada como possível causa de resistência da categoria antibiose por outros autores que verificaram aumento do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em genótipos portadores de arcelina, como em

Tabela 4. Período de ovo a morte do adulto (ciclo de vida) (dias) de machos + fêmeas, machos e fêmeas; peso dos adultos (mg) machos + fêmeas, machos e fêmeas, razão sexual e massa seca de grãos consumida (M. S. C.) (mg) em cada grão e por larvas de *Zabrotes subfasciatus* em diferentes genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos	Ciclo de vida			Peso de adultos (mg)			Razão Sexual ¹	M. S. C. (mg)	
	Machos + Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos + fêmeas ¹	Machos ¹	Fêmeas		Grãos	Larvas
Vermelho graúdo	48,14 a	45,83 a	50,90 b	2,49 a	1,94 a	3,14 c	0,45 a	17,53 c	10,59 c
Arc 2	49,00 a	48,80 a	49,33 b	2,24 a	1,78 a	3,00 c	0,38 a	4,03 a	2,13 a
IAC Alvorada	48,27 a	48,21 a	48,33 b	2,58 a	1,98 a	3,28 c	0,46 a	13,75 c	8,49 c
IAC Diplomata	44,81 a	46,67 a	42,33 a	2,48 a	1,97 a	3,17 c	0,43 a	7,51 b	3,87 b
IAC Una	49,14 a	51,00 b	48,07 b	2,67 a	1,86 a	3,14 c	0,64 a	14,68 c	7,68 c
Raz49	54,00 b	.. ²	58,60 b	2,36 a	.. ²	2,48 a	0,71 a	4,98 a	2,58 a
Raz 55	54,00 b	59,25 b	.. ²	2,72 a	2,55 a	.. ²	0,33 a	8,36 b	4,44 a
Raz 59	59,29 b	.. ²	53,00 b	2,07 a	.. ²	2,14 a	0,71 a	6,49 b	3,64 b
173	49,26 a	49,67 a	.. ²	1,85 a	1,53 a	.. ²	0,25 a	3,60 a	1,80 a
174	44,11 a	44,33 a	43,67 a	2,34 a	1,80 a	3,43 c	0,33 a	7,61 a	3,98 a
175	49,80 a	52,83 b	45,25 a	2,71 a	2,37 a	3,23 c	0,40 a	6,94 a	4,38 b
176	46,31 a	45,86 a	46,58 a	2,76 a	1,90 a	3,26 c	0,63 a	7,77 b	4,10 b
177	50,00 a	.. ²	49,80 b	1,90 a	.. ²	2,14 a	0,71 a	3,47 a	1,81 a
178	43,17 a	42,78 a	43,55 a	2,91 a	2,07 a	3,75 c	0,50 a	7,63 b	4,55 b
179	.. ²	.. ²	.. ²	.. ³	.. ²	.. ²	.. ²	3,89 a	2,25 a
181	45,86 a	47,71 a	42,63 a	2,56 a	2,09 a	3,39 c	0,36 a	8,36 b	4,20 b
182	49,44 a	51,00 b	46,83 a	2,33 a	1,91 a	3,02 c	0,38 a	4,36 a	2,34 a
183	53,79 b	58,88 b	50,09 b	2,60 a	1,60 a	3,33 c	0,58 a	10,02 b	5,06 b
184	50,69 a	53,60 b	49,36 b	2,72 a	1,86 a	3,11 c	0,69 a	10,28 b	5,14 b
185	46,43 a	46,73 a	46,10 a	2,41 a	1,93 a	2,95 c	0,47 a	7,69 b	3,92 b
186	50,00 a	50,00 a	.. ²	1,23 a	1,23 a	.. ²	0,00 a	2,26 a	1,13 a
187	47,50 a	50,00 a	45,00 a	2,28 a	1,83 a	2,73 b	0,50 a	4,56 a	2,37 a
188	41,79 a	45,75 a	38,91 a	2,59 a	1,83 a	3,15 c	0,57 a	9,15 b	4,57 b
242	46,73 a	48,80 a	45,00 a	2,56 a	2,16 a	2,90 b	0,55 a	9,47 b	5,00 b
243	46,93 a	50,00 a	45,22 a	2,95 a	2,20 a	3,37 c	0,64 a	7,69 b	3,90 b
244	51,54 a	51,43 b	51,67 b	2,70 a	2,06 a	3,45 c	0,46 a	7,85 b	4,48 b
245	48,89 a	45,80 a	52,75 b	2,43 a	2,06 a	2,90 b	0,44 a	6,74 a	3,41 a
246	47,29 a	47,73 a	46,50 a	2,32 a	1,95 a	3,00 c	0,35 a	7,70 b	4,34 b
247	53,20 b	57,33 b	.. ²	2,44 a	2,00a	.. ²	0,40 a	5,45 a	2,93 a
248	48,27 a	48,73 a	47,64 b	2,49 a	1,96 a	3,21 c	0,42 a	8,73 b	4,36 b
249	43,89 a	42,50 a	46,67 a	2,26 a	1,95 a	2,86 b	0,33 a	3,71 a	1,97 a
359	47,56 a	47,38 a	47,75 b	2,70 a	2,18 a	3,27 c	0,48 a	8,64 b	4,87 b
360	45,91 a	46,88 a	43,33 a	3,56 a	3,68 a	3,23 c	0,27 a	6,91 b	3,73 b
361	.. ²	.. ²	.. ²	.. ³	.. ²	.. ²	.. ²	6,64 a	4,45 a
362	47,36 a	47,14 a	47,75 b	2,27 a	1,71 a	3,25 c	0,36 a	4,60 a	2,30 a
363	42,20 a	39,67 a	.. ²	2,28 a	1,57 a	.. ²	0,40 a	4,50 a	2,34 a
364	.. ²	.. ²	.. ²	.. ³	.. ²	.. ²	.. ²	3,70 a	2,11 a
365	47,78 a	52,60 b	41,75 a	2,46 a	1,72 a	3,38 c	0,44 a	4,37 a	2,57 a
280	43,80 a	43,84 a	43,71 a	2,67 a	2,15 a	3,63 c	0,35 a	8,51 b	4,41 b
281	45,67 a	.. ²	45,40 a	2,67 a	.. ²	2,80 b	0,83 a	9,03 b	4,52 b
282	.. ²	.. ²	.. ²	.. ³	.. ²	.. ²	.. ²	1,98 a	0,99 a
283	69,33 c	.. ²	.. ²	2,43a	.. ²	.. ²	0,67 a	3,12 a	1,56 a
284	.. ²	.. ²	.. ²	.. ³	.. ²	.. ²	.. ²	1,66 a	0,83 a
F (Tratamento)	2,93**	1,83**	2,20**	0,89 ^{ns}	0,90 ^{ns}	2,46**	0,92 ^{ns}	5,19**	5,43**
C. V. (%)	16,17	16,25	14,46	6,15	16,36	17,70	27,41	47,91	43,95

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo. **Significativo a 1% de probabilidade. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ²Dados insuficientes para análises estatísticas.

estudos realizados por Wanderley, Oliveira e Andrade (1997) com o genótipo Arc 1, Miranda, Toscano e Fernandes (2002) com os genótipos Arc 1 e Arc 4 e Mazzonetto e Vendramim (2002) com os genótipos Arc1, Arc 2, Arc 3 e Arc 4.

Os insetos desenvolvidos nos grãos dos genótipos Raz 49, Raz 55, Raz 59, 183 e 247 apresentaram ciclo de vida intermediário, diferindo significativamente dos carunchos oriundos dos demais genótipos que apresentaram menores períodos de ciclo de vida e do genótipo 283 com maior período (Tabela 4).

Avaliando separadamente o ciclo de vida de machos e fêmeas, observa-se que esse período foi significativamente maior nos machos desenvolvidos nos grãos dos genótipos IAC Una, Raz 55, 175, 182, 183, 184, 244, 274 e 365 em relação aos oriundos dos demais genótipos. As fêmeas criadas nos grãos dos genótipos Vermelho Graúdo, Arc 2, IAC Alvorada, IAC Una, RAZ 49, Raz 59, 177, 183, 184, 244, 245, 248, 359 e 362 também apresentaram ciclo de vida significativamente maior em comparação aos insetos desenvolvidos nos demais genótipos (Tabela 4).

Em relação ao peso de adultos não foi observada diferença significativa entre os carunchos machos + fêmeas desenvolvidos nos diferentes genótipos (Tabela 4). O mesmo ocorreu quando se analisou somente o peso dos machos. Entretanto, o peso das fêmeas oriundas dos grãos dos genótipos Raz 49, Raz 59 e 177 foi significativamente menor em relação às fêmeas criadas nos demais genótipos.

Baldin e Pereira (2010); Mazzonetto e Vendramim (2002); Wanderley, Oliveira e Andrade (1997), observaram diferenças significativas no peso de adultos de *Z. subfasciatus* associando os menores pesos de adultos com genótipos contendo arcelina. No entanto, no presente trabalho o parental Arc 2 e os genótipos oriundo de seu cruzamento não apresentaram essa característica.

Na proporção de insetos machos para insetos fêmeas, denominada de razão sexual, não ocorreu diferença significativa entre os adultos emergidos nos grãos dos diferentes genótipos (Tabela 4), possivelmente devido ao baixo número de insetos emergidos em alguns genótipos.

A massa seca consumida em cada grão foi significativamente menor nos genótipos Arc 2, Raz 49, 173, 174, 175, 177, 179, 182, 186, 187, 245, 247, 249, 361, 362, 363, 364, 365, 282, 283 e 284 em comparação aos demais (Tabela 4). Esses genótipos podem possuir características morfológicas ou compostos antibióticos que

diminuíram o consumo das larvas. Quando se associa esses resultados com a emergência de adultos é possível observar que todos os genótipos menos consumidos, com exceção do genótipo 182 e 187 apresentaram baixa emergência (Tabela 4), ou seja, o menor consumo de massa seca pode ter ocorrido pela maior mortalidade das larvas, levando a essa menor porcentagem de emergência (Tabela 2).

Foi realizada análise de agrupamento hierárquica utilizando-se o método de Ward e a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, sendo fixada em 11,6 em consideração ao gráfico da distância da ligação de grupos (Figura 3).

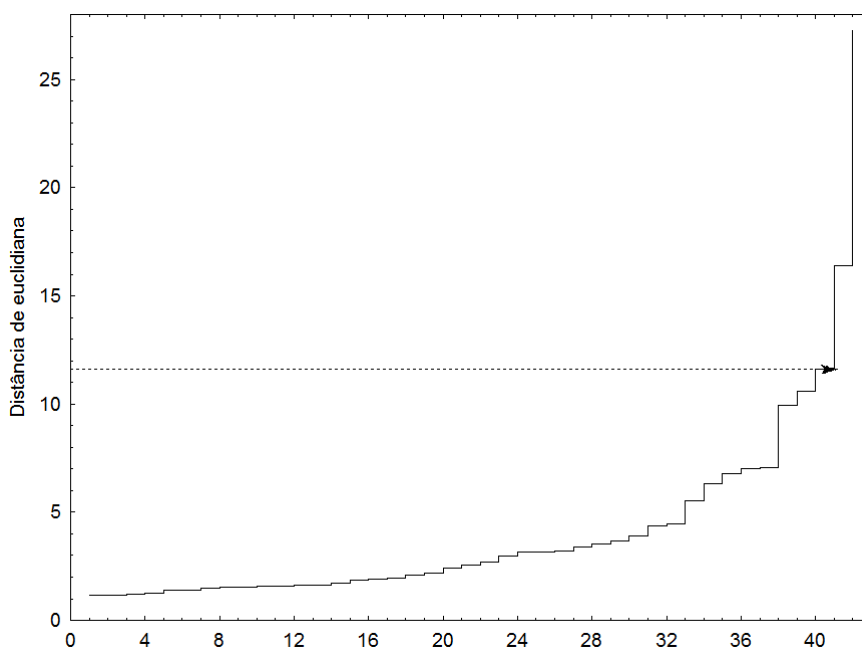


Figura 3. Distância de ligação dos grupos. O método de agrupamento utilizado foi o de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

No dendrograma da análise de agrupamento hierárquica (Figura 4), observa-se que ocorre uma distinção entre os genótipos em quatro grupos, em relação ao grau de similaridade entre os mesmos.

O primeiro grupo T43 (284), T21 (186), T9 (173), T15 (179), T34 (361), T42 (283) e T8 (Raz 59) foi classificado como altamente resistentes. O segundo grupo T41 (282), T37 (364), T13 (177), T6 (Raz 49), T36 (363), T31 (249), T29 (247), T7 (Raz 55), T38 (365), T22 (187), T35 (362), T27 (245), T10 (174), T17 (182) e T2 (Arc 2) foi classificado como moderadamente resistentes. O terceiro grupo T 40 (281), T25 (243), T24 (242), T26 (244), T18 (183), T11 (175), T33 (360), T32 (359), T39

(280), T30 (248), T16 (181), T19 (184), T20 (185), T23 (188), T14 (178), T12 (176), T28 (246) e T4 (IAC Diplomata) foi classificado como suscetível e o quarto e último grupo T5 (IAC Una), T3 (IAC Alvorada) e T1 (Vermelho Graúdo) foi classificado como altamente suscetível.

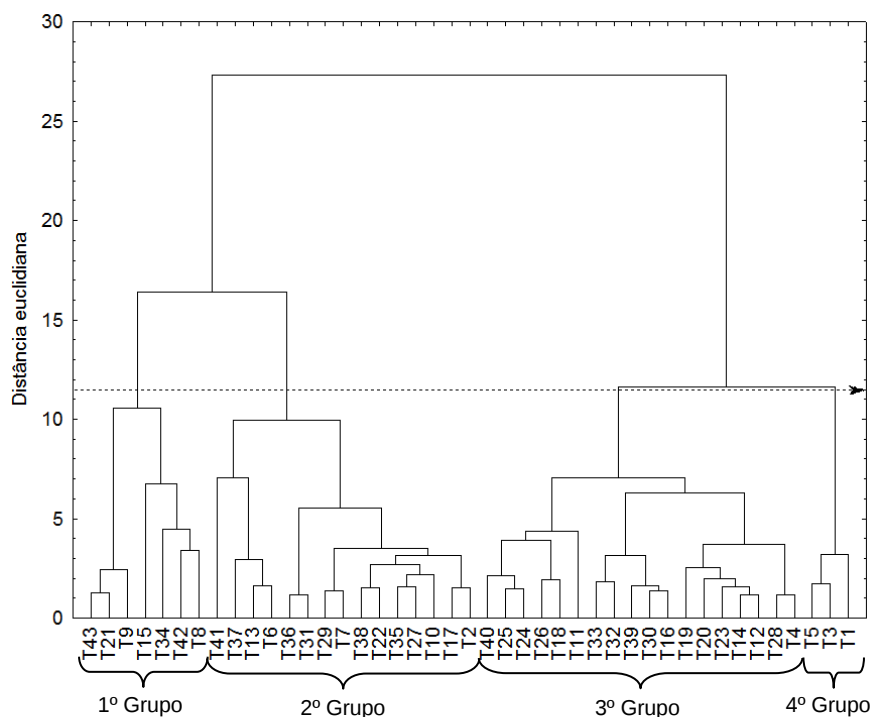


Figura 4. Dendrograma baseado nos parâmetros biológicos de *Zabrotes subfasciatus* alimentado com genótipos de feijão. O método de agrupamento utilizado foi o de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Seta indica a distância euclidiana utilizada para a separação dos grupos.

A análise de multivariada é muito importante para discriminar genótipos com características semelhantes entre si, ou seja, quanto menor a distância euclidiana, maior é a semelhança entre os genótipos COSTA et al. (2013).

Na análise de componentes principais (Figura 5), os genótipos T43 (284) e T21 (186) se agruparam na esquerda do segundo quadrante, sendo influenciados principalmente pela baixa porcentagem de adultos emergidos e massa seca consumida nos grãos e por larvas. Os genótipos T8 (Raz 59), T15 (159), T34 (361) e T42 (283) se agruparam a esquerda no terceiro quadrante e foram influenciados principalmente pelos maiores períodos de eclosão de larvas a emergência de adultos, ovo a emergência de adultos e ovo a morte de adultos.

Pode-se observar ainda na (Figura 5), que os insetos desenvolvidos no genótipo T41 (282) localizado na parte superior do quadrante um, foram influenciados principalmente pelo menor período de emergência a morte de adultos (longevidade) e ovo a morte de adultos (ciclo de vida). Os carunchos oriundos dos genótipos T5 (IAC Una), T3 (IAC Alvorada) e T1 (Vermelho Graúdo) localizados a direita do quarto quadrante foram influenciados principalmente pela maior quantidade de massa seca consumida em cada grão e por larva.

Os demais genótipos se concentraram ao centro dos eixos dos componentes principais (Figura 5), ou seja, não ocorreu uma grande denotação de resultados entre os parâmetros avaliados, fato que poderia influenciar um ou mais genótipos a se isolarem dos demais.

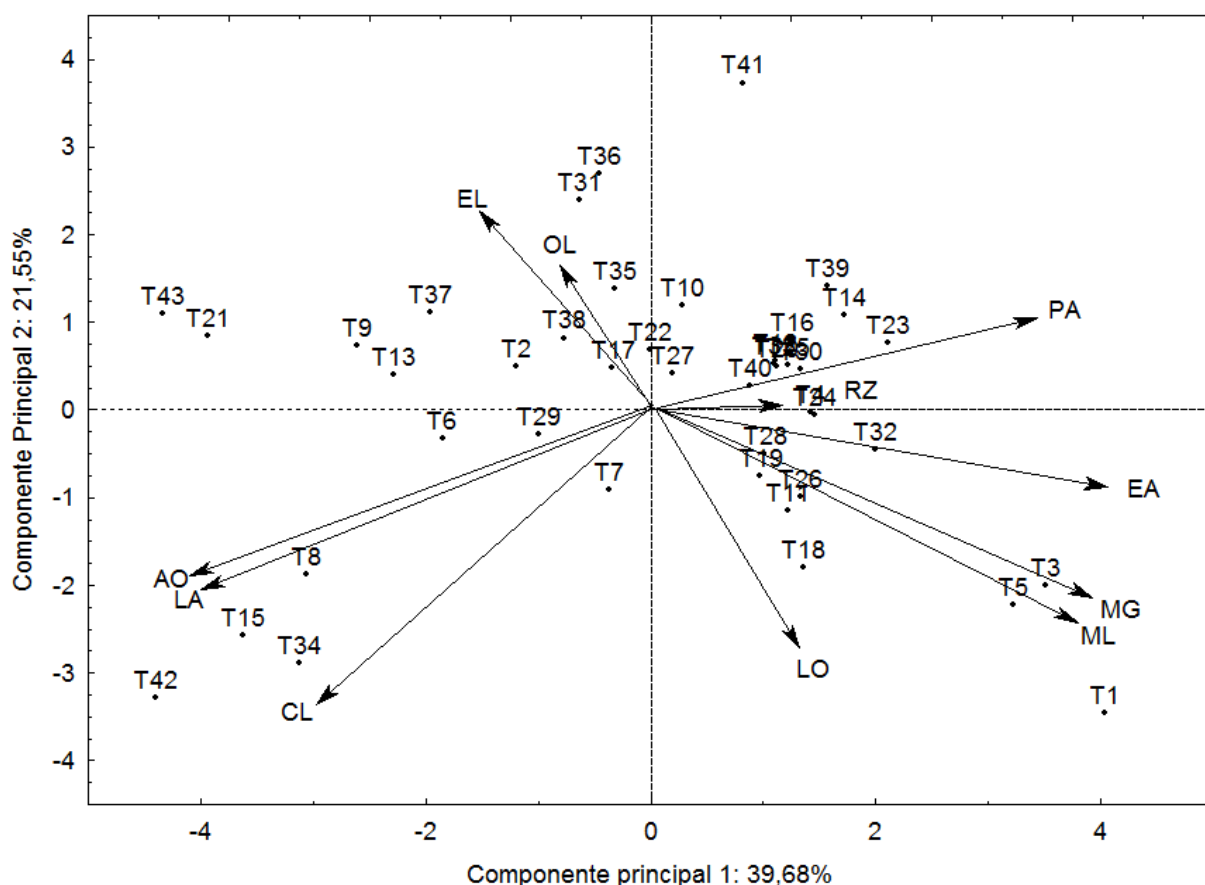


Figura 5. Distribuição dos genótipos de feijão e parâmetros biológicos de *Zabrotes subfasciatus*, segundo a análise dos componentes principais. Períodos de ovo a eclosão de larvas (OL), ovo a emergência de adulto (AO), eclosão de larvas a emergência de adultos (LA), emergência a morte de adultos (LO) e ovo a morte de adultos (CL), porcentagem de larvas eclodidas (EL), porcentagem de adultos emergidos (EA), peso de adultos (PA), razão sexual (RZ), massa seca consumida em cada grão (MG) e massa seca consumida por larva (ML).

No geral, pode-se observar que os parâmetros que mais influenciaram os genótipos com características de resistência foram os períodos de ovo a emergência de adulto, eclosão de larvas a emergência de adultos (período larval), ovo a morte de adultos (ciclo de vida), porcentagem de adultos emergidos e massa seca de grãos consumida por larvas e em cada grão. Evidencia-se com isso que, a diminuição na alimentação das larvas pode ocasionar maior período de desenvolvimento dessa fase, prolongando assim seu ciclo de vida, além de diminuir a porcentagem de adultos emergidos.

4. Conclusões

Os genótipos de feijoeiro são classificados na categoria antibiose nos seguintes níveis de resistência a *Z. subfasciatus*:

Altamente resistente: 284, 186, 173, 179, 361, 283 e Raz 59;

Moderadamente resistente: 282, 364, 177, Raz 49, 363, 249, 247, Raz 55, 365, 187, 362, 245, 174, 182 e Arc 2;

Suscetível: 281, 243, 242, 244, 183, 175, 360, 359, 280, 248, 181, 184, 185, 188, 178, 176, 246 e IAC Diplomata;

Altamente suscetível: IAC Una, IAC Alvorada e Vermelho Graúdo.

5. Referências

ABREU A. F. B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safra na região sul de Minas Gerais: Pragas e métodos de controle**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, n. 6, Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br.htm>>. Acessado em: 15 de dez. 2013.

BALDIN, E. L. L.; FRANCO, R. S. R.; SOUZA, D. R. Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 33, n. 1, p. 369-375, 2007.

BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1507-1513, 2010.

BOIÇA JÚNIOR; A. L.; ALONSO, A. M. Efeito da adubação na manifestação da resistência de feijoeiro ao ataque de caruncho em testes com e sem chance de escolha. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 35-43, 2000.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; BOTELHO, A. C. G.; TOSCANO, L. C. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 51-55, 2002.

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 de, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013, p. 207-224.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos safra 2013/14 - Quinto Levantamento, Fevereiro/2014**. Brasília; Conab, v. 1, n. 5, 2014, 69p.

COSTA, E. N.; SOUZA, B. H. S.; BOTTEGA, D. B.; OLIVEIRA, F. Q. O.; RIBEIRO, Z. A.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Divergência genética de genótipos de feijoeiro a infestação de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae) **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n.6, p. 2737-2752, 2013.

CREDLAND, P. F.; DENDY, J. Intraespecific variation in bionomic characters of the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus*. **Entomologia Experimentalis Applicata**, Dordrecht, v. 65, n. 1, p. 39-47. 1992.

HOHMANN, C. L.; CARVALHO, S. M. Pragas e seu controle, p. 217-246. In **O Feijão no Paraná**, Londrina: IAPAR, 1989. 48p.

IAC - Instituto Agronômico de Campinas. **Centro de Grãos e Fibras - Cultivares de Feijão**. 2013. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/graos/feijao.php>>. Acesso em 09 de Dezembro de 2013.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de feijoeiro com e sem arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 435-439, 2002.

MIRANDA, J. E.; TOSCANO, L. C.; FERNANDES, M. G. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 28, n. 1, p. 571-576, 2002.

MORAES, C. P. B.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, J. R.; COSTA, J. T. Determinação dos tipos de resistência em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 419-424, 2011.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. da S.; ZUKOVSKI, L. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no estado do Paraná e contendo arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 560-564, 2007.

SALGADO, L. O. Pragas que danificam sementes e plântulas; características e controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 91, p. 41-44, 1982.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S. Melhoramento do feijão. In: BORÉM A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 301-391.

SARI, L. T.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. da S. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera, Bruchidae) em *Phaseolus vulgaris* L., cv. Carioca (Fabaceae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 621-624. 2003.

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

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V.; ANDRADE JR., M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p.315-320, 1997.

YOKOYAMA, M. Pragas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 341-357.

Capítulo 3 – Causas de resistência nas categorias de não preferência para oviposição e antibiose em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)

RESUMO - A resistência de plantas ao ataque de insetos é uma importante ferramenta no controle do caruncho pequeno do feijão, porém poucos trabalhos associam essa resistência com sua causa, no intuito de incorporá-la em programas de melhoramento genético. O objetivo deste trabalho foi verificar as categorias e possíveis causas de resistência em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Z. subfasciatus*. Para tanto, foram realizados testes com e sem chance de escolhas, ambos em delineamento inteiramente casualizado com 10 genótipos e quatro repetições. No primeiro teste, foram utilizadas arenas confeccionadas com bandejas circulares de alumínio, como suporte para as placas de isopor com aberturas nas extremidades que acondicionava de forma equidistante do centro, recipientes cilíndricos de plásticos com 10 g de sementes dos respectivos genótipos. Foram liberados ao centro da arena sete casais por genótipo, para avaliação da atratividade com 24 horas e sete dias. Posteriormente foi avaliado a oviposição, desenvolvimento e massa seca de grãos consumida. No teste sem chance de escolha utilizou-se recipientes cilíndricos de plásticos, com 10 g de cada genótipo, nos quais foram liberados sete casais que permaneceram confinados durante sete dias. Ao término deste período, os carunchos foram retirados e posteriormente foi avaliado a oviposição, desenvolvimento e massa seca de grãos consumida. Foi realizada a análise bromatológica nos grãos dos genótipos, a fim de determinar a possível causa da resistência. Os grãos dos genótipos de feijoeiro foram igualmente ovipositado por *Z. subfasciatus*, em teste com e sem chance de escolha. Os genótipos Raz 59, 173, 177, 179, 283, 284, 361 e 364 foram classificados na categoria antibiose, como resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*, porém não foi possível identificar a causa da resistência com os testes realizados pela análise bromatológica.

Palavras chave – Caruncho pequeno do feijoeiro, grãos armazenados, *Phaseolus vulgaris*, resistência de plantas a insetos

1. Introdução

O feijoeiro é uma das mais importantes fontes de proteína para o povo brasileiro e também para grande parte da América Latina e México, além de apresentar elevado conteúdo energético quando comparado a outros gêneros alimentícios (GUSMÁN-MALDONADO et al., 1996). O Brasil se destaca no âmbito mundial como maior produtor e consumidor de feijão comum *Phaseolus vulgaris* L., no entanto sua produtividade é baixa em torno de 1102 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2014).

Os insetos-pragas contribuem em grande parte para este cenário, já que o feijoeiro é suscetível ao ataque de inúmeras pragas, e dentre elas, destacam-se as que atacam os grãos armazenados, conhecidas popularmente como carunchos (VIEIRA; YOKOYAMA, 2000).

A espécie de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) é considerada a principal praga de grãos armazenados nas regiões tropicais (ABREU, 2005), devido aos seus danos, como redução de peso dos grãos, diminuição da qualidade nutricional e declínio do poder germinativo das sementes, pois os insetos consomem as reservas dos cotilédones, comprometendo a germinação, resultando em plântulas debilitadas (LORINI, 2008).

O controle químico é o método mais utilizado para seu manejo (FARONI; SILVA, 2008). Porém, há inconvenientes no uso desses defensivos, como a contaminação do ambiente, intoxicação de animais e do homem e ocorrência de resíduos tóxicos nos grãos (ZANÃO et al., 2009).

Desta forma, a procura por fontes de resistência em acessos de feijoeiro tem sido alvo de pesquisas, como método de controle a *Z. subfasciatus* (VIEIRA et al., 2005). Em vários trabalhos são relatados genótipos de feijoeiro com características de resistência a *Z. subfasciatus*, como Boiça Júnior, Botelho e Toscano (2002); Mazzonetto e Vendramim (2002); Baldin e Pereira (2010); Moraes et al. (2011). No entanto, trabalhos que buscam descobrir os mecanismos que oriundam essa resistência são escassos na literatura.

A proteína arcelina pode ser a principal fonte de resistência em genótipos de feijoeiro a essa praga, já que em vários trabalhos, genótipos com arcelina se

destacaram como resistentes ao *Z. subfasciatus* conforme citados por Harmsen et al. (1988); Lara (1997); Barbosa et al. (1999); Barbosa et al. (2000); Ribeiro-Costa, Pereira e Zukovski (2007). Baldin e Pereira (2010). Deve ser destacado que, outros compostos nutricionais das plantas podem estar envolvidos com a resistência a esses bruchídeos.

Na literatura encontram-se relatos da associação de características bromatológicas das plantas com a alimentação de insetos, com intuito de conhecer os aspectos nutricionais de determinados genótipos e/ou idades das plantas, para serem fornecidas a esses organismos (MIRANDA; BONACIN; TAKAHASHI, 2002; PORTO; FUNARI; DIERCKX, 2006 e PORTO 2008).

Pode se dizer que a qualidade do alimento está relacionada com características físicas, aleloquímicas e componentes nutricionais, o que pode influenciar a capacidade de consumo e digestão do inseto (PARRA, 1991), sendo possivelmente a fonte da causa de resistência de algumas plantas ao ataque desses artrópodes. Assim o objetivo deste trabalho foi verificar os níveis e categorias de resistência e possíveis causas em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Z. subfasciatus*.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP/FCAV no Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, em sala climatizada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Os insetos utilizados nos experimentos foram oriundos da criação estoque desse laboratório, mantidos em grãos de feijão da cultivar Bolinha, considerada suscetível (BOIÇA JÚNIOR; BOTELHO; TOSCANO, 2002), em frascos de vidro de 500 mL, fechados com tampas metálicas vazadas e revestidas com tela de "náilon". A cada 30 dias, o material foi peneirado e os adultos separados para iniciar a infestação de novos frascos.

Foram realizados testes com e sem chance de escolha, em ambos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos com quatro repetições, constituídos de grãos dos genótipos de feijão comum, previamente selecionados como resistentes 173, 177 e 179 (oriundos dos parentais IAC Alvorada x Raz 55); 283 e 284 (Arc 2 x IAC Una); 361 (Diplomata x Raz 59); 364 (Diplomata x Raz 55) e Raz 59 e suscetível 178 (IAC Alvorada x Raz 55) e IAC Alvorada, fornecidos pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC).

Os grãos dos genótipos foram multiplicados a campo. A semeadura foi realizada em abril de 2012, sendo realizados todos os tratos culturais necessários como capinas, irrigação, adubação e controle de pragas e doenças.

A colheita foi realizada manualmente e os grãos foram colocados em sacos de papel de 1,0 kg e acondicionados a -10 °C aproximadamente, durante dez dias, para eliminar eventuais infestações de campo por insetos. Após esse período, o material permaneceu em câmara climatizada do tipo BOD a 5 °C até a realização desse experimento, sendo primeiramente os grãos colocados em sala climatizada a 25 °C e umidade de 70% por cerca de uma semana, com a finalidade de uniformizar o teor de água no grão e entrar em equilíbrio higroscópico de 12,5%, segundo a metodologia de (BOIÇA JÚNIOR; ALONSO, 2000).

2.1. Teste com chance de escolha

Para o teste com chance de escolha, foram utilizadas arenas constituídas de bandejas circulares de alumínio de 5,0 cm de altura e 30,0 cm de diâmetro, fixadas em seu interior placas de isopor circulares de mesmo diâmetro da bandeja, com aberturas circulares nas extremidades do isopor, de forma equidistante do centro, onde foram acondicionados os recipientes cilíndricos de plásticos de 3,9 cm de altura e 3,8 cm de diâmetro com 10 g de sementes de cada genótipo separadamente (BOIÇA JÚNIOR; ALONSO, 2000).

Nessa arena foram liberados, sete casais por genótipos de *Z. subfasciatus* com até 24 horas de idade por genótipo, conforme a metodologia de Schoonhoven, Cardona e Valor (1983), no total de 140 insetos. As arenas foram cobertas com

outra bandeja circular do mesmo diâmetro e vedadas com fita adesiva, (cada bandeja constituía uma repetição) (Figura 1).

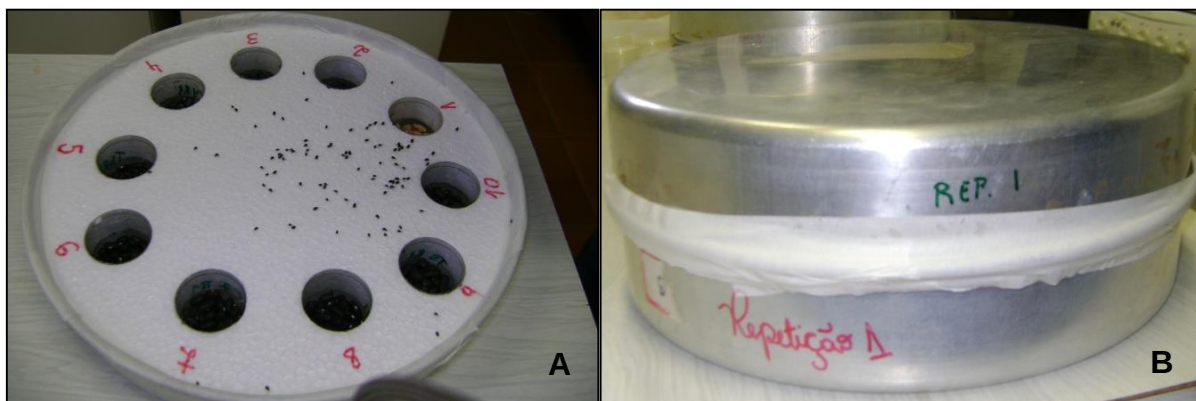


Figura 1. Carunchos liberados ao centro da arena (A) e arenas vedadas com fita adesiva (B), em teste com chance de escolha por *Zabrotes subfasciatus*, em grãos de genótipos de feijoeiro.

Após 24 horas da liberação dos carunchos as arenas foram abertas para a observação do número de insetos de cada sexo nos diferentes genótipos. Logo após, as arenas foram tampadas e o mesmo procedimento realizado depois de sete dias da liberação, quando os insetos foram retirados dos genótipos, obtendo a atratividade a 24 horas e sete dias.

Quinze dias após a retirada dos carunchos dos genótipos foram quantificados com auxílio da lupa estereoscópica, os ovos presentes nos determinados genótipos, foram classificados em viáveis (ovos de coloração esbranquiçada) e inviáveis (ovos translúcidos). Foi calculado ainda a porcentagem de ovos viáveis.

2.2. Teste sem chance de escolha

Para o teste sem chance de escolha, foram utilizados recipientes cilíndricos de plásticos de 3,9 cm de altura e 3,8 cm de diâmetro com 10 g de sementes de cada genótipo (cada recipiente de plásticos constituía uma repetição) (Figura 2), onde foram liberados sete casais de até 24 horas de idade, deixando-os por sete dias, conforme metodologia descrita por Schoonhoven e Cardona (1982).

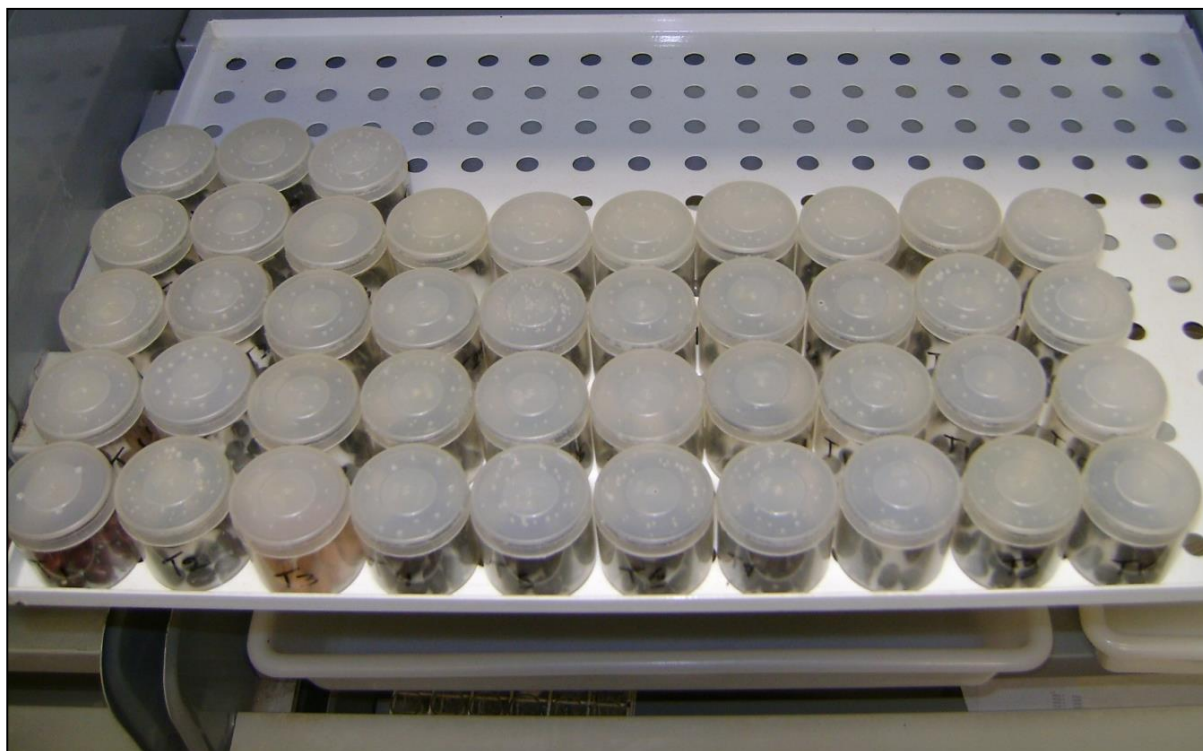


Figura 2. Recipientes cilíndricos de plásticos utilizados para o teste sem chance de escolha, por *Zabrotes subfasciatus* em grãos de genótipos de feijoeiro.

Após este período os insetos foram retirados para a contagem dos ovos, classificando-os em ovos viáveis (ovos com coloração esbranquiçada) e inviáveis (ovos translúcidos). Foi calculada também a porcentagem de ovos viáveis.

A partir do décimo quinto dia da retirada dos carunchos das amostras de feijoeiro de ambos os testes com e sem chance de escolha, foi observado diariamente, o número de adultos emergidos, sendo calculada também a porcentagem de emergência dos carunchos.

Os carunchos emergidos foram sexados e os 40 primeiros adultos emergidos de cada genótipo (20 machos e 20 fêmeas) foram individualizados e confinados em “eppendorf” de plástico de dois mL. Após 24 horas da emergência dos adultos, os carunchos foram pesados em balança analítica de precisão, determinando assim o peso com 24 horas. A razão sexual foi calculada pela fórmula: razão sexual= $(NF + NM) / NF$, onde NF= número de fêmeas emergidas e NM= número de machos emergidos.

Os primeiros 40 adultos emergidos foram observados diariamente para verificação do período em dias da emergência a morte do adulto (longevidade). Com

os dados obtidos, foi calculado também o período em dias de ovo a emergência do adulto (ciclo de vida), para tanto se utilizou a média ponderada, dada pela fórmula: $\text{ciclo de vida} = \Sigma \text{ND} \cdot \text{NE} / \Sigma \text{NE}$, onde ND = número de dias para a emergência; e NE = número de adultos emergidos no dia.

Ao término da emergência dos adultos (cinco dias consecutivos sem emergência), os grãos foram pesados novamente obtendo a massa dos grãos infestados, logo após os mesmos foram secos em estufa a 60°C por 48 horas, determinando a massa seca dos grãos infestados.

Também foi utilizada uma alíquota (não infestada com os carunchos), com 10 gramas de cada tratamento, onde permaneceu no mesmo local e período em que foi realizado o experimento, quantificou-se sua massa antes e depois dos grãos serem secos na estufa de modo semelhante aos grãos infestados, denominando a massa da alíquota e a massa seca dos grãos da alíquota, respectivamente.

Com os resultados obtidos, calculou-se a massa seca de grãos consumida pelos carunchos (M. S. C.) pela seguinte fórmula: $\text{M. S. C.} = (\text{massa da alíquota} - \text{massa seca da alíquota}) - (\text{massa dos grãos infestados} - \text{massa seca dos grãos infestados})$.

2.3. Análise bromatológica

A análise bromatológica foi realizada na Universidade de São Paulo USP, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), em Piracicaba-SP. Para realização da análise bromatológica, utilizou-se aproximadamente 60 gramas de grãos de cada genótipo, dividido em três amostras secas em estufa a 35°C durante nove dias. Logo após, os grãos de cada amostra foram moídos separadamente, em peneiras 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: $1000 - \text{matéria mineral expressa em g.kg}^{-1}$ de matéria seca.

Na análise de proteína bruta 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 levados para estufas por 24 horas, quando foram retirados e pesados.

Para a determinação das fibras em detergente neutro foi utilizada a metodologia de Mertens (2002) e para as fibras em detergente ácido foi utilizada a metodologia de AOAC (1995). 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).

2.4. Análises estatísticas

Os dados obtidos dos seguintes parâmetros avaliados nos testes com e sem chance de escolhas, número de insetos atraídos, machos + fêmeas, machos e fêmeas, número de ovos viáveis, inviáveis e totais, período da emergência a morte de adultos (longevidade) de machos + fêmeas, machos e fêmeas, peso de adultos, machos e fêmeas, machos e fêmeas, razão sexual e massa seca de grãos consumida foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. A porcentagem de ovos viáveis e porcentagem de adultos emergidos foram transformadas em $\arcseno(x / 100)^{1/2}$. Os demais dados não foram transformados. Todos os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e suas médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise de correlação linear foi realizada entre os parâmetros biológicos, número de insetos emergidos, período de ovo a emergência de adulto (ciclo de vida), período da emergência a morte de adultos (longevidade), peso de adultos, razão sexual e massa seca de grãos consumida versus os dados dos componentes bromatológicos dos grãos dos genótipos, matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibras em detergente neutro, fibras em detergente ácido, fenóis totais, taninos totais e taninos condensados.

3. Resultados e discussão

3.1. Teste com chance de escolha

Observa-se na Tabela 1, que não houve diferença significativa no número de insetos atraídos pelos genótipos de feijoeiro em nenhum dos tempos avaliados. Boiça Júnior, Botelho e Toscano (2002) e Mazzoneto e Boiça Júnior (1999) avaliaram a atratividade de genótipos de feijoeiro a *Z. subfasciatus* e também não observaram repelência ou atratividade nos genótipos testados.

Tabela 1. Número de insetos atraídos por grãos de genótipos de feijoeiro pelos machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus*, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Número médio de adultos atraídos					
	24 horas ¹			Sete dias ¹		
	M + F	Machos	Fêmeas	M + F	Machos	Fêmeas
IAC Alvorada	17,0 a	7,5 a	9,8 a	13,5 a	8,3 a	5,3 a
Raz 59	8,3 a	4,0 a	4,6 a	9,3 a	4,0 a	5,5 a
173	15,0 a	9,0 a	6,0 a	17,0 a	7,5 a	9,5 a
177	13,3 a	7,5 a	5,8 a	9,0 a	3,5 a	5,5 a
178	8,0 a	3,8 a	4,3 a	7,8 a	3,3 a	4,5 a
179	9,0 a	4,0 a	5,0 a	9,8 a	5,0 a	4,8 a
283	15,5 a	6,8 a	5,8 a	18,3 a	9,8 a	8,5 a
284	12,3 a	4,0 a	8,3 a	14,8 a	7,5 a	7,3 a
361	17,0 a	9,3 a	7,8 a	16,3 a	8,5 a	7,8 a
364	15,5 a	8,5 a	7,0 a	14,0 a	7,8 a	6,3 a
F (Genótipos)	0,87 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,89 ^{ns}	2,01 ^{ns}	2,46 ^{ns}	0,95 ^{ns}
C. V. (%)	28,07	32,82	28,23	22,01	25,33	25,93

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

No teste de oviposição não ocorreu diferença significativa no número de ovos viáveis e totais. A quantidade de ovos inviáveis foi significativamente menor no genótipo Raz 59 em comparação ao número de ovos inviáveis observados nos genótipos IAC Alvorada e 364 (Tabela 2).

Tabela 2 - Número médio de ovos viáveis, inviáveis, totais, porcentagem de ovos viáveis, número de adultos emergidos machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e porcentagem de adultos emergidos de *Zabrotes subfasciatus*, em teste com chance de escolha, em diferentes genótipos de feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Número de ovos ¹			(%) de ovos viáveis ²	Emergência de adultos ¹			(%) de adultos emergidos ²
	Viáveis	Inviáveis	Totais		M + F	Machos	Fêmeas	
IAC Alvorada	76,8 a	121,3 b	198,0 a	38,6 a	63,0 b	31,3 b	31,8 b	72,6 b
Raz 59	89,5 a	65,0 a	154,5 a	62,0 c	5,3 a	2,8 a	2,5 a	4,8 a
173	92,5 a	84,8 ab	177,3 a	50,6 abc	3,3 a	1,8 a	1,5 a	2,7 a
177	86,0 a	87,0 ab	173,0 a	49,9 abc	2,0 a	0,5 a	1,5 a	1,7 a
178	92,0 a	67,0 ab	159,0 a	56,5 bc	77,3 b	42,0 b	35,3 b	78,2 b
179	94,8 a	68,8 ab	163,5 a	56,5 bc	4,5 a	2,0 a	2,5 a	3,8 a
283	102,5 a	91,5 ab	198,3 a	49,2 abc	3,8 a	2,3 a	1,5 a	2,4 a
284	94,8 a	112,3 ab	207,0 a	47,2 abc	0,8 a	0,5 a	0,3 a	0,5 ^a
361	89,0 a	91,5 ab	180,5 a	48,0 abc	2,0 a	1,3 a	0,8 a	1,7 a
364	113,3 a	128,8 b	242,0 a	46,2 ab	1,8 a	1,3 a	0,5 a	1,2 a
F (Genótipos)	1,42 ^{ns}	3,11*	2,14 ^{ns}	3,97**	23,67**	16,74**	21,48**	84,39**
C. V. (%)	8,84	15,03	9,79	9,31	38,49	42,63	37,65	28,70

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1% de probabilidade e ^{ns} não significativo. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(X + 0,5)^{1/2}$. ²Para análise estatística os dados foram dados transformados em arco seno de $(X / 100)^{1/2}$.

A deterrência de genótipos de feijoeiro para oviposição de *Z. subfasciatus* pode estar associada à presença de compostos voláteis que ao serem detectados pelas fêmeas inibem esse comportamento, reduzindo o número de ovos sobre os grãos (BALDIN; PEREIRA, 2010). Neste trabalho isso não foi verificado, devido possivelmente a ausência destes compostos voláteis que oriunda a resistência da categoria não preferência para oviposição.

Nos genótipos IAC Alvorada e 178 houve um número significativamente maior de adultos emergidos (machos + fêmeas, machos e fêmeas), comparado aos demais genótipos (Tabela 2). O que fica evidente, quando se observa os orifícios de saída do adulto entre os genótipos (Figura 3).

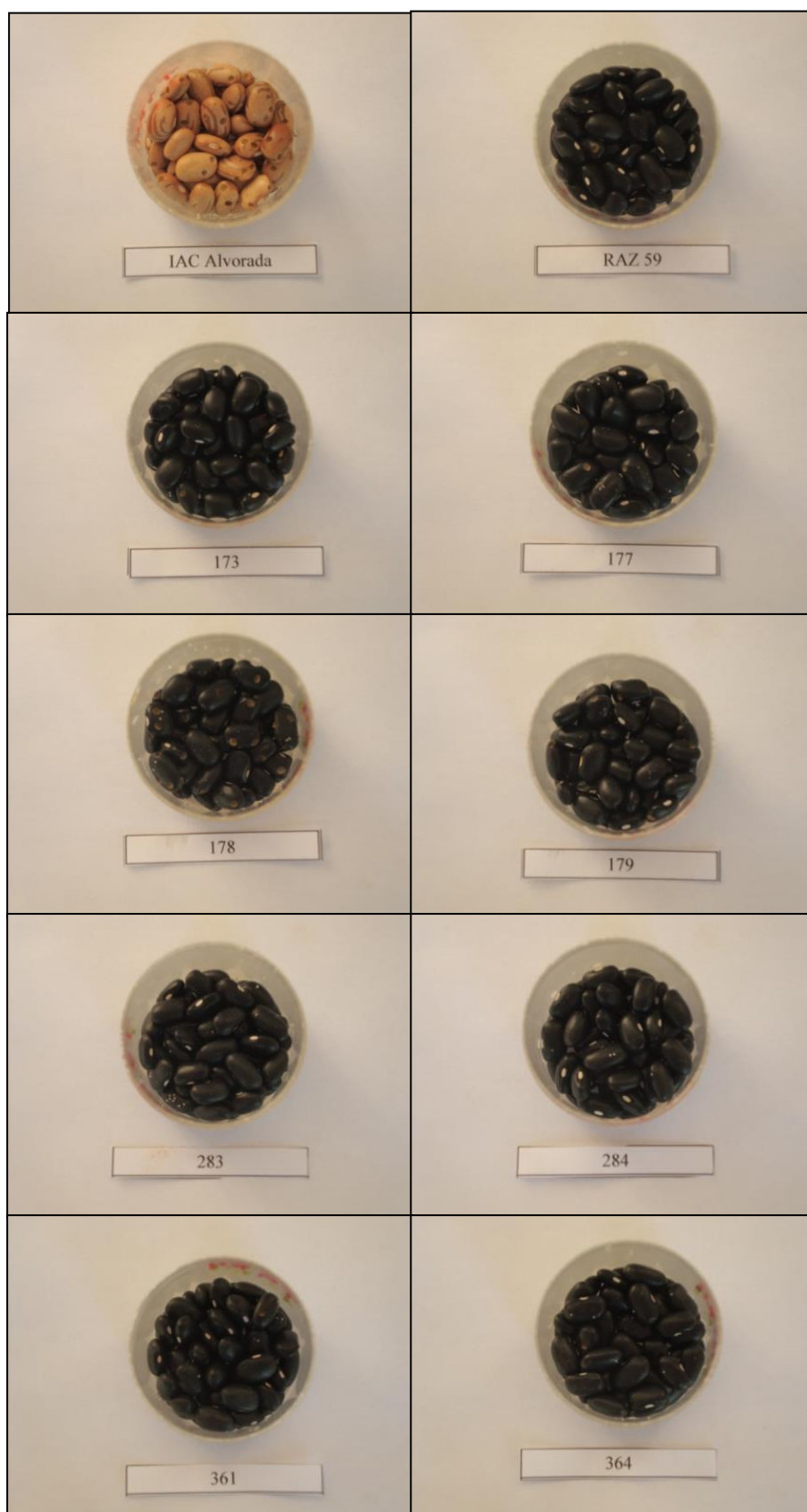


Figura 3. Orifícios da emergência de *Zabrotes subfasciatus* observados em grãos de dez genótipos de feijoeiro

Na porcentagem de insetos emergidos os houve uma maior porcentagem nos genótipos Raz 59, 173, 177, 179, 283, 284, 361, e 364, possivelmente com um ou mais compostos químicos que promovem resistência a *Z. subfasciatus* da categoria antibiose, caracterizada pela elevada mortalidade larval (BALDIN; LARA, 2004).

O baixo índice de emergência também foi observado por Moraes et al. (2011), que verificaram a ocorrência de um número menor de insetos emergidos nos genótipos Raz 56 e Raz 59 possivelmente devido a algum fator antibiótico nesses genótipos.

O maior período de ovo a emergência de adulto (ciclo de vida) machos + fêmeas, foi observado nos insetos desenvolvidos no genótipo 364, com diferença significativa para os insetos criados nos demais genótipos, atrasando em 23,8 e 23,9 dias o ciclo de vida dos carunchos, quando comparados aos insetos desenvolvidos nos grãos dos genótipos IAC Alvorada e 178, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Período em dias de ovo a emergência de adultos (ciclo de vida) de machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e período da emergência a morte de adultos (longevidade) machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus*, em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Ciclo de vida (dias)			Longevidade (dias) ¹		
	M + F	Machos	Fêmeas	M + F	Machos	Fêmeas
IAC Alvorada	44,6 a	44,7 a	44,5 a	21,5 a	19,9 ab	23,1 a
Raz 59	51,4 b	- ²	51,3 a	22,4 a	19,4 ab	25,4 a
173	66,4 e	64,4 c	- ²	18,4 a	19,4 ab	17,5 a
177	64,8 d	- ²	- ²	19,0 a	18,3 ab	19,3 a
178	44,5 a	44,1 ab	44,8 a	19,8 a	18,3 ab	21,3 a
179	54,5 c	57,4 bc	52,3 a	20,7 a	18,1 ab	23,3 a
283	- ²	- ²	- ²	20,9 a	21,9 b	19,8 a
284	- ²	- ²	- ²	24,0 a	- ²	- ²
361	66,4 e	65,8 c	- ²	18,6 a	12,0 a	23,5 a
364	68,4 f	-	- ²	21,6 a	19,7 ab	- ²
F (Genótipos)	3564,52**	15,37**	3,25 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,87*	1,05 ^{ns}
C. V. (%)	0,55	9,18	8,90	16,44	11,83	18,78

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade, **significativo a 1% de probabilidade e ^{ns}não significativo. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(X + 0,5)^{1/2}$. ²Dados insuficientes para análises estatísticas.

Os carunchos desenvolvidos nos genótipos 173, 177, 361 tiveram ciclos de vida mais próximos ao do genótipo 364 (Tabela 3) o que evidencia características de resistência na categoria antibiose. Essa mesma categoria de resistência foi

verificada por Mazzonetto e Vendramim (2002); Boiça Júnior, Botelho e Toscano (2002); Baldin e Pereira (2010) e Moraes et al., (2011).

Ressalta que não foi possível analisar estatisticamente os resultados do ciclo de vida obtidos dos carunchos desenvolvidos nos genótipos 283 e 284, já que os mesmo apresentaram grande mortalidade larval (colocar a tabela), inviabilizando o acompanhamento do ciclo de vida dos adultos.

No ciclo de vida de machos pode-se observar que os carunchos desenvolvidos nos genótipos 361 e 173 diferiram significativamente dos carunchos que se alimentaram dos genótipos IAC alvorada e 178. O genótipo 179 com ciclo de vida intermediário, diferiu significativamente do IAC Alvorada. Não ocorreu diferença significativa no ciclo de vida das fêmeas desenvolvidas nos diferentes genótipos (Tabela 3).

Em relação ao período da emergência a morte dos adultos (longevidade) não foi observada diferença significativa de machos + fêmeas e fêmeas, porém os machos emergidos no genótipo 283 foram mais longevos, diferindo significativamente da longevidade dos machos emergidos no genótipo 361 (Tabela 3). Esse efeito pode estar relacionado ao seu parental Arc 2, já que Mazzonetto e Vendramim (2002) observaram diferenças significativas na longevidade de machos e fêmeas de *Z. subfasciatus* em genótipos de feijoeiro que continham essa proteína, aumentando este período.

O peso dos adultos foi influenciado significativamente pelos genótipos de feijoeiro, onde aqueles emergidos nos grãos dos genótipos 179, 283, 284, 361, 364 tiveram menores pesos em comparação com os carunchos emergidos nos genótipos IAC Alvorada e 178 (Tabela 4), o que confirma o efeito antibiótico naqueles primeiros genótipos.

Outros autores também observaram diferenças significativas no peso de adultos de *Z. subfasciatus* como, Baldin e Pereira (2010); Mazzonetto e Vendramim (2002); Wanderley, Oliveira e Andrade (1997), onde os menores pesos de adultos foram verificados em genótipos contendo arcelina. Neste trabalho os carunchos desenvolvidos nos genótipos com um dos parentais contendo arcelina, no caso o Arc 2, tiveram menor peso, possivelmente devido ao efeito dessa proteína no desenvolvimento do inseto, tornando o alimento menos adequado para os mesmos.

Tabela 4. Peso de adultos (mg) machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e massa seca de grãos consumida (M. S. C.) (mg) por *Zabrotes subfasciatus*, em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Peso de adultos (mg) ¹			Razão Sexual ¹	M. S. C. (mg) ¹
	M + F	Machos	Fêmeas		
IAC Alvorada	2,96 c	2,09 bc	3,84 b	0,55 a	719,08 b
Raz 59	2,46 abc	1,78 ab	3,56 b	0,62 a	50,45 a
173	2,65 bc	2,64 c	2,66 a	0,33 a	137,80 a
177	2,33 abc	1,30 a	2,50 a	0,61 a	54,89 a
178	2,98 c	2,03 bc	3,92 b	0,44 a	963,68 b
179	2,24 ab	1,63 ab	2,78 a	0,53 a	124,90 a
283	2,19 ab	1,76 ab	2,68 a	- ²	102,15 a
284	1,95 a	- ²	- ²	- ²	111,45 a
361	1,86 a	1,70 ab	2,77 a	0,30 a	102,01 a
364	1,91 a	1,48 ab	- ²	0,50 a	107,78 a
F (Genótipos)	14,44**	7,13**	20,71**	0,41 ^{ns}	12,16**
C. V. (%)	7,67	7,19	5,89	16,97	34,73

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. **significativo a 1% de probabilidade e ^{ns}não significativo. ¹Para análise estatística os dados transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ²Dados insuficientes para análises estatísticas.

Os insetos desenvolvidos nos genótipos com um dos parentais sendo o Raz 59 e Raz 55, genótipos com características de resistência (MORAES et al., 2011), tiveram menores pesos e diferenciaram significativamente dos carunchos desenvolvidos nos genótipos IAC Alvorada e 178 (IAC alvorada x Raz 59) (Tabela 4), que apesar de ter como parental o Raz 59, possivelmente herdou as características de suscetibilidade do IAC Alvorada.

Quando se observa machos e fêmeas separadamente (Tabela 4), pode-se notar que os carunchos machos oriundos do genótipo 177 tiveram menor peso, diferindo significativamente dos genótipos IAC Alvorada, 173 e 178. Já as fêmeas, com menores pesos foram desenvolvidas nos grãos dos genótipos 173, 177, 179 e 283, diferindo significativamente dos genótipos IAC Alvorada, 178 e Raz 59.

Não houve diferença significativa na razão sexual (Tabela 4), com valores que variam de 0,30 a 0,62, o que, teoricamente não afetou o potencial biótico do inseto. Já que o valor encontrado naturalmente em genótipos sem efeito negativo sobre o inseto fica em torno de 0,5, ou seja, uma proporção de um macho para uma fêmea (ATHIÊ; PAULA, 2002).

Em relação à massa seca de grãos consumida, pode-se observar que os genótipos IAC alvorada e 178 foram significativamente mais consumidos pelos carunchos (Tabela 4), principalmente devido à alta mortalidade larval da praga nos

outros genótipos (Tabela 2). Genótipos de feijoeiro portadores de arcelina, possivelmente interferem na alimentação de *Z. subfasciatus* (MORAES et al., 2011), pois, a arcelina presentes em genótipos silvestre de feijoeiro foi considerada responsável pela resistência na categoria antibiose (OSBORN et al., 1986). Além da proteína arcelina outras causas podem ser responsáveis pela menor alimentação das larvas, como a dureza da testa (VIEIRA et al., 2005).

Na correlação dos parâmetros biológicos dos insetos com os componentes bromatológicos nos grãos dos genótipos, verificou-se diferença significativa a 5% de probabilidade no coeficiente de correlação, apenas para a análise de taninos condensados versus o peso de adultos com valor de 0,67 (Tabela 5), onde pode-se observar correlação positiva, em que o aumento do teor de taninos condensados proporcionou aumento no peso dos carunchos.

Tabela 5. Coeficiente de correlação linear entre os parâmetros biológicos de *Zabrotes subfasciatus* avaliados, em teste com chance de escolha versus os componentes bromatológicos dos genótipos de feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2013.

Parâmetros biológicos ¹	Parâmetros da análise bromatológica ²				
	MS	MM	MO	PB	EE
NE	0,35 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,31 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	-0,33 ^{ns}
Ciclo de vida	-0,43 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Longevidade	-0,49 ^{ns}	0,53 ^{ns}	-0,53 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Peso	0,28 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
Razão sexual	0,18 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
M. S. C.	0,35 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}	-0,50 ^{ns}	-0,36 ^{ns}
Parâmetros biológicos ¹					
	FDN	FDA	FT	TT	TC
NE	0,49 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Ciclo de vida	-0,31 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	-0,54 ^{ns}
Longevidade	-0,63 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
Peso	0,36 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,67*
Razão sexual	0,02 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,11 ^{ns}
M. S. C.	0,51 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,31 ^{ns}

¹NE = Número de insetos emergidos; Ciclo de vida = período de ovo a emergência de adulto (dias); longevidade = período da emergência a morte do adulto (dias); Peso = Peso de adultos (mg); razão sexual = proporção de machos e fêmeas; M. S. C. = Massa seca de grãos consumida (mg). ²MS = Matéria seca, MM = Matéria mineral, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato etéreo, FDN = Fibras em detergente neutro, FDA = Fibras em detergente ácido, FT = Fenóis totais, TT = Taninos totais, TC = Taninos Condensados. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não significativo.

Este fato pode estar relacionado à formação de compostos que ao se associarem com as enzimas digestivas presentes no intestino dos herbívoros, e, como consequência, levam a uma redução na eficiência da digestão de proteínas (SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005). Tal fato, pode ter ocasionado um

maior consumo dos insetos para suprir a falta da digestão da proteína e com isso aumento do peso.

Por outro lado, Schaller (2008) observou que os maiores teores de taninos podem causar redução no crescimento dos insetos. Altas concentrações de taninos podem constituir barreiras para a alimentação de herbívoros generalistas especialmente em ambientes xéricos (FERNANDES; PRICE, 1998).

3.2. Teste sem chance de escolha

No teste de oviposição sem chance de escolha, não houve diferença significativa em nenhum dos parâmetros avaliados (Tabela 6), confirmando os resultados do teste com chance de escolha, que também não ocorreu diferença significativa no número de ovos viáveis e totais (Tabela 2).

Tabela 6. Número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais, porcentagem de ovos viáveis, número de insetos emergidos machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e porcentagem de adultos emergidos de *Zabrotes subfasciatus*, em teste sem chance de escolha, em diferentes genótipos de feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Número de ovos ¹			Energência de adultos ¹	Energência de adultos ¹			
	Viáveis	Inviáveis	Totais	(%) de ovos viáveis ²	M + F	Machos	Fêmeas	(%) de adultos emergidos ²
IAC Alvorada	122,8 a	96,3 a	219,0 a	55,6 a	104,8 b	58,0 b	46,8 b	86,7 b
Raz 59	128,5 a	68,3 a	196,8 a	66,5 a	5,3 a	3,8 a	1,5 a	4,1 a
173	151,3 a	89,0 a	240,3 a	60,3 a	5,8 a	2,5 a	3,3 a	3,5 a
177	106,5 a	111,0 a	217,5 a	49,9 a	5,5 a	2,8 a	2,8 a	5,0 a
178	141,8 a	88,3 a	230,0 a	61,3 a	118,8 b	62,5 b	56,3 b	83,0 b
179	131,0 a	107,8 a	238,8 a	55,1 a	4,8 a	3,0 a	1,8 a	3,8 a
283	120,8 a	85,0 a	205,8 a	59,7 a	4,8 a	2,0 a	2,8 a	3,8 a
284	125,0 a	82,8 a	207,8 a	58,1 a	3,8 a	1,8 a	2,0 a	2,6 a
361	145,5 a	84,8 a	230,3 a	63,0 a	5,8 a	3,3 a	2,5 a	4,0 a
364	117,8 a	92,0 a	209,8 a	55,6 a	1,8 a	1,5 a	0,25 a	1,4 a
F (Genótipos)	0,71 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,76 ^{ns}	1,08 ^{ns}	66,96**	57,28**	53,25**	85,59**
C. V. (%)	12,20	12,02	7,76	10,70	22,44	23,40	24,83	24,35

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. **significativo a 1% de probabilidade e ^{ns}não significativo. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(X + 0,5)^{1/2}$. ²Para análise estatística os dados foram dados transformados em arco seno de $(X / 100)^{1/2}$.

Baldin e Pereira (2010) também avaliaram a oviposição de *Z. subfasciatus* em genótipos de feijão comum e não encontraram diferença significativa no número de ovos viáveis e totais resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

O número de insetos emergidos (machos + fêmeas, machos e fêmeas) nos genótipos Raz 59, 173, 177, 179, 283, 284, 361 e 364 foi significativamente menor quando comparados aos emergidos nos genótipos IAC alvorada e 178, ocorrendo o mesmo para a porcentagem de adultos emergidos (Tabela 6).

Resultados semelhantes ao teste com chance de escolha, o que confirma a resistência da categoria antibiose, que se caracteriza quando a praga se alimenta normalmente da planta e esta exerce um efeito adverso sobre a biologia da mesma, geralmente essa influência negativa se dá pela presença de compostos químicos que dificultam o crescimento e desenvolvimento do inseto, provocando alterações na sua biologia, como mortalidade das fases imaturas (BOIÇA JÚNIOR et al., 2013).

O período de ovo a emergência de adulto (ciclo de vida) foi significativamente maior quando os carunchos se desenvolveram nos genótipos 364, 361 e 284, em comparação com os oriundos dos genótipos 179, Raz 59, IAC Alvorada e 178. Nesses dois últimos os carunchos tiveram menores ciclo de vida, com diferença significativa para os insetos criados nos genótipos 283, 177 e 173 com períodos de ciclos intermediários (Tabela 7).

Tabela 7. Período em dias de ovo a emergência de adultos (ciclo de vida) de machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas, período da emergência a morte de adultos (longevidade) de machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Ciclo de vida (dias)			Longevidade (dias) ¹		
	M + F	Machos	Fêmeas	M + F	Machos	Fêmeas
IAC Alvorada	43,9 a	43,6 a	44,3 a	21,2 a	20,3 a	22,1 a
Raz 59	53,6 ab	56,1 bcd	47,4 a	19,6 a	17,4 a	28,3 a
173	63,3 bcd	63,2 cd	63,3 b	20,0 a	17,4 a	21,9 a
177	61,5 bcd	61,6 cd	60,0 b	19,8 a	18,8 a	20,8 a
178	44,7 a	44,2 ab	45,1 a	20,3 a	18,3 a	22,6 a
179	53,8 abc	53,9 abc	55,3 ab	21,4 a	19,8 a	23,4 a
283	63,7 cd	63,1 cd	64,2 b	23,1 a	20,9 a	25,3 a
284	64,1 d	67,8 d	61,0 b	22,4 a	21,6 a	23,3 a
361	64,1 d	64,7 cd	61,4 b	20,2 a	18,0 a	22,6 a
364	68,6 d	67,9 d	- ²	20,4 a	19,0 a	- ²
F (Genótipos)	18,31**	13,39**	10,75**	0,69 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,44 ^{ns}
C. V. (%)	6,80	8,11	8,82	17,44	14,24	21,50

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. **significativo a 1% de probabilidade e ^{ns}não significativo. ¹Para análise estatística os dados foram transformados em $(X + 0,5)^{1/2}$. ²Dados insuficientes para análises estatísticas.

O ciclo de vida dos machos foi menor nos genótipos IAC Alvorada e 178 diferindo significativamente dos machos desenvolvidos nos genótipos 173, 177, 283, 284, 361 e 364. Para o ciclo de vida das fêmeas, os resultados se mostraram semelhantes aos dos machos, sendo as fêmeas desenvolvidas nos grãos dos genótipos IAC Alvorada e 178, juntamente com o genótipo Raz 59 são os de ciclos significativamente menores em relação aos genótipos 173, 177, 283, 284 e 361 (Tabela 7).

Observando esses resultados com os obtidos na porcentagem de adultos emergidos (Tabela 6) nota-se que os insetos de maiores ciclos foram desenvolvidos nos genótipos com menor número de insetos emergidos e os genótipos com maior porcentagem de adultos emergidos foram os de menores ciclos. Possivelmente os genótipos com característica antibiótica, quando não ocasionaram a morte da fase larval, atrasaram o desenvolvimento dessa fase imatura.

Em relação ao período da emergência a morte dos adultos, não foram observadas significâncias entre os insetos que se desenvolveram nos diferentes genótipos (Tabela 7). Quando se observa o ciclo de vida com a longevidade constata-se que os efeitos antibióticos ocasionados pelos genótipos com características de resistência, não afetaram a longevidade dos adultos. O fato pode ter ocorrido possivelmente devido aos adultos de *Z. subfasciatus* não se alimentarem, diminuindo os efeitos antibióticos dos genótipos nesta fase.

Os carunchos com menores pesos foram encontrados quando as larvas se alimentaram dos grãos dos genótipos 361, 364 e 173, diferenciando significativamente dos insetos em que as larvas se alimentaram dos genótipos 178 e IAC Alvorada (Tabela 8). Não houve diferença significativa para o peso de machos, entretanto as fêmeas emergidas nos genótipos 361, 284 e 173 tiveram menores pesos diferindo significativamente das emergidas nos genótipos IAC Alvorada, Raz 59 e 178 (Tabela 8).

Nos dados da razão sexual (Tabela 8) verifica-se que o genótipo 364 com menor índice de fêmeas diferiu significativamente do genótipo 173. A redução no número de fêmeas pode levar a uma diminuição no potencial biótico do inseto (SILVA et al., 2013).

Tabela 8. Peso de adultos (mg) machos + fêmeas (M + F), machos e fêmeas e massa seca de grãos consumida (mg) por *Zabrotes subfasciatus*, em diferentes genótipos de feijoeiro, em teste com chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2013.

Genótipos	Peso de adultos (mg) ¹			Razão Sexual ¹	Massa seca consumida (mg) ¹
	M + F	Machos	Fêmeas		
IAC Alvorada	2,81 bc	1,95 a	3,68 b	0,44 ab	1321,77 b
Raz 59	2,27 ab	1,65 a	3,80 b	0,28 ab	129,08 a
173	2,15 a	1,48 a	2,60 a	0,64 b	190,68 a
177	2,27 abc	1,73 a	3,12 ab	0,38 ab	177,13 a
178	2,83 c	1,87 a	3,79 b	0,48 ab	1428,85 b
179	2,33 abc	1,93 a	3,15 ab	0,28 ab	177,40 a
283	2,45 abc	1,74 a	3,16 ab	0,57 ab	158,05 a
284	2,40 abc	1,81 a	2,91 a	0,56 ab	112,98 a
361	2,08 a	1,53 a	2,85 a	0,45 ab	244,03 a
364	1,88 a	1,66 a	- ²	0,08 a	101,67 a
F (Genótipos)	7,45**	2,52 ^{ns}	11,46**	2,36*	57,29**
C. V. (%)	9,31	8,49	6,13	11,48	15,85

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade. **significativo a 1% de probabilidade e ^{ns}não significativo. ¹Para análise estatística os dados transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. ²Dados insuficientes para análises estatísticas.

No entanto, no teste com chance de escolha, não ocorreu essa diferença significativa na razão sexual entre os insetos desenvolvidos nos diferentes genótipos (Tabela 4). A diferença na análise estatística observada entre os teste com e sem chance de escolha para razão sexual (Tabela 4 e 8), pode ter ocorrido devido ao baixo número de insetos emergidos nesses tratamentos em ambos os testes.

Os genótipos IAC alvorada e 178 foram significativamente mais consumidos pelos insetos que os demais (Tabela 8). Diferenças significativas também nesse parâmetro foram verificadas por Ribeiro-Costa, Pereira e Zukovski (2007); Baldin e Pereira (2010) e Moraes et al. (2011), esses resultados evidenciam que as perdas ocasionadas por *Z. subfasciatus* em grãos de feijão armazenados podem ser minimizadas com o uso de variedades resistentes.

É possível perceber que os genótipos IAC Alvorada e 178 foram mais consumidos e os carunchos apresentaram maiores pesos (Tabela 8). Não sendo verificada nenhuma característica de resistência desses genótipos ao *Z. subfasciatus*, considerados assim, suscetíveis ao ataque desta praga.

Na análise de correlação linear ocorreu significância a 5% de probabilidade entre o período de emergência a morte do adulto (longevidade) versus matéria seca

consumida (-0,74); longevidade versus fibras em detergente ácido (0,75) e razão sexual versus proteína bruta (-0,64) (Tabela 9).

Tabela 9. Coeficiente de correlação linear entre os parâmetros biológicos de *Zabrotes subfasciatus* avaliados em teste sem chance de escolha versus os componentes bromatológicos dos genótipos de feijoeiro, Jaboticabal, SP, 2013.

Parâmetros Biológicos ¹	Parâmetros da análise bromatológica ²				
	MS	MM	MO	PB	EE
NE	0,32 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,33 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	-0,28 ^{ns}
Ciclo de vida	-0,35 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Longevidade	-0,74*	0,36 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Peso	-0,01 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,50 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Razão sexual	-0,32 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,64*	0,46 ^{ns}
M. S. C.	0,33 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	-0,25 ^{ns}
Parâmetros Biológicos ¹					
	FDN	FDA	FT	TT	TC
Emergência	0,50 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Ciclo de vida	-0,33 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,56 ^{ns}
Longevidade	-0,23 ^{ns}	0,75*	-0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,30 ^{ns}
Peso (adultos)	0,19 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Razão sexual	-0,09 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,42 ^{ns}
M. S. C.	0,54 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,31 ^{ns}

¹NE = Número de insetos emergidos; Ciclo de vida = período de ovo a emergência de adulto (dias); longevidade = período da emergência a morte do adulto (dias); Peso = Peso de adultos (mg); razão sexual = proporção de machos e fêmeas; M. S. C. = Massa seca de grãos consumida (mg). ²MS = Matéria seca, MM = Matéria mineral, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato etéreo, FDN = Fibras em detergente neutro, FDA = Fibras em detergente ácido, FT = Fenóis totais, TT = Taninos totais, TC = Taninos Condensados. *significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}não significativo.

Sedano e Nicodemo (2009) verificaram que a quantidade de fibras pode interferir na digestibilidade da fase imatura de *Bombyx mori* L. (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Bombycidae), onde os maiores valores acarretam baixa digestibilidade. Porém a correlação entre fibras extraídas em detergente ácido e em detergentes neutros, não tiveram correlação com a massa seca consumida.

Em ambos os testes com e sem chance de escolha as características que mais se destacaram nos genótipos resistentes foram, número de insetos emergidos (Tabela 2 e 6), ciclo de ovo a emergência de adultos (Tabela 3 e 7) e massa seca consumida (Tabela 4 e 8), no entanto não apresentaram significância na correlação com a análise bromatológica. Evidenciando que a causa dessa resistência, está relacionada com outro fator não testado nesta pesquisa.

4. Conclusões

Os grãos dos genótipos de feijoeiro são igualmente ovipositados por *Z. subfasciatus*, em teste com e sem chance de escolha;

Os genótipos Raz 59, 173, 177, 179, 283, 284, 361 e 364 são classificados na categoria antibiose, como resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*; e

Não foi possível identificar a causa da resistência com os testes realizados pela análise bromatológica.

6. Referências

ABREU A. F. B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safra na região sul de Minas Gerais: Pragas e métodos de controle**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, n. 6, Versão eletrônica, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br.htm>>. Acessado em: 15 de dez. 2013.

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

ATHIÉ, I.; DE PAULA, D. C. **Insetos de Grãos Armazenados: Aspectos Biológicos e Identificação**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244p.

BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Efeito de temperaturas de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 365-369, 2004.

BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1507-1513, 2010.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833), em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1805-1810, 1999.

BARBOSA, F. R., YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 895-900, 2000.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; ALONSO, A. M. Efeito da adubação na manifestação da resistência de feijoeiro ao ataque de caruncho em testes com e sem chance de escolha. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 35-43, 2000.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BOTELHO, A. C. G.; TOSCANO, L. C. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 51-55, 2002.

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 de, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em Entomologia Agrícola – VI**. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress, 2013, p. 207-224.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos safra 2012/13 - Décimo Primeiro Levantamento, Agosto/2013**. Brasília; Conab, 2013, 29p.

FARONI, R. A.; SILVA J. S. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: SILVA, J. S. (Org.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008, p. 371-406.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. **Oecologia**, Berlin, v. 76, p.161-167, 1988.

GUZMÀN-MALDONADO, S. H.; MARÍN-JARILLO, A.; CASTELLANOS, J. Z.; GONZÁLEZ DE MEJÍA, E.; ACOSTA-GALLESOS, J. A. Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 53-58, 1996.

HARMSSEN, R.; BLISS, F. A.; CARDONA, C.; POSSO, C. E.; OSBORN, T. C. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 31, p. 54-55, 1988.

LARA, F. M. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I Winter crop. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 551-560, 1997.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008, 72p.

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, p. 161-165, 1993.

MAZZONETO, F.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de feijoeiro com e sem arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 435-439, 2002.

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.

MIRANDA, J. E.; BONACIN, G. A.; TAKAHASHI, R. Produção e qualidade de folhas de amoreira em função da época do ano e de colheita. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 499-504, 2002.

MORAES, C. P. B.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, J. R.; COSTA, J. T. Determinação dos tipos de resistência em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 419-424, 2011.

OSBORN, T. C.; BLAKE, T.; GEPTS, P.; BLISS, F. A. Bean arcelin, 2: genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.71, n. 6, p. 847-855, 1986.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas aplicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole, 1991, p. 9-66.

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, 1986.

PORTO, A. J.; FUNARI, S. R. C.; DIERCKX, S. M. A. G. Consumo e utilização do alimento pelo bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.), alimentado com dois cultivares de amoreira em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 2, p. 153-166, 2006.

PORTO, A. J. Interação entre cultivar de amoreira e estágio de desenvolvimento da planta na produção do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 72-80, 2008.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. da S.; ZUKOVSKI, L. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) em Genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no estado do Paraná e contendo arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 560-564, 2007.

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

SCHOONHOVEN, A. V.; CARDONA, C. Low levels of resistance to the mexican bean weevil in dry beans. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 4, p. 567-569, 1982.

SCHOONHOVEN, A. V.; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Resistance to the bean weevil and mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in noncultivated common bean accessions. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 76, n. 6, p.1255-1259, 1983.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. Plants as insect food: not the ideal. In: _____. **Insect plant biology**. New York: Oxford University, 2005. 115p.

SEDANO, A. A.; NICODEMO, D. Alimentação do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.). In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, 5, 2009, Dracena. **Anais eletrônicos...** Dracena: UNESP, 2009. Disponível em: <http://www2.dracena.unesp.br/eventos/sicud_2009/anais/prod_animal/072_2009.pdf>. Acesso em: 11 de set. 2013.

SILVA, J. F.; MELO, B. A.; LEITE, D. T.; CARDOSO, F. A.; PESSOA, E. B. Dados biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em dois genótipos de *Phaseolus vulgaris* L.. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 3, p. 6-9, 2013.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S. Melhoramento do Feijão. In: BORÉM A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 301-391, 2005.

VIEIRA, E. H. N; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA E. H. N; RAVA, C. A. (Ed). **Sementes de feijão – Produção e tecnologia**, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 233-247.

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V.; ANDRADE JR., M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p.315-320, 1997.

ZANÃO, C. F. P.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SARMENTO, S. B. S.; ARTHUR, V. Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 46-55, 2009.