

Divergência genética de genótipos de feijoeiro a infestação de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae)

Genetic divergence of bean genotypes to infestation of *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae)

Eduardo Neves Costa¹; Bruno Henrique Sardinha de Souza²;
Daline Benites Bottega²; Flávia Queiroz de Oliveira³; Zulene Antonio Ribeiro¹;
Arlindo Leal Boiça Júnior^{4*}

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética de genótipos de feijoeiro em relação à oviposição, alimentação e desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus*, determinando-se os graus de resistência. Os genótipos utilizados foram: IAC Carioca-Tybatã, IAC Fortaleza, IAPAR 81, IAC Carioca-Été, IAC Galante, IAC Harmonia, IAC Una, IAC Diplomata, BRS Supremo e RAZ 49. Testes foram realizados em laboratório sob condições controladas de umidade, temperatura e fotofase. No teste com chance de escolha, 10 g de sementes dos genótipos de feijão foram distribuídos em aberturas circulares dispostas de forma equidistantes entre si em bandejas de alumínio, e foram liberados 70 casais. A atratividade foi avaliada 24 horas e sete dias após a instalação do experimento, e posteriormente quantificou-se o número de ovos. No teste sem chance de escolha foram utilizados 10 g de grãos, onde foram inoculados sete casais de *Z. subfasciatus* após 24 horas da emergência, onde permaneceram por sete dias. Após a retirada dos adultos, avaliou-se o número total de ovos, viáveis e inviáveis, número e porcentagem de adultos emergidos, peso, longevidade e período de ovo a adulto de machos e fêmeas, razão sexual, massa seca consumida e massa seca consumida por inseto. Pode-se concluir que no genótipo IAC Harmonia foi observada menor oviposição; RAZ 49 foi o mais resistente do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose; BRS Supremo, IAC Carioca-Été e IAPAR 81 são moderadamente resistentes do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose; IAC Galante é suscetível; e os demais genótipos são altamente suscetíveis a *Z. subfasciatus*.

Palavras-chave: Antibiose, caruncho, grãos armazenados, *Phaseolus vulgaris*, resistência de plantas a insetos

Abstract

The aim of this work was to evaluate the genetics divergence of bean genotypes in relation to the oviposition, feeding and development of *Zabrotes subfasciatus*, determining the degrees of resistance to the weevil. The genotypes used were: IAC Carioca-Tybatã, IAC Fortaleza, IAPAR 81, IAC Carioca-

¹ Discentes de Mestrado em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP. E-mail: costa_ne@yahoo.com.br; za.ribeiro@uol.com.br

² Discentes de Doutorado em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, UNESP, Jaboticabal, SP. E-mail: souzabhs@gmail.com; daline4@bol.com.br

³ Discente de Doutorado em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, UNESP, Jaboticabal, SP. E-mail: fqoliveira@r7.com

⁴ Prof. Dr. Titular do Deptº de Fitossanidade, UNESP, Jaboticabal, SP. E-mail: aboicajr@fcav.unesp.br

* Autor para correspondência

Eté, IAC Galante, IAC Harmonia, IAC Una, IAC Diplomata, BRS Supremo and RAZ 49. Tests were performed in laboratory under controlled humidity, temperature and photophase conditions. In free choice test, 10 g of bean genotypes seeds were distributed in circular openings placed equidistant from each other in aluminum trays, where 70 couples were released. The attractiveness was evaluated 24 hours and seven days after the experiment started, and then the number of eggs was evaluated. In non choice test, 10 g of seeds were used where seven couples of *Z. subfasciatus*, 24 hours-old, were released, remaining seven days, and after the adults retreat, the total number of eggs, viable and unviable eggs, the number and percentage of emerged adults, weight, longevity and period from egg to adult of males and females, sex ratio, dry mass and dry mass consumed by insect were evaluated. In the genotype IAC Harmonia was observed the lower oviposition; RAZ 49 was the most non preference-type resistant for feeding and/or antibiosis-type resistant; BRS Supremo, IAC Carioca-Eté and IAPAR 81 are no preference for feeding and/or antibiosis-type moderate resistant; IAC Galante is susceptible and the other genotypes are highly susceptible to *Z. subfasciatus*.

Key words: Antibiosis, weevil, stored grains, *Phaseolus vulgaris*, plant resistance to insects

Introdução

O habitat do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* Linnaeus 1753, estende-se desde o norte do México até o noroeste da Argentina, podendo ser cultivado em regiões cuja temperatura oscila entre 10 e 35 °C (SCHOONHOVEN; VOYSEST, 1989). O feijão é um dos mais relevantes componentes da dieta do brasileiro por ser notavelmente uma excelente fonte proteica, sendo a cultura da leguminosa considerada o de maior importância econômico-social entre os produtos agrícolas (VIEIRA et al., 2005).

A produtividade do feijoeiro é considerada baixa devido a alguns fatores, dentre os quais se incluem o ataque por inúmeras pragas (SALGADO, 1982), cujas infestações podem ocorrer desde a emergência até o seu armazenamento, sendo o caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) a principal praga de feijão armazenado (DECHECO; MONCADA; ORTIZ, 1986).

As larvas de *Z. subfasciatus* se alimentam exclusivamente das sementes, causando prejuízos consideráveis ao atacar os cotilédones, onde constroem galerias, podendo destruí-los completamente. Os insetos, ainda, prejudicam as sementes destinadas ao plantio ao consumir as reservas alimentícias dos cotilédones, enfraquecendo as plântulas resultantes ou até mesmo impedindo sua germinação (GALLO et al., 2002). Além disso, a presença de ovos, insetos mortos e dejeções

comprometem a qualidade do produto. Somam-se ainda os danos indiretos relacionados à entrada de microorganismos e ácaros (MAZZONETO; BOIÇA JÚNIOR, 1999).

O estudo de resistência de plantas vem sendo amplamente realizado no Brasil (ORIANI; LARA; BOIÇA JÚNIOR, 1996; MAZZONETO; BOIÇA JÚNIOR, 1999) e em outros países (SCHOONHOVEN; CARDONA; VALOR, 1983; KORNEGAY; CARDONA; POSSO, 1993) como alternativa de controle ao ataque do bruquídeo. Como vantagens desta tática, podem-se citar a diminuição do uso de inseticidas, o baixo custo, a facilidade de utilização e principalmente a compatibilidade com outros métodos de controle (LARA, 1991).

A procura por fontes de resistência em acessos de feijão tem sido alvo de pesquisas como método de controle a *Z. subfasciatus* (VIEIRA et al., 2005). Schoonhoven e Cardona (1982), em estudos com mais de quatro mil acessos de feijão cultivados concluíram que os níveis de resistência a *Z. subfasciatus* eram muito baixos. Schoonhoven, Cardona e Valor (1983) avaliaram formas silvestres de *P. vulgaris*, de origem mexicana, e constataram linhagens com alto nível de resistência a *Z. subfasciatus* e *Acanthoscelides obtectus* (SAY, 1831), e que o tipo de resistência associado é do tipo antibiose. No Brasil, vários genótipos de feijão foram identificados como resistentes

a *Z. subfasciatus* (WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE JUNIOR, 1997; SOUZA et al., 1997; MAZZONETO; BOIÇA JÚNIOR, 1999; BOIÇA JÚNIOR; BOTELHO; TOSCANO, 2002; MIRANDA; TOSCANO; FERNANDES, 2002).

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo estudar a divergência genética de genótipos de feijoeiro em relação a oviposição, alimentação e desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, determinando-se os graus de resistência ao inseto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP, no Departamento de Fitossanidade, Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, à temperatura de 25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Os insetos utilizados nos experimentos foram oriundos da criação estoque do laboratório, criados em sementes da cultivar de feijão Bolinha, considerada suscetível (BOIÇA JÚNIOR; BOTELHO; TOSCANO, 2002), em frascos de vidro de um litro, fechados com tampas metálicas vazadas e revestidas com tela de *nylon*. A cada 30 dias, o material era peneirado e os adultos separados para iniciar a infestação de novos frascos. A criação foi mantida em sala climatizada, à temperatura de 27 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas. Para a realização dos ensaios, foram utilizados os seguintes genótipos: IAC Carioca-Tybatã, IAC Fortaleza, IAPAR 81, IAC Carioca-Été, IAC Galante, IAC Harmonia, IAC Una, IAC Diplomata, BRS Supremo e RAZ 49.

No teste com chance de escolha foram utilizadas arenas constituídas de bandejas circulares de alumínio de 5,00 cm de altura e 30,00 cm de diâmetro, contendo em seu interior placas de isopor circulares de 2,00 cm de altura e 29,40 cm de diâmetro, com aberturas circulares na periferia onde se acondicionaram recipientes plásticos de 3,90

cm de altura e 3,80 cm de diâmetro contendo 10 g de sementes de cada genótipo. Esses recipientes ocuparam posições equidistantes ao centro da arena, onde foram liberados sete casais de *Z. subfasciatus* com 24 horas de idade por genótipo, totalizando 140 insetos, os quais tiveram a opção de qual genótipo atacar. Para que os insetos não escapassem, as arenas foram cobertas com outra bandeja circular do mesmo diâmetro e vedadas com fita adesiva.

A atratividade dos insetos pelas sementes dos genótipos de feijoeiro foi observada após 24 horas e sete dias de sua liberação, sendo que após este período, os adultos foram retirados dos recipientes e foi realizada a contagem de ovos. De acordo com Sperandio e Zucoloto (2004), o pico de oviposição de *Z. subfasciatus* ocorre entre 2 e 5 dias. No teste com chance de escolha, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 10 tratamentos e quatro repetições, sendo cada repetição constituída por uma arena formada por duas bandejas de alumínio, como descrito no parágrafo anterior.

No teste sem chance de escolha foram liberados sete casais de *Z. subfasciatus* com 24 horas de idade em recipientes plásticos de 3,90 cm de altura e 3,80 cm de diâmetro, permanecendo durante sete dias, conforme metodologia descrita por Schoonhoven e Cardona (1982). Após este período, realizou-se a contagem de ovos colocados pelos carunchos. Utilizou-se para esse teste o delineamento experimental inteiramente casualizado com 10 tratamentos e quatro repetições, onde cada repetição foi constituída por um recipiente plástico, no qual foram liberados sete casais de *Z. subfasciatus*.

Aproximadamente 25 dias após o confinamento, foi realizada diariamente a observação das amostras de feijão, a fim de se determinar o número e porcentagem de insetos emergidos por genótipo, nos testes com e sem chance de escolha. Os vinte primeiros adultos de *Z. subfasciatus* que emergiram foram pesados em balança analítica e posteriormente acondicionados em recipientes de vidro, de 6,00 cm

de altura e 3,00 cm de diâmetro, para a avaliação da longevidade.

Ao término da emergência dos adultos em todas as repetições dos genótipos em estudo, as sementes oferecidas aos insetos, assim como as alíquotas, foram secas em estufa a 60 °C por 48 horas e pela diferença determinou-se a massa seca consumida pelos insetos.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: ovos viáveis, inviáveis e total (viáveis + inviáveis), média da massa seca de sementes de feijão consumida genótipo⁻¹ e massa seca consumida inseto⁻¹, número de ovos fêmea⁻¹, peso de macho e fêmea, período de ovo a adulto de fêmea, macho e total (fêmea + macho), longevidade de macho e fêmea, razão sexual, número de adultos emergidos (fêmea, macho e total) e porcentagem de adultos emergidos.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Bartlett) (SILVA; AZEVEDO, 2006). Foi realizada a análise de variância (Anova) pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Em caso de dados fora da normalidade, estes foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$ para os experimentos de antibiose e não preferência, ao passo que os valores não normais referentes à porcentagem de insetos emergidos foram transformados em $\arcsin(x/100)^{1/2}$. Os dados heterocedásticos foram transformados em $\log(x)$. 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 que

apresentassem a máxima similaridade e a mínima dissimilaridade entre os grupos, com o uso do programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

Resultados e Discussão

1 Teste com chance de escolha - o número médio de adultos de *Z. subfasciatus* atraídos às sementes dos genótipos de feijão após 24 horas da instalação do experimento variou, porém, não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 1). Entretanto, o número de insetos atraídos após sete dias diferiu significativamente entre os genótipos, sendo IAC Harmonia o menos atrativo (8,00), diferenciando-se de BRS Supremo (15,00 insetos atraídos) (Tabela 1). Mazzoneto e Boiça Júnior (1999) relataram que o genótipo Preto 143 tendeu a ser menos atrativo aos carunchos e foi o que mais afetou a biologia, enquanto IAPAR MD 808 tendeu a ser o mais atrativo, propiciando melhores condições para o desenvolvimento do inseto. Pode-se inferir, portanto, que estes dados confirmam a teoria da otimização da oviposição, a qual afirma que as fêmeas dos insetos preferem ovipositar em genótipos que favorecem o desenvolvimento de sua prole (JAENIKE, 1978). Os resultados de atratividade de adultos de *Z. subfasciatus* por sementes de feijão de diferentes genótipos, obtidos no presente estudo, indicam que o intervalo de 24 horas não foi suficiente para discriminar a preferência dos insetos, à medida que aos sete dias foi possível verificar quais foram os genótipos mais ou menos atrativos. Isto ocorreu, provavelmente, em razão dos insetos precisarem de um intervalo de tempo maior para escolherem os genótipos mais adequados para o desenvolvimento de sua prole.

Tabela 1. Número (média ± erro padrão) de adultos de *Zabrotes subfasciatus* atraídos após 24 horas e sete dias da instalação do experimento e número (média ± erro padrão) de ovos, ovos viáveis e inviáveis em sementes de genótipos de feijoeiro, em testes com e sem chance de escolha. Temperatura: 25 ± 1 °C; U.R.: 70 ± 10%; Fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2011.

| Genótipos | Com Chance | | | | Sem Chance | | | |
|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| | Nº de insetos atraídos | | Total | Nº de ovos ¹ | | Total | Nº de ovos ¹ | |
| | 24 h | 7 dias ¹ | | Viáveis ¹ | Inviáveis ¹ | | Viáveis ¹ | Inviáveis |
| IAC Carioca-Tybatã | 14,00 ± 1,47 a | 10,00 ± 1,00 ab | 192,50 ± 18,45 bc | 130,50 ± 10,53 bc | 62,00 ± 10,12 a | 206,50 ± 12,58 a | 164,00 ± 4,09 ab | 42,50 ± 10,02 abc |
| IAC Fortaleza | 13,50 ± 1,55 a | 10,25 ± 1,38 ab | 149,00 ± 16,18 ab | 89,50 ± 8,09 ab | 59,50 ± 10,17 a | 205,00 ± 16,44 a | 169,50 ± 9,40 ab | 35,50 ± 13,85 a |
| IAPAR 81 | 12,50 ± 2,63 a | 10,75 ± 0,41 ab | 189,75 ± 14,67 bc | 118,70 ± 13,93 abc | 71,00 ± 11,95 ab | 210,75 ± 8,67 a | 173,70 ± 1,68 b | 37,00 ± 8,04 ab |
| IAC Carioca-Elé | 11,00 ± 1,22 a | 10,00 ± 1,68 ab | 179,00 ± 6,61 abc | 78,00 ± 9,81 ab | 101,00 ± 11,16 b | 188,50 ± 11,72 a | 155,20 ± 5,45 ab | 33,20 ± 8,17 a |
| IAC Galante | 14,75 ± 2,50 a | 12,25 ± 0,63 ab | 169,75 ± 15,07 ab | 90,20 ± 4,96 ab | 79,50 ± 10,65 ab | 216,50 ± 18,12 a | 169,70 ± 2,46 ab | 46,70 ± 16,98 abc |
| IAC Harmonia | 12,25 ± 1,97 a | 8,00 ± 1,83 a | 128,50 ± 6,81 a | 73,00 ± 8,30 a | 55,50 ± 6,45 a | 167,25 ± 13,59 a | 130,70 ± 4,17 ab | 36,50 ± 10,83 ab |
| IAC Una | 7,75 ± 2,02 a | 11,50 ± 1,19 ab | 190,00 ± 10,12 bc | 122,20 ± 5,62 abc | 67,75 ± 7,97 ab | 215,00 ± 19,55 a | 138,20 ± 8,59 ab | 76,70 ± 11,12 c |
| IAC Diplomata | 10,50 ± 2,36 a | 10,75 ± 0,75 ab | 190,50 ± 13,79 bc | 120,50 ± 14,57 abc | 70,00 ± 5,85 ab | 200,50 ± 5,04 a | 144,50 ± 5,61 ab | 56,00 ± 7,56 abc |
| BRS Supremo | 15,50 ± 2,87 a | 15,00 ± 1,29 b | 237,75 ± 21,27 c | 152,20 ± 18,49 c | 85,50 ± 12,91 ab | 213,50 ± 3,20 a | 140,00 ± 5,06 ab | 73,50 ± 5,20 bc |
| RAZ 49 | 14,75 ± 3,73 a | 12,25 ± 2,06 ab | 156,50 ± 5,32 ab | 106,20 ± 3,71 abc | 50,25 ± 2,72 a | 178,00 ± 30,48 a | 117,00 ± 18,02 a | 61,00 ± 13,62 bc |
| Teste F | 0,94 ^{NS} | 2,06* | 5,75** | 5,21** | 4,25** | 1,13 ^{NS} | 3,01* | 2,99** |
| C.V. (%) | 38,85 | 11,50 | 13,98 | 10,29 | 10,20 | 15,80 | 7,49 | 14,71 |

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

¹Para análise os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$. NS = não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1%.

Fonte: Elaboração dos autores.

Em relação ao número total de ovos e número de ovos viáveis, os menores valores foram encontrados no genótipo IAC Harmonia (128,50 ovos no total, onde 73,00 eram viáveis) (Tabela 1), no qual se encontrou a maior porcentagem de adultos emergidos, com 53,85% (Tabela 2), e os maiores valores no genótipo BRS Supremo (237,75 ovos no total, sendo 152,20 viáveis) (Tabela 1), onde se verificou a menor porcentagem de emergência de adultos, com 16,70 adultos emergidos (Tabela 2). Portanto, verifica-se que os genótipos acima mencionados apresentam distintos tipos de resistência, onde IAC Harmonia é o menos preferido para oviposição por *Z. subfasciatus*, à medida que BRS Supremo afeta negativamente a alimentação e/ou o desenvolvimento do inseto. Em contrapartida, foram encontrados ovos inviáveis em menor quantidade nos genótipos IAC Carioca-Tybatã (62,00), IAC Fortaleza (59,50), IAC Harmonia (55,50) e RAZ 49 (50,25), ao passo que o maior valor foi verificado no genótipo IAC Carioca-Eté (101,00). Neste caso, em consequência das fêmeas ovipositarem uma quantidade de ovos inviáveis no período de oviposição, assim como pode ter acontecido de algumas larvas terem morrido ao iniciarem a alimentação de sementes de um determinado genótipo, não é possível verificar a diferença entre as situações no momento da avaliação em razão da coloração dos ovos ser a mesma. Isto fica claro ao analisar RAZ 49, o qual apresenta baixo valor de ovos inviáveis e, em contrapartida, é o genótipo que mais afeta negativamente a biologia de *Z. subfasciatus*.

Moraes et al. (2011) relataram que o número total de ovos viáveis depositados por *Z. subfasciatus* variou entre 121,75 e 223,00, sendo que os genótipos Dor 391, IAPAR-MD 806 e Dor 476 se destacaram como os menos preferidos (120,25; 121,75 e 122,00 ovos viáveis, respectivamente) quando comparados com os genótipos HF 5465 e Arc 2 (223,00 e 212,00 ovos viáveis, respectivamente), indicando que os

três primeiros apresentam resistência do tipo não preferência para oviposição, em relação aos dois últimos. Em relação ao genótipo Arc 2, a presente pesquisa está parcialmente de acordo com Baldin e Pereira (2010), os quais afirmam que Arc 2 apresenta baixo nível de não preferência para oviposição a *Z. subfasciatus*.

2 Teste sem Chance de Escolha - não houve diferença significativa nos valores referentes ao número total de ovos, em contrapartida, o genótipo RAZ 49 apresentou o menor número de ovos viáveis (117,00) (Tabela 1), dos quais se obteve a menor porcentagem de insetos emergidos (Tabela 2), enquanto em IAPAR 81 encontrou-se o maior valor de viabilidade (173,70 ovos) (Tabela 1). Os genótipos que apresentaram os menores números de ovos inviáveis foram IAC Carioca-Eté (33,20) e IAC Fortaleza (35,50), enquanto em IAC Una foi verificado o maior valor (76,70) (Tabela 1). Em relação à porcentagem de insetos emergidos (Tabela 2), os genótipos IAC Carioca-Eté, IAC Fortaleza e IAC Una tiveram valores intermediários, não havendo, portanto, relação entre às variáveis ovos inviáveis e porcentagem de insetos emergidos. De acordo com esses resultados, observa-se que fêmeas de *Z. subfasciatus* ovipositam uniformemente sobre as sementes dos genótipos de feijão, quando não há chance de escolha. Vale ressaltar que, mesmo não tendo o genótipo preferido para oviposição, as fêmeas ovipositam no genótipo que tem à disposição para dar sequência a sua prole, ainda que o genótipo não forneça as melhores condições para o desenvolvimento larval e pupal dos insetos, as quais propiciariam formação de adultos mais saudáveis. Jaenike (1978), menciona que durante o processo de busca, as fêmeas podem utilizar sinais físicos e químicos do hospedeiro e, de acordo com a teoria de otimização da oviposição, elas selecionam hospedeiros que incrementem seu sucesso reprodutivo e aumentem as possibilidades de sobrevivência da progênie.

Tabela 2. Média ± erro padrão da razão sexual, massa seca consumida (g), massa seca consumida (mg) por inseto, número de adultos emergidos e porcentagem de adultos emergidos de *Zabrotes subfasciatus* em genótipos de feijoeiro. Temperatura: 25 ± 1 °C; U.R.: 70 ± 10%; Fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2011

| Genótipos | Razão sexual | Massa seca consumida (g) | Massa seca consumida por inseto (mg) | Nº de adultos emergidos | Porcentagem de Adultos emergidos ¹ |
|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| IAC Carioca-Tybatã | 0,46 ± 0,05 a | 0,93 ± 0,27 a | 10,40 ± 3,06 a | 86,50 ± 20,67 a | 41,84 ± 9,52 ab |
| IAC Fortaleza | 0,50 ± 0,02 a | 0,79 ± 0,27 a | 9,00 ± 3,17 a | 91,75 ± 21,85 a | 43,30 ± 9,02 ab |
| IAPAR 81 | 0,55 ± 0,03 a | 0,67 ± 0,19 a | 7,60 ± 2,06 a | 72,25 ± 19,96 a | 35,51 ± 10,75 ab |
| IAC Carioca-Eté | 0,52 ± 0,03 a | 0,59 ± 0,14 a | 6,70 ± 1,67 a | 68,50 ± 16,94 a | 36,34 ± 8,05 ab |
| IAC Galante | 0,54 ± 0,01 a | 0,77 ± 0,18 a | 8,70 ± 2,04 a | 101,25 ± 20,45 b | 46,38 ± 8,55 ab |
| IAC Harmonia | 0,46 ± 0,02 a | 0,84 ± 0,08 a | 10,20 ± 1,01 a | 89,50 ± 8,72 a | 53,85 ± 5,04 b |
| IAC Una | 0,56 ± 0,03 a | 0,90 ± 0,22 a | 10,70 ± 2,61 a | 101,25 ± 17,95 b | 48,06 ± 8,18 ab |
| IAC Diplomata | 0,50 ± 0,03 a | 0,90 ± 0,09 a | 10,30 ± 1,14 a | 99,00 ± 12,25 b | 49,55 ± 6,38 ab |
| BRS Supremo | 0,53 ± 0,03 a | 0,38 ± 0,09 a | 4,20 ± 1,06 a | 35,75 ± 14,79 a | 16,70 ± 6,74 a |
| RAZ 49 | 0,62 ± 0,07 a | 0,29 ± 0,05 a | 2,70 ± 0,47 a | 23,25 ± 5,02 a | 15,77 ± 5,39 a |
| Teste F | 1,71 ^{NS} | 1,61 ^{NS} | 1,82 ^{NS} | 2,70* | 2,97* |
| C.V. (%) | 13,75 | 49,49 | 50,53 | 43,52 | 23,79 |

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

¹Para análise os dados foram transformados arcsen (X/100)^{1/2}. ^{NS}= não significativo; * = significativo a 5%.

Fonte: Elaboração dos autores.

3 Aspectos Biológicos - observando-se o número de adultos emergidos, verifica-se que os genótipos RAZ 49 e BRS Supremo se destacaram com os valores inferiores (23,25 e 35,75, respectivamente), comparativamente à IAC Una (101,25), IAC Diplomata (99,00) e IAC Galante (101,25), que apresentaram maior número de indivíduos adultos (Tabela 2). Quanto à porcentagem de adultos emergidos, os genótipos RAZ 49 e BRS Supremo apresentaram os menores índices, 15,77 e 16,70%, respectivamente, enquanto IAC Harmonia apresentou maior porcentagem, com 53,85% (Tabela 2).

Os baixos índices de emergência podem estar relacionados à ocorrência de resistência do tipo antibiose, geralmente caracterizada por elevada mortalidade larval (BALDIN; LARA, 2004). Cardona et al. (1990) relatam que a redução do número de adultos emergidos pode ocorrer em materiais resistentes e isso afetaria o crescimento da população do inseto durante ao armazenamento.

A razão sexual, massa seca consumida, massa seca consumida por inseto (Tabela 2) e peso de fêmeas (Tabela 3) não apresentaram diferenças significativas entre os genótipos. No entanto, vale-se ressaltar que o genótipo RAZ 49 obteve, numericamente, menor valor de massa consumida (0,29 g), massa consumida por inseto (2,70 mg) (Tabela 2) e peso de fêmeas (3,38 mg) (Tabela 3), bem como BRS Supremo, que também apresentou baixa massa consumida (0,38 g) e massa consumida por inseto (4,20 mg) (Tabela 2).

Os parâmetros de peso de macho e período de ovo-adulto de fêmeas, machos e total (fêmeas + machos) diferiram significativamente entre os genótipos, de modo que RAZ 49 e IAPAR 81 apresentaram o menor peso de macho, 1,80 e 1,83 mg, respectivamente, diferenciando-se de IAC Galante (2,25 mg) (Tabela 3).

Observando-se o período de ovo-adulto de fêmeas, machos e total, o genótipo RAZ 49 se destaca com os maiores períodos de desenvolvimento, com 56,74; 55,05 e 55,90 dias, respectivamente. O genótipo BRS Supremo também apresentou maiores períodos de desenvolvimento de fêmeas e total, com 44,97 e 45,06 dias, enquanto IAC Harmonia se comportou de forma oposta, com 41,32 e 41,39 dias, respectivamente (Tabela 3).

Em relação à longevidade de machos e fêmeas de *Z. subfasciatus* (Tabela 3), observam-se diferenças significativas, sendo que no genótipo IAC Harmonia foi verificada menor longevidade de machos (11,15 dias) em relação aos demais genótipos, à medida que em IAC Diplomata foi observada menor longevidade de fêmeas (14,30 dias), se destacando entre os genótipos estudados. A diferença de longevidade de machos e fêmeas nos diferentes materiais pode ser devido às diferentes exigências nutricionais entre eles.

Baldin e Pereira (2010) concluíram que os genótipos Carioca Pítoco, Porrilo 70, IPA 6 e Arc 3S foram os mais adequados para o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, sendo considerados, portanto, suscetíveis a este inseto.

Tabela 3. Número (média ± erro padrão) de peso, período de ovo-adulto e longevidade de *Zabrotes subfasciatus*, criados em genótipos de feijão. Temperatura: 25 ± 1 °C; U.R.: 70 ± 10%; Fotofase: 12 horas. Jaboticabal, SP, 2011.

| Genótipos | Peso de macho (mg) ¹ | Peso de fêmea (mg) ² | Período ovo-adulto macho (dias) ¹ | Período ovo-adulto fêmea (dias) ¹ | Período ovo-adulto total (dias) ¹ | Longevidade de machos (dias) ¹ | Longevidade de fêmeas (dias) ¹ |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| IAC Carioca-Tybatã | 2,13 ± 0,11 ab | 3,52 ± 0,07 a | 44,83 ± 0,63 a | 44,86 ± 0,24 b | 44,85 ± 0,79 ab | 21,45 ± 0,97 b | 29,61 ± 1,12 b |
| IAC Fortaleza | 2,04 ± 0,08 ab | 3,60 ± 0,09 a | 44,01 ± 0,47 a | 44,29 ± 0,44 ab | 44,15 ± 0,91 ab | 20,25 ± 0,96 b | 24,10 ± 2,51 b |
| IAPAR 81 | 1,83 ± 0,06 a | 3,54 ± 0,11 a | 44,42 ± 0,90 a | 44,04 ± 0,39 ab | 44,23 ± 1,28 ab | 21,10 ± 0,61 b | 30,70 ± 1,29 b |
| IAC Carioca-Été | 1,90 ± 0,07 ab | 3,42 ± 0,06 a | 44,08 ± 0,44 a | 45,15 ± 0,44 b | 44,61 ± 0,83 ab | 18,50 ± 0,91 b | 29,45 ± 1,29 b |
| IAC Galante | 2,25 ± 0,11 b | 3,38 ± 0,11 a | 43,99 ± 0,22 a | 44,40 ± 0,27 ab | 44,20 ± 0,48 ab | 20,95 ± 0,52 b | 23,10 ± 2,29 b |
| IAC Harmonia | 2,06 ± 0,05 ab | 3,59 ± 0,09 a | 41,45 ± 0,13 a | 41,32 ± 0,18 a | 41,39 ± 0,28 a | 11,15 ± 2,08 a | 27,25 ± 1,49 b |
| IAC Una | 2,01 ± 0,08 ab | 3,53 ± 0,09 a | 43,27 ± 0,29 a | 43,90 ± 0,45 ab | 43,59 ± 0,73 ab | 19,75 ± 1,51 b | 30,20 ± 1,69 b |
| IAC Diplomata | 1,99 ± 0,09 ab | 3,51 ± 0,08 a | 43,32 ± 0,38 a | 43,65 ± 0,30 ab | 43,49 ± 0,59 a | 20,95 ± 1,05 b | 14,30 ± 2,66 a |
| BRS Supremo | 2,00 ± 0,06 ab | 3,46 ± 0,09 a | 45,14 ± 0,38 a | 44,97 ± 0,61 b | 45,06 ± 0,81 b | 20,45 ± 0,48 b | 29,55 ± 0,82 b |
| RAZ 49 | 1,80 ± 0,10 a | 3,38 ± 0,07 a | 56,74 ± 3,52 b | 55,05 ± 1,69 c | 55,90 ± 4,49 c | 17,35 ± 2,03 b | 31,25 ± 1,32 b |
| Teste F | 2,77** | 0,81 ^{NS} | 14,35** | 33,22** | 25,95** | 10,64** | 13,30** |
| C.V.(%) | 27,24 | 4,91 | 1,16 | 0,68 | 0,69 | 14,69 | 14,76 |

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

¹Para análise os dados foram transformados em log (x).

²Para análise os dados foram transformados em (x + 0,5)^{1/2}.

^{NS} = não significativo; ** = significativo a 1%.

Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando-se de forma geral todos os dados, pode-se constatar que o genótipo IAC Harmonia não foi adequado à oviposição de *Z. subfasciatus*, porém, quando avaliado o desenvolvimento biológico do inseto, este genótipo foi favorável, apresentado, portanto, somente resistência do tipo não preferência para oviposição.

O genótipo BRS Supremo que apresentou o maior número de ovos, em contrapartida, proporcionou efeito negativo sobre a biologia do caruncho, com menor porcentagem de insetos emergidos, maior período de desenvolvimento, bem como baixo consumo. Embora este genótipo apresente características desfavoráveis ao desenvolvimento do inseto, ele é suscetível quando se avalia a não preferência para oviposição. Desta forma, as sementes deste genótipo, em decorrência do alto número de ovos, podem se tornar depreciadas para a comercialização.

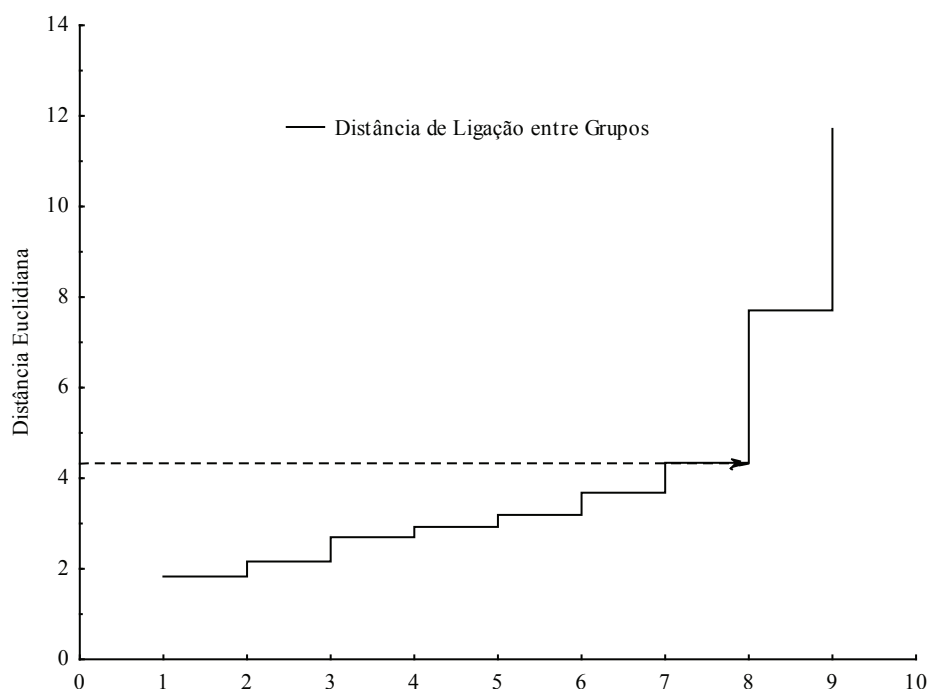
O genótipo RAZ 49 exerceu um efeito negativo sobre a biologia do inseto, com maior período de desenvolvimento, menor peso de machos, e baixo consumo, demonstrando que provavelmente esse material possui algum aleloquímico supressor ou deterrente, que impediu que o caruncho se alimentasse das sementes desse genótipo, ou mesmo substâncias tóxicas, antimetabólitos,

carência ou desequilíbrio de nutrientes que impedem o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*. Baldin e Lara (2004) relataram que o baixo consumo, aliado ao menor peso e elevado período de desenvolvimento dos insetos provenientes dos grãos confirmam a ocorrência de antibiose.

No entanto, de acordo com Lara (1991), os efeitos de um elevado grau de não preferência para alimentação podem se apresentar do mesmo modo que os de antibiose, uma vez que os insetos se alimentando pouco, podem conseqüentemente apresentar alterações em seu desenvolvimento biológico. No caso do presente trabalho, torna-se difícil distinguir entre a não preferência para alimentação e antibiose, sendo que para se elucidar qual o tipo de resistência ocorrente, haveria a necessidade de o caruncho se alimentar normalmente e apresentar efeitos adversos à sua biologia. Porém, como houve baixo consumo, trata-se de não preferência para alimentação, podendo ou não estar ocorrendo conjuntamente antibiose.

Por meio da análise de agrupamento hierárquica, observa-se que houve uma distinção entre os genótipos, dividindo-os em quatro grupos de acordo com o grau de similaridade entre os mesmos (Figura 1).

Figura 2. 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.

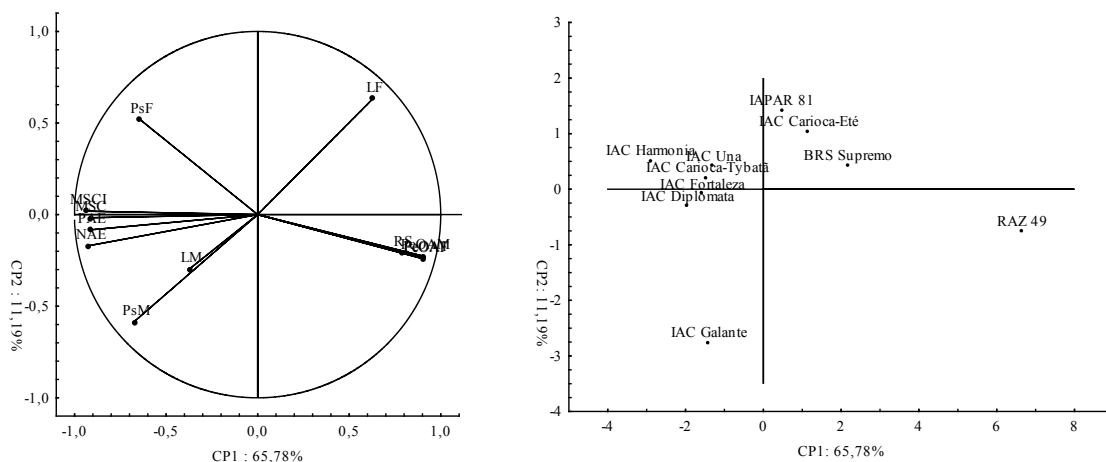


Fonte: Elaboração dos autores.

Observando-se os resultados obtidos pela análise dos componentes principais, pode-se verificar que o primeiro componente principal (CP1) concentrou 65,78% da variabilidade contida nas variáveis originais, sendo os seguintes parâmetros aqueles que mais influenciaram este componente principal: período de ovo-adulto de fêmeas (0,91), período total de ovo-adulto (0,91), período de ovo-adulto de machos (0,90), massa seca

consumida por inseto (-0,94), número de adultos emergidos (-0,92), massa seca consumida (-0,92) e porcentagem de adultos emergidos (-0,92) (Figura 3A). O segundo componente principal (CP2) concentrou 11,19% da variabilidade presente nas variáveis originais, sendo os parâmetros biológicos que mais influenciaram esse componente principal: longevidade de fêmeas (0,63) e peso de machos (-0,58) (Figura 3A).

Figura 3. Distribuição dos parâmetros biológicos (A) e dos genótipos de feijão (B) de acordo com a análise dos componentes principais obtidos de *Zabrotes subfasciatus* criados com diferentes genótipos de feijão. Peso de machos (PsM); peso de fêmeas (PsF); período de ovo a adulto de machos (PeOAM); período de ovo a adulto de fêmeas (PeOAF); período de ovo a adulto total (PeOAT); longevidade de machos (LM); longevidade de fêmeas (LF); razão sexual (RS); massa seca consumida (MSC); massa seca consumida por inseto (MSCI); número de adultos emergidos (NAE); porcentagem de adultos emergidos (PAE).



Fonte: Elaboração dos autores.

Nota-se, que na análise dos componentes principais foi possível se obter um resultado comum à análise de agrupamento hierárquica, isolando e dividindo os genótipos de feijoeiro em quatro grupos distintos (Figura 3B). O genótipo RAZ 49 se isolou no quarto quadrante em razão das sementes deste genótipo terem apresentado menores valores médios de massa seca consumida, massa seca consumida por inseto, número de adultos emergidos e porcentagem de adultos emergidos, ou seja, os insetos se alimentaram pouco e um número muito baixo conseguiu chegar ao estágio adulto. Além disso, em RAZ 49 observou-se os maiores índices para os períodos de ovo-adulto de machos, fêmeas e total, sendo que quanto maior o período de desenvolvimento do inseto, menor será o número de gerações por ano. Desse modo, pode se inferir que, por não oferecer condições adequadas para o desenvolvimento dos insetos, destacando-se em relação aos outros genótipos desta pesquisa, RAZ 49 se situou em posição distante (Figura 3A).

Os genótipos BRS Supremo, IAC Carioca-Eté e IAPAR 81 se isolaram no primeiro quadrante, destacando-se por apresentarem baixos valores para

número e porcentagem de adultos emergidos, peso de machos, período de ovo-adulto de fêmeas e total (Figura 3B).

Maiores valores para peso de machos, número e porcentagem de adultos emergidos foram os fatores de maior influência para isolar o genótipo IAC Galante no terceiro quadrante (Figura 3B). E por fim, os genótipos IAC Diplomata, IAC Fortaleza, IAC Carioca-Tybatã, IAC Harmonia e IAC Una situaram-se, em geral, no segundo quadrante, com destaque para maiores número e porcentagem de adultos emergidos e menores períodos de ovo-adulto de machos, fêmeas e total como os parâmetros biológicos que mais influenciaram na divisão desses genótipos (Figura 3B).

Nota-se, pela análise dos componentes principais, que os parâmetros biológicos de longevidade de machos, peso de fêmeas e razão sexual foram os fatores que menos influenciaram na diferenciação e classificação dos genótipos de feijoeiro quanto aos graus de resistência a *Z. subfasciatus* (Figura 3A).

Mazzoneto e Vendramim (2002) concluíram que os materiais contendo arcelina (Arc1, Arc2,

Arc3 e Arc4) prejudicaram o inseto, alongando seu período de desenvolvimento (ovo a adulto), diminuindo o peso, longevidade de machos e fêmeas e a fecundidade, sugerindo a ocorrência de não preferência para alimentação e/ou antibiose nos quatro genótipos mencionados acima (Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4).

A criação de *Z. subfasciatus* em sementes de linhagem de *P. vulgaris* portadora do alelo de arcelina 1 resulta em redução do número de ovos, número e porcentagem de adultos emergidos e longevidade. Além disso, insetos criados em linhagens de feijão contendo o alelo arcelina 2 apresentaram redução do número de insetos emergidos, ao passo que os insetos criados em linhagens de *P. vulgaris* contendo os alelos arcelina 3 e arcelina 4 não têm sua progênie afetada. A razão sexual de *Z. subfasciatus* não é alterada na presença de arcelina 1, 2, 3 e 4 (BARBOSA et al., 1999).

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

Moraes et al. (2011) verificaram que os genótipos RAZ 56, Arc 2, RAZ 55 e RAZ 49 apresentaram menores valores de número e porcentagem de insetos emergidos, maior período de eclosão, da larva à emergência do adulto, menor de massa de matéria seca consumida total e por inseto, sugerindo portanto, apresentarem resistência dos tipos não-preferência para alimentação e, ou, antibiose.

A partir dos resultados obtidos nas análises de agrupamento e dos componentes principais, é possível classificar os genótipos de feijão da seguinte forma, de acordo com o grau de resistência do tipo não preferência e, ou, antibiose: RAZ 49 (altamente resistente); BRS Supremo, IAC Carioca-Eté e IAPAR 81 (moderadamente resistentes); IAC Galante (suscetível); IAC Carioca-Tybatã, IAC Una,

IAC Fortaleza, IAC Diplomata e IAC Harmonia (altamente suscetíveis).

Conclusões

1. IAC Harmonia é o genótipo menos preferido para oviposição por *Z. subfasciatus*;
2. RAZ 49 interfere negativamente na alimentação e/ou desenvolvimento do inseto;
3. BRS Supremo, IAC Carioca-Eté e IAPAR 81 afetam moderadamente a alimentação e, ou, o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*.
4. IAC Galante é suscetível e os demais genótipos são altamente suscetíveis a *Z. subfasciatus*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq, pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor, e de produtividade em pesquisa, ao último autor e, ao Dr. Sérgio Augusto Carbonell e ao Dr. Alisson Fernando Chiorato, ambos do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pelo fornecimento das sementes dos genótipos.

Referências

- 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 Agrotécnica*, 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* (Bohemann 1833), em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1805-1810, 1999.
- 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.
- CARDONA, C.; KORNEGAY, J.; POSSO, C. E.; MORALES, F.; RAMIREZ, H. Comparative value of four arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil and the bean weevil. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 56, n. 2, p. 197-206, 1990.
- DECHECO, A.; MONCADA, B.; ORTIZ, M. Desarrollo de *Zabrotes subfasciatus* sobre seis variedades de frijol em Lima. *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, v. 29, n. 1, p. 77-79, 1986.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: Fealq, 2002. 920 p.
- JAENIKE, J. On optimal oviposition behavior in phytophagous insects. *Theoretical Population Biology*, New York, v. 14, n. 3, p. 350-356, 1978.
- KORNEGAY, J.; CARDONA, C.; POSSO, C. E. Inheritance of resistance to Mexican bean weevil in common bean, determined by bioassay and biochemical tests. *Crop Science*, Madison, v. 33, n. 3, p. 589-594, 1993.
- LARA, F. M. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.
- 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.
- MAZZONETTO, F.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.
- MIRANDA, J. E.; TOSCANO, L. C.; FERNANDES, M. G. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *Boletim de Sanidad Vegetal Plagas*, Madrid, v. 28, 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). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 419-424, 2011.
- 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 Brasileira*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 213-216, 1996.
- RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. 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. *Info Agropecuária*, v. 8, n. 91, p. 41-44, 1982.
- SCHOONHOVEN, A. V.; CARDONA, C. Low levels of resistance to the Mexican bean weevil in dry bean. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 76, n. 4, p. 567-569, 1982.
- SCHOONHOVEN, A. V.; CARDONA, C.; VALOR, J. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in monocultivated common bean accessions. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, v. 76, n. 1, p. 1255-1259, 1983.
- SCHOONHOVEN, A. V.; VOYSEST, O. Breeding for insect in beans. In: SCHOONHOVEN, A. V.; VOYSEST, O. (Ed.). *Common beans: research for crop improvement*. Wallingford: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1989. p. 619-647.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A. New version of the Assisat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando. *Anais...* Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.
- SOUZA, E. D. T.; SOUZA, E. R. B.; VELOSO, A. M.; GARCIA, A. H. Não-preferência para oviposição e alimentação de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) portadores de arcelina. *Anais da Escola de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás*, Goiânia, v. 57, n. 1, p. 117-121, 1997.
- SPERANDIO, L. A. A.; ZUCOLOTO, F. S. Oviposition behavior of *Zabrotes subfasciatus* females (Coleoptera: Bruchidae) under conditions of host deprivation. *Iheringia. Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 94, n. 3, p. 315-319, 2004.
- STATISTICA STATSOFT. *Data analysis software system and user's manual*. Version 7. StatSoft Inc. 2004.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S. Melhoria de feijão. In: BORÉM, A. (Ed.). *Melhoria de plantas cultivadas*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 301-391.

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