

Comportamento e aspectos biológicos de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares crioulas de feijão, *Phaseolus* *vulgaris*

Damiani, Caciana B.; Mari Inês C. Boff¹; Claudio R. Franco; Cileide M. M. Coelho; Clovis Arruda de Souza

Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agroveterinárias-CAV, Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC. Avenida Luiz de Camões, 2090, 88520-000, Lages, SC, Brasil; ¹a2micb@cav.udesc.br

Damiani, Caciana B.; Mari Inês C. Boff; Claudio R. Franco; Cileide M. M. Coelho; Clovis Arruda de Souza (2014) Comportamento e aspectos biológicos de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares crioulas de feijão, *Phaseolus vulgaris*. Rev. Fac. Agron. Vol 113 (1): 9-17

O feijão é uma fonte natural de proteínas e constitui um produto de grande importância econômica e social. Neste trabalho, objetivou-se estudar a influência de diferentes cultivares “crioulas” de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de polinização aberta, sobre o comportamento e a biologia do caruncho do feijão *Acanthoscelides obtectus* (Say). O experimento foi conduzido sob delineamento completamente casualizado com grãos de 22 cultivares crioulas de feijão, composto por 16 repetições, oferecidos aos carunchos em teste com chance de escolha. Utilizaram-se parcelas com 13 g de grãos de cada cultivar e liberados cinco casais adultos por cultivar. Foi avaliado a atratividade, a oviposição, a viabilidade de ovos, a emergência e o peso de adultos, o período de desenvolvimento e a perda de peso das sementes. Em média, 77,8% dos adultos alojaram-se entre os grãos. Os cultivares BAFs 3, 47, 68, 97, 121 e 192 foram significativamente menos atrativos e menos preferidos para a oviposição. Já os cultivares BAFs 4, 7, 23, 75 e 102 foram aqueles em que os adultos preferiam alojar-se e consequentemente depositaram maior número de ovos. Significativa redução na emergência foi observada nos cultivares BAFs 3, 97 e 192. Insetos oriundos dos cultivares BAFs 13, 55, 84 e 192 mostraram menor consumo da massa de grãos, mas não diferiram no peso quando comparados aos insetos emergidos nos demais genótipos. Conclui-se que os cultivares BAFs 3, 192 e 97 foram menos atrativos e também aqueles em que menos adultos de *A. obtectus* emergiram.

Palavras-chave: antixenose, antibiose, resistência de plantas a insetos, caruncho do feijão, grãos armazenados.

Damiani, Caciana B.; Mari Inês C. Boff; Claudio R. Franco; Cileide M. M. Coelho; Clovis Arruda de Souza (2014) *Behavior and biological aspects of Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) in common landraces bean, *Phaseolus vulgaris*. Rev. Fac. Agron. Vol 113 (1): 9-17

Bean is a natural source of proteins and has a high economic and social importance. The objective of this research was to study the influence of different common landrace beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on the behavior and biology of bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). In a statistical randomized design with sixteen repetitions, grains of twenty two common beans landraces were offered to the bean weevil in a free choice test. Plots with 13 g of each variety and a proportion of 5 adult pairs/plot were used. The attractiveness, oviposition, emergence and adult weight, developmental period and seed weight loss were assessed. An average of 78 % of adults beetle were attracted for the tested genotypes. The varieties BAFs 3, 47, 68, 97, 121 and 192 were significantly less attractive and less preferred to oviposition. However the varieties BAFs 4, 7, 23, 75 e 102 attracted a major number of adults and consequently the number of eggs laid was higher. Significantly less bean weevil emerged from the grains of the varieties BAFs 3, 97 and 192. Bean weevil emerged from the grains of the varieties BAFs 13, 55, 84 e 192 showed less food consumption but did not differed on body mass from the bean weevil emerged of the others beans grain varieties.

Key words: antixenosis, antibiosis, insect plant resistance, bean weevil, stored grains.

Recibido: 07/08/2012

Aceptado: 23/12/2013

Disponibile on line: 01/04/2014

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

O feijão *Phaseolus vulgaris* L. é um dos alimentos mais tradicionais da dieta do brasileiro, sendo importante fonte de proteína e calorias (Antunes et al., 1995; Mesquita et al., 2007). O feijão também possui expressiva importância econômica e social, pois o cultivo dessa leguminosa é bastante difundido em todo o território nacional, sendo importante fonte de renda em pequenas propriedades rurais, além de ser reconhecida como cultura de subsistência (Yokoyama, 2003).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de feijão. A região Sul é responsável por cerca de um terço da produção brasileira de feijão, com destaque para o estado do Paraná com mais de 70% da produção, seguido pelo estado de Santa Catarina com 15%. Entretanto, a produção brasileira de feijão que gira em torno de 3,3 milhões de toneladas por ano tem sido insuficiente para abastecer o consumo interno que é de 3,5 milhões de toneladas (CONAB, 2012; FAO, 2012). Para suprir a demanda de consumo do feijão entre safra e de sementes para o plantio, o armazenamento de feijão se constitui em uma importante estratégia (Brackmann et al., 2002). Lorini (1998) salienta que no período de armazenamento os grãos de feijão podem sofrer perdas qualitativas e quantitativas devido ao ataque de insetos.

Entre as espécies de insetos, *Acanthoscelides obtectus* (Say 1831) e *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833), popularmente conhecidas como carunchos, são consideradas as mais nocivas e na região Sul do Brasil predomina a ocorrência de *A. obtectus* (Athié & Paula, 2002; Gallo et al., 2002). Os danos diretos são devido às galerias construídas pelas larvas, provocando perdas de peso, redução no poder germinativo, valor nutritivo e desvalorização comercial (Gallo et al., 2002). Os danos indiretos ocorrem devido à presença de dejetos, ovos e insetos mortos na massa de grãos. Por ser uma espécie multivoltina, *A. obtectus* possibilita o aumento rápido da sua população na massa de grãos de feijão armazenado (Karabörklü et al., 2010), promovendo o aumento da umidade e da temperatura favorecendo desta forma o ataque de pragas secundárias e microrganismos decompositores. Além de atacar os grãos durante o armazenamento, o caruncho pode infestar o feijão ainda no campo. Schmale et al. (2002) observaram que 90% das amostras de feijão coletadas na Colômbia já estavam infestadas e após 16 semanas de armazenamento apresentaram perda total. Por causa do alto poder destrutivo do *A. obtectus* a maioria dos agricultores vendem a sua produção logo após a colheita por preços baixos e não estocam nenhuma parte dos grãos nem para a próxima semeadura nem para o consumo próprio (Schmale et al., 2002).

O principal método de controle do caruncho-do-feijão é o expurgo realizado com inseticidas fumigantes complementado pela aplicação de inseticidas sintéticos na superfície dos grãos ou sacarias para impedir a reinfestação da praga. Entretanto, os métodos químicos de controle do caruncho-do-feijão são questionados pela sua toxicidade ao homem e ao ambiente, por deixar resíduos tóxicos nos grãos e devido ao desenvolvimento de populações de insetos resistentes aos inseticidas além de onerar os custos do

armazenamento (Lorini, 1998; Karabörklü et al., 2010). Devido à necessidade de valorizar a qualidade dos feijões comercializados torna-se necessário gerar alternativas de controle. Boiça Junior & Alonso (2000) enfatizam que, entre as medidas de controle de *A. obtectus* com potencial de uso para o futuro, estão o uso de cultivares resistentes, a diversificação de cultivos, a época de semeadura e o controle biológico. Muitas cultivares de feijão estão sendo estudadas para seu cultivo em diversas regiões e sob diferentes regimes edafoclimáticos. Essas cultivares são melhoradas em relação às características agrônômicas e resistência a pragas e doenças no campo e armazém. No Brasil, como alternativa para controle dos carunchos do feijão, o uso de cultivar resistente tem sido objeto de várias pesquisas (Wanderley et al., 1997; Mazzonetto & Boiça Junior, 1999; Boiça Junior & Alonso, 2000; Miranda et al., 2002; Ribeiro-Costa et al., 2007; Baldin & Lara, 2008). No entanto, os programas de melhoramento demandam tempo e recursos financeiros elevados, o que justifica o estudo com cultivares de polinização aberta crioulas de feijão, onde se espera identificar naturalmente cultivares que demonstrem características de resistência ao caruncho. Normalmente a resistência das plantas aos insetos se evidencia quando são observadas alterações no comportamento e na biologia dos insetos, caracterizando assim os tipos de resistência de não preferência (para oviposição, alimentação ou abrigo) e antibiose (efeito adverso de componentes da planta no desenvolvimento do inseto) (Lara, 1997; Baldin & Lara, 2008).

Nesse contexto, é possível que grãos de variedades crioulas mantidas e cultivadas por agricultores familiares apresentem características diferenciadas em relação a resistência ao ataque de insetos durante o armazenamento. Este estudo teve o objetivo de detectar a existência de cultivares crioulas de feijão resistentes ao caruncho *A. obtectus*, avaliando-se a não preferência para a oviposição e o efeito sobre as diferentes fases do desenvolvimento do caruncho do feijão.

METODOLOGIA

Cultivares crioulas de feijão utilizadas

Para a realização do ensaio foram selecionadas com base nos trabalhos de Pereira et al. (2009) e Coelho et al. (2010) 22 cultivares crioulas de feijão. Na Tabela 1 é apresentada a identificação das 22 cultivares utilizadas, provenientes do Banco Ativo de Feijão (BAF) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC. As sementes das cultivares crioulas utilizadas para o teste foram multiplicadas no campo em Lages, região do planalto sul de Santa Catarina (27°52'30" de latitude sul e 50°18'20" de longitude oeste e altitude média de 930 msnm) na safra 2008/2009. Após a colheita, os grãos foram armazenados em câmara seca com aproximadamente 45% de umidade relativa do ar e temperatura de 8 ± 2 °C. Antes do armazenamento, os grãos foram padronizados para teor de água em torno de 13%.

Tabela 1. Identificação, local de origem e nome comum dos cultivares crioulos e comerciais de feijão utilizadas para realizar o experimento. * Número de identificação dos grãos de feijão no Banco Ativo de Feijão (BAF); BAFs: 112=Uirapuru; 121=lapar 81; 192=BRS Radiante são cultivares comerciais.

Cultivares (BAF*)	Local de Origem	Nome comum
3	Palmitos (SC)	Manchinha
4	Lages (SC)	Amendoim Lages
7	Lages (SC)	Preto Lages
13	Caxambu do Sul (SC)	Taquara
23	Chapecó (SC)	Preto Chapecó
36	São José do Cerrito (SC)	Rasga
44	Capão Alto (SC)	Vermelho
46	Lages (SC)	Sem nome
47	Piratuba (SC)	Preto Precoce
55	Cunha Porã (SC)	Preto
57	Cunha Porã (SC)	Preto
60	Lebon Regis (SC)	Preto
68	Lagoa Vermelha (RS)	Vermelho
75	Formigueiro (RS)	Serrano
84	Pinheiro Machado (RS)	Carioca Rosado
97	Iraí (RS)	Charque
102	Goiânia CNPAF (GO)	México 309
108	Recife (PE)	Branco
120	Lages (SC)	Roxinho
112	IAPAR (PR)	IPR-88 Uirapuru
121	IAPAR (PR)	lapar 81
192	EMBRAPA (GO)	BRS Radiante

Antes de serem utilizados para o experimento ou para a criação dos insetos os grãos de feijão foram submetidos à temperatura de 10°C negativos durante 96 horas para a eliminação de qualquer tipo de infestação (Boff et al., 2006). Posteriormente, estes grãos foram deixados em repouso por 48 horas em temperatura ambiente para o restabelecimento do seu equilíbrio higroscópico. O teor de umidade dos grãos antes da infestação foi medido com o auxílio do detector de umidade (modelo G-6C, Delmhorst Instrument Co).

Criação de *Acanthoscelides obtectus* em laboratório

A criação de *A. obtectus* foi iniciada a partir de insetos emergidos em grãos de feijão preto coletados em propriedades de agricultores. Cerca de 300 carunchos não sexados foram transferidos para frascos de vidro de 500 mL (60 x 140 mm) contendo 200 g de feijão da cultivar IPR-81 Uirapuru. Para permitir a aeração os frascos foram fechados com tampas de metal vazado e com tela de nylon. Quinze dias após a liberação os carunchos foram retirados com o auxílio de uma peneira e os frascos com somente grãos infestados foram reservados para aguardar a emergência dos insetos adultos. Para evitar a infestação por outros organismos, principalmente ácaros os frascos foram mantidos sobre tabuleiros retangulares de madeira, cujas bases ficavam imersas em recipientes contendo óleo de soja. A criação foi mantida em sala climatizada a 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % de UR e escotofase de 24 horas.

Teste com chance de escolha

Para a condução do teste utilizou-se o delineamento experimental completamente casualizado com 16 repetições, sendo cada repetição constituída por uma bandeja de plástico, de formato retangular (400 x 590 mm). Em cada bandeja foram distribuídas aleatoriamente 22 placas de Petri (60 x 15 mm) abertas contendo 13 g de grãos de cada cultivar. No centro de cada bandeja em três pontos equidistantes foram liberados 110 casais de *A. obtectus*, com idade de 48 horas. A sexagem foi realizada pela diferenciação da inclinação do pigídeo, que no macho é vertical e na fêmea é obliquo (Halstead, 1963). Após a liberação dos insetos cada bandeja foi fechada com tecido tipo voile e transferidas para a sala climatizada (25 ± 2 °C, 70 ± 10 % de UR e escotofase de 24 horas).

O número de insetos e ovos presentes em cada placa de Petri foram avaliados 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a liberação dos casais de *A. obtectus*. Após 120 horas, os insetos adultos foram retirados, cada placa de Petri foi fechada e mantida em sala climatizada até a emergência dos adultos. No décimo dia após a liberação dos insetos foi avaliado o número de ovos viáveis, onde os ovos esbranquiçados foram considerados viáveis e os translúcidos inviáveis (Ribeiro-Costa et al., 2007).

A partir do 25 dia da instalação do experimento avaliou-se diariamente a emergência dos insetos em cada cultivar de feijão. Para o início da avaliação da duração do ciclo de ovo-adulto, uma vez que período de contato dos insetos com os grãos foi de 5 dias, considerou-se o tempo médio deste período (2,5 dias). Os insetos emergidos foram retirados e acondicionados em tubos tipo Eppendorf de 1,5 mL e levados ao freezer (-20 °C). O peso dos insetos emergidos foi avaliado colocando-os por 48 horas em estufa de secagem a 50 °C (Ribeiro-Costa et al., 2007). Ao serem retirados da estufa os carunchos foram pesados em balança analítica com precisão de 0,0001 g (modelo Ay220, Marte). A emergência e o peso seco de insetos foram avaliados até 70 dias após o início da emergência.

Para obter o peso seco de grãos consumidos, todos os grãos utilizados no experimento foram previamente pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g (modelo SAC A42455 GC, Bel engineering). Ao término do experimento os grãos de cada cultivar de feijão foram colocados sobre tela de alumínio em caixa de acrílico (110 x 110 x 30 mm) contendo cinco mL de água e mantidas por 24 horas em estufa à 25 ± 1 °C para igualar a umidade dos grãos ao início do experimento e obter a massa consumida de grãos por diferença.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias ao teste de Scott-Knott. Para atender às pressuposições teóricas dos testes, aos valores originais das variáveis foram transformados:

número médio de *A. obtectus* ($\sqrt{x+1}$) e número

médio de ovos acumulados de *A. obtectus* (\sqrt{x}). As análises foram realizadas utilizando o procedimento GLM do software computacional estatístico SAS® (SAS Institute 2003) e o software R (R Development Core

Team, 2008). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de adultos de *A. obtectus* distribuídos entre os grãos das 22 cultivares de feijão, durante o período de exposição de 120 h, está apresentado na tabela 2.

Nota-se que já a partir das 6 horas após a liberação 74,3 ± 2,23% dos insetos estavam distribuídos entre os grãos e que o percentual de insetos que procuraram os grãos aumentou com o passar do tempo, assumindo um comportamento quadrático positivo com ponto máximo de 80,4 ± 1,35% 72 horas após a liberação dos insetos (Figura 1). Este resultado indica que os adultos de *A. obtectus*, em pouco tempo de exposição já demonstram preferência aos grãos de feijão oferecidos. Segundo Wasserman & Futuyma (1981) a habilidade do inseto de encontrar, reconhecer e aceitar o hospedeiro é um dos requisitos básicos para o sucesso populacional da espécie. O percentual de insetos que não estavam entre os grãos pode ter sido composto principalmente por insetos machos, pois Nazzi et al. (2008) afirmam que sementes de feijões liberam substâncias voláteis que estimulam as fêmeas de *A. obtectus* a procurarem os grãos, enquanto que os machos não reagem a tais estímulos. As cultivares crioulas BAFs 3, 47, 68, 97, 121 e 192 foram aqueles que após a liberação dos insetos mostraram a menor preferência, enquanto os grãos das cultivares crioulas BAFs 4, 7, 23, 75 e 102 foram os mais preferidos, sendo que o número de insetos presentes entre os grãos desses genótipos não diferiu significativamente nas avaliações de 12, 24, 48, 72, 96 e 120 h. No geral, é possível verificar que 27,3% das cultivares crioulas avaliadas foram pouco preferidas (3, 47, 68, 97, 121 e 192), 50 % mostraram ser medianamente preferidos (13, 36, 44, 46, 55, 57, 60, 84, 108, 120 e 112) e 22,7% das cultivares crioulas foram altamente preferidos (4, 7, 23, 75 e 102).

Para a maioria das cultivares o fator tempo de exposição aos grãos não interferiu significativamente no número de insetos entre os grãos, exceto nas cultivares crioulas BAFs 3, 121, 47 e 97 que nas 48 e 72 horas após a liberação dos insetos, respectivamente, mostraram aumento significativo destes entre os grãos, mas continuaram no grupo dos grãos menos preferidos (Tabela 2). A cultivar crioula BAF 4 foi a única que a partir das 96 h de exposição mostrou significativa redução no número de carunchos entre os grãos, mesmo assim permaneceu no grupo dos grãos mais

preferidos.

As cultivares crioulas BAFs 4, 7, 23, 75 e 102 que foram significativamente as mais preferidas também foram aquelas em que os carunchos depositaram um número significativamente maior de ovos em todos os períodos de avaliação (Tabela 3). Embora as cultivares crioulas BAFs 84 e 120 tenham sido medianamente preferidas pelos carunchos, o número de ovos depositados entre os seus grãos não diferiu significativamente daqueles encontrado nas variedades mais preferidas, exceto 48 horas após o contato dos adultos de *A. obtectus* com os grãos (Tabela 3).

Na tabela 3 é possível verificar que em 15 das 22 cultivares crioulas de feijão testadas, o número total de ovos depositados por *A. obtectus* em um período de 120 horas foi significativamente menor. A diferença em relação ao número de ovos depositados nas cultivares crioulas de feijão observada na presente pesquisa sugere a existência da resistência do tipo não-preferência para a oviposição de *A. obtectus* assim como foi verificado por Lara (1997) quando testou a resistência de linhagens de feijoeiro contra o caruncho *Z. subfasciatus*.

Independentemente do genótipo testado observa-se aumento significativo no número de ovos a partir das 48 h após a liberação dos insetos (Tabela 3). O aumento do número de ovos a partir das 48 h de contato, quando os insetos estavam com 96 h de idade, está de acordo com os resultados obtidos por Parsons & Credland (2003), quando fêmeas de *A. obtectus* em contato com diferentes cultivares de feijão apresentaram aumento no número de ovos depositados no período entre 72 e 120 h após a emergência.

O percentual de ovos viáveis encontrados nas 22 cultivares crioulas foi superior a 97% (dados não apresentados). Esse resultado permite afirmar que a viabilidade dos ovos depositados pelos carunchos não foi influenciada pelos grãos das diferentes cultivares crioulas oferecidas aos adultos. Paes et al. (2000) mostraram que as possíveis propriedades tóxicas dos grãos de feijão conferidas pela proteína arcelina só afetam o inseto se ingeridas pelas larvas e não provocam efeito pelo simples contato dos ovos com os grãos. No entanto, Wanderley et al. (1997) observaram redução significativa na percentagem de ovos viáveis depositados pelo caruncho *Z. subfasciatus* na linhagem de feijão arcelina-2 inferindo, dessa forma, a ideia de que a presença da arcelina, uma proteína de armazenamento presente nos cotilédones dos grãos de feijão pode interferir na viabilidade dos ovos dos carunchos.

Tabela 2. Número médio (\pm EPM) de *Acanthoscelides obtectus* em diferentes cultivares de feijão em teste com chance de escolha (T: 25 ± 2 °C; UR: 70 ± 10 %; escotofase de 24 horas). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Para a análise estatística os dados originais foram transformados $\sqrt{x+1}$.

Cultivar (BAF)	Período de exposição (horas)						
	6	12	24	48	72	96	120
3	3,4 \pm 0,55 d B	3,6 \pm 0,58 d B	3,7 \pm 0,58 d B	4,6 \pm 0,50 c A	4,5 \pm 0,56 c A	5,9 \pm 0,54 b A	5,1 \pm 0,52 b A
4	13,8 \pm 1,26 a A	13,1 \pm 1,07 a A	12,6 \pm 0,99 a A	13,3 \pm 0,86 a A	12,5 \pm 1,34 a A	9,8 \pm 1,10 a B	9,5 \pm 1,31 a B
7	11,8 \pm 1,33 a A	11,9 \pm 1,22 a A	11,4 \pm 0,97 a A	11,2 \pm 1,06 a A	10,5 \pm 0,65 a A	9,7 \pm 0,83 a A	9,1 \pm 0,75 a A
13	9,6 \pm 0,88 b A	8,9 \pm 0,94 b A	9,2 \pm 0,86 b A	9,4 \pm 0,85 b A	9,1 \pm 0,81 b A	8,8 \pm 0,70 a A	7,9 \pm 0,79 a A
23	10,9 \pm 1,59 b A	11,8 \pm 1,27 a A	12,6 \pm 1,45 a A	11,4 \pm 1,47 a A	11,1 \pm 1,46 a A	10,3 \pm 1,19 a A	9,6 \pm 1,29 a A
36	5,8 \pm 0,87 c A	5,8 \pm 0,87 c A	5,6 \pm 0,79 c A	5,7 \pm 0,82 c A	6,5 \pm 0,91 c A	6,6 \pm 0,85 b A	6,3 \pm 0,85 b A
44	7,8 \pm 1,14 c A	7,9 \pm 1,05 b A	7,9 \pm 0,93 b A	8,9 \pm 0,95 b A	8,7 \pm 0,92 b A	9,2 \pm 0,97 a A	8,4 \pm 0,63 a A
46	5,9 \pm 0,58 c A	7,6 \pm 0,77 b A	7,8 \pm 0,84 b A	8,1 \pm 0,83 b A	7,8 \pm 0,62 b A	7,3 \pm 0,69 b A	6,8 \pm 0,84 b A
47	3,5 \pm 0,76 d B	3,6 \pm 0,62 d B	3,9 \pm 0,74 d B	4,4 \pm 0,73 c B	5,6 \pm 0,85 c A	6,8 \pm 0,72 b A	7,4 \pm 0,84 b A
55	5,5 \pm 0,67 c A	6,4 \pm 0,67 c A	6,7 \pm 0,58 c A	6,2 \pm 0,84 c A	6,4 \pm 0,94 c A	6,9 \pm 0,93 b A	6,5 \pm 0,58 b A
57	8,1 \pm 0,77 b A	8,2 \pm 0,86 b A	7,9 \pm 0,98 b A	8,3 \pm 1,05 b A	8,1 \pm 0,88 b A	7,8 \pm 0,98 b A	6,9 \pm 0,73 b A
60	7,2 \pm 0,98 c A	8,1 \pm 1,06 b A	7,6 \pm 0,83 b A	6,9 \pm 0,65 c A	7,5 \pm 0,91 c A	7,6 \pm 0,97 b A	7,1 \pm 0,71 b A
68	3,9 \pm 0,88 d A	4,9 \pm 1,04 d A	4,5 \pm 0,87 d A	5,5 \pm 0,93 c A	6,7 \pm 0,86 c A	6,0 \pm 0,77 b A	5,9 \pm 0,92 b A
75	11,8 \pm 1,07 a A	11,9 \pm 0,97 a A	11,8 \pm 0,97 a A	11,2 \pm 0,92 a A	10,3 \pm 0,90 a A	9,1 \pm 0,74 a A	9,1 \pm 0,64 a A
84	8,4 \pm 0,86 b A	8,9 \pm 0,86 b A	8,9 \pm 0,93 b A	9,4 \pm 0,97 b A	9,9 \pm 1,11 a A	8,7 \pm 0,79 a A	9,6 \pm 0,76 a A
97	3,2 \pm 0,42 d B	3,8 \pm 0,58 d B	3,8 \pm 0,49 d B	4,9 \pm 0,89 c B	5,8 \pm 1,02 c A	6,0 \pm 0,73 b A	7,8 \pm 0,54 a A
102	14,1 \pm 1,75 a A	14,0 \pm 1,54 a A	14,3 \pm 1,47 a A	13,7 \pm 1,62 a A	11,6 \pm 1,13 a A	12,3 \pm 1,24 a A	12,3 \pm 1,12 a A
108	4,4 \pm 0,52 d A	5,1 \pm 0,52 c A	5,5 \pm 0,57 c A	5,2 \pm 0,57 c A	6,2 \pm 1,03 c A	6,6 \pm 0,86 b A	7,3 \pm 0,96 b A
120	8,8 \pm 1,09 b A	9,2 \pm 0,85 b A	9,1 \pm 0,85 b A	8,9 \pm 0,72 b A	7,9 \pm 0,73 b A	8,7 \pm 0,84 a A	8,4 \pm 1,06 a A
112	6,5 \pm 0,80 c A	6,7 \pm 0,75 c A	6,8 \pm 0,80 c A	7,3 \pm 1,04 c A	9,0 \pm 0,90 b A	8,1 \pm 0,72 a A	7,3 \pm 0,77 b A
121	4,7 \pm 0,64 d B	4,7 \pm 0,60 d B	4,9 \pm 0,76 d B	5,9 \pm 0,76 c A	6,8 \pm 0,87 c A	6,5 \pm 0,68 b A	5,8 \pm 0,76 b A
192	4,4 \pm 0,70 d A	4,4 \pm 0,56 d A	4,1 \pm 0,58 d A	4,2 \pm 0,62 c A	4,4 \pm 0,58 c A	5,4 \pm 0,56 b A	5,4 \pm 0,68 b A

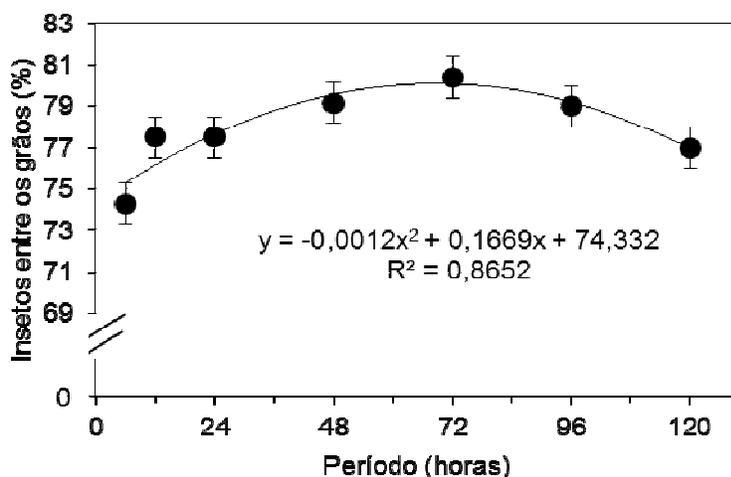


Figura 1. Porcentagem média de adultos do caruncho *Acanthoscelides obtectus* atraídos em diferentes cultivares de feijão em teste de livre escolha (T: 25 ± 2 °C; UR: 70 ± 10 %; escotofase de 24 horas).

Houve diferença significativa no período médio de desenvolvimento de ovo a adulto, variando de 36,4 dias para as cultivares crioulas BAF 57 a 39,7 dias para as cultivares crioulas BAFs 3 e 108 (Figura 2a). Nota-se que o período de desenvolvimento ovo-adulto foi mais longo nos grãos das cultivares crioulas BAFs 3 e 108, que também foram aqueles menos preferidos pelos carunchos, sugerindo a existência da resistência do tipo antibiose. Entre cultivares crioulas menos preferidas para oviposição pelo caruncho se destacam também as cultivares crioulas BAFs 97 e 192 em que o inseto apresentou período de desenvolvimento intermediário, 38,4 e 38,8 dias respectivamente. Nas demais cultivares crioulas menos preferidas para oviposição (47, 68 e 121) junto com aquelas mais preferidas os carunchos apresentaram os menores períodos de desenvolvimento, entre 36,4 e 38,3 dias. Segundo Baldin & Lara (2004), à temperatura de 25 °C o período de desenvolvimento de *A. obtectus* variou entre 35 a 43,8 dias. Esses resultados são semelhantes aqueles encontrados neste trabalho assim como nos resultados observados por Schmale et al. (2002) em que o período de ovo a adulto de *A. obtectus* foi de aproximadamente 35 dias.

Na presente pesquisa não foram realizados estudos quanto à presença e o efeito de substâncias antinutricionais nos grãos dos genótipos testados sobre *A. obtectus*. Entretanto, com base no intervalo de tempo de desenvolvimento ovo-adulto (Figura 2a), podemos inferir de que a composição nutricional dos grãos das cultivares crioulas testadas pode conter substâncias que retardam o desenvolvimento de *A.*

obtectus conforme foi observado por Velten et al. (2007). Esses autores observaram que o período de desenvolvimento de *A. obtectus* em genótipos de feijão variou entre 29,8 e 35,9 dias, dentro deste intervalo de tempo o período médio de emergência dos adultos foi significativamente longo nos genótipos que continham a proteína arcelina, que reduz a digestibilidade do alimento quando comparado com os genótipos livres de arcelina.

Significativa redução no percentual médio de insetos emergidos foi observada nas cultivares crioulas BAFs 192, 3 e 97 com viabilidade de imaturos menor que 81% (Figura 2b). Essas três cultivares crioulas estão entre aquelas significativamente menos preferidas pelos adultos e com menor número de ovos depositados entre os seus grãos. As cultivares crioulas, BAFs 36, 47, 55, 60 e 121 representaram um grupo intermediário cujo índice de insetos emergidos variou entre 83,8 % e 87,5%. Nas demais cultivares, entre as quais se encontra a cultivar 112, o percentual de viabilidade de imaturos foi elevado, variando entre 90,2% e 97,4% (Figura 2b). A viabilidade de imaturos de *A. obtectus* em grãos de feijão observada por Tucic et al. (1997) foi de 76,9% e 78,8% quando as larvas eram oriundas de ovos das fêmeas criadas em feijão e em grão-de-bico, respectivamente. No presente estudo se observa que o índice de viabilidade de imaturos foi sempre superior àquele apresentado por Tucic et al. (1997). Ohtsuka & Toquenaga (2009) mostraram que as larvas de *A. obtectus* têm dois comportamentos contrastantes, ser uma larva pioneira, a qual penetra no

Tabela 3. Número médio (\pm EPM) de ovos acumulados de *Acanthoscelides obtectus* em cultivares de feijão, no teste de livre escolha h ($T: 25 \pm 2$ °C; UR: 70 ± 10 %, escotofase 24 horas). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente a 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Para análise estatística os dados originais foram transformados.

Cultivar (BAF)	Período de exposição (horas)						
	6	12	24	48	72	96	120
3	3,0 \pm 1,36 b D	5,3 \pm 1,61 b D	7,1 \pm 1,68 b D	19,0 \pm 4,94 c C	42,3 \pm 7,27 b B	59,6 \pm 10,73 b B	84,5 \pm 13,95 b A
4	7,1 \pm 1,72 a F	14,1 \pm 2,83 a F	24,2 \pm 4,28 a E	57,1 \pm 7,35 a D	85,8 \pm 11,76 a C	111,9 \pm 13,76 a B	146,8 \pm 17,38 a A
7	7,4 \pm 1,84 a E	11,8 \pm 2,46 a E	19,9 \pm 3,78 a E	52,4 \pm 8,48 a D	91,4 \pm 11,51 a C	122,8 \pm 14,79 a B	160,8 \pm 18,41 a A
13	5,9 \pm 1,50 a D	6,4 \pm 1,52 b D	13,3 \pm 2,23 b D	35,1 \pm 3,95 b C	62,3 \pm 6,55 a B	87,1 \pm 8,80 a B	117,5 \pm 11,64 b A
23	6,2 \pm 1,64 a D	10,6 \pm 2,46 a D	17,1 \pm 3,48 a D	45,7 \pm 8,60 b C	76,9 \pm 11,77 a B	113,0 \pm 17,11 a A	141,7 \pm 19,94 a A
36	5,4 \pm 2,01 a D	9,9 \pm 2,44 a D	16,0 \pm 3,78 b D	33,6 \pm 6,43 b C	68,7 \pm 10,80 a B	94,0 \pm 13,85 a A	112,9 \pm 14,74 b A
44	3,9 \pm 1,18 b D	6,8 \pm 1,48 b D	10,4 \pm 1,85 b D	32,8 \pm 4,41 b C	59,1 \pm 8,31 b B	82,4 \pm 10,86 b B	113,8 \pm 12,72 b A
46	2,1 \pm 1,04 b F	4,9 \pm 1,62 b F	13,8 \pm 3,72 b E	32,9 \pm 5,84 b D	52,8 \pm 7,23 b C	70,7 \pm 9,83 b B	101,3 \pm 13,40 b A
47	1,3 \pm 0,76 b D	2,3 \pm 0,93 b D	6,6 \pm 2,13 b D	17,5 \pm 4,82 c C	39,7 \pm 7,88 b B	59,6 \pm 11,22 b B	86,1 \pm 14,50 b A
55	2,3 \pm 0,78 b D	5,1 \pm 1,25 b D	9,9 \pm 1,81 b C	20,8 \pm 4,03 c C	47,8 \pm 7,41 b B	66,9 \pm 9,07 b A	90,5 \pm 10,84 b A
57	4,8 \pm 1,71 a D	7,2 \pm 1,86 b D	12,8 \pm 2,60 b D	30,3 \pm 5,85 c C	55,2 \pm 9,70 b B	75,5 \pm 11,70 b B	100,7 \pm 15,02 b A
60	4,9 \pm 1,10 a D	9,3 \pm 1,94 a D	13,2 \pm 1,90 b D	31,8 \pm 4,37 b C	66,0 \pm 8,89 a B	84,4 \pm 10,57 b B	109,9 \pm 12,44 b A
68	2,4 \pm 0,94 b D	5,1 \pm 1,24 b D	8,6 \pm 1,83 b D	21,0 \pm 4,31 c C	44,3 \pm 6,85 b B	62,6 \pm 10,39 b B	83,0 \pm 11,97 b A
75	7,1 \pm 1,83 a F	12,8 \pm 2,63 a F	24,5 \pm 3,94 a E	60,3 \pm 9,04 a D	99,4 \pm 12,55 a C	131,6 \pm 15,14 a B	168,9 \pm 19,44 a A
84	5,9 \pm 1,89 a E	12,9 \pm 4,15 a E	20,2 \pm 4,82 a E	44,3 \pm 9,74 b D	83,6 \pm 15,35 a C	113,6 \pm 19,46 a B	147,7 \pm 18,99 a A
97	1,5 \pm 0,65 b D	2,9 \pm 0,95 b D	7,0 \pm 1,62 b D	15,7 \pm 2,45 c C	37,3 \pm 5,79 b B	50,9 \pm 6,12 b B	78,9 \pm 8,32 b A
102	10,3 \pm 2,79 a F	17,9 \pm 3,29 a E	26,6 \pm 3,99 a E	58,6 \pm 8,98 a D	96,4 \pm 13,46 a C	134,7 \pm 17,05 a B	172,1 \pm 19,65 a A
108	3,5 \pm 0,94 b D	6,3 \pm 1,25 b D	11,4 \pm 2,45 b D	23,7 \pm 4,87 c C	46,7 \pm 6,97 b B	69,2 \pm 10,68 b B	100,6 \pm 14,78 b A
120	6,3 \pm 1,72 a D	12,1 \pm 2,18 a D	20,1 \pm 3,60 a D	40,8 \pm 6,63 b C	76,1 \pm 11,07 a B	102,8 \pm 12,96 a B	135,4 \pm 17,37 a A
112	3,1 \pm 0,77 b D	3,6 \pm 0,82 b D	9,6 \pm 1,75 b D	33,3 \pm 4,62 b C	59,7 \pm 7,99 b B	90,1 \pm 11,10 a A	115,3 \pm 13,15 b A
121	1,4 \pm 0,50 b D	4,5 \pm 1,05 b D	6,9 \pm 1,80 b D	18,6 \pm 3,38 c C	46,4 \pm 7,19 b B	63,0 \pm 8,71 b B	89,2 \pm 11,43 b A
192	3,6 \pm 1,45 b D	6,4 \pm 2,55 b D	8,6 \pm 2,88 b D	19,4 \pm 4,30 c C	32,8 \pm 6,64 b B	47,4 \pm 7,65 b B	70,3 \pm 9,25 b A

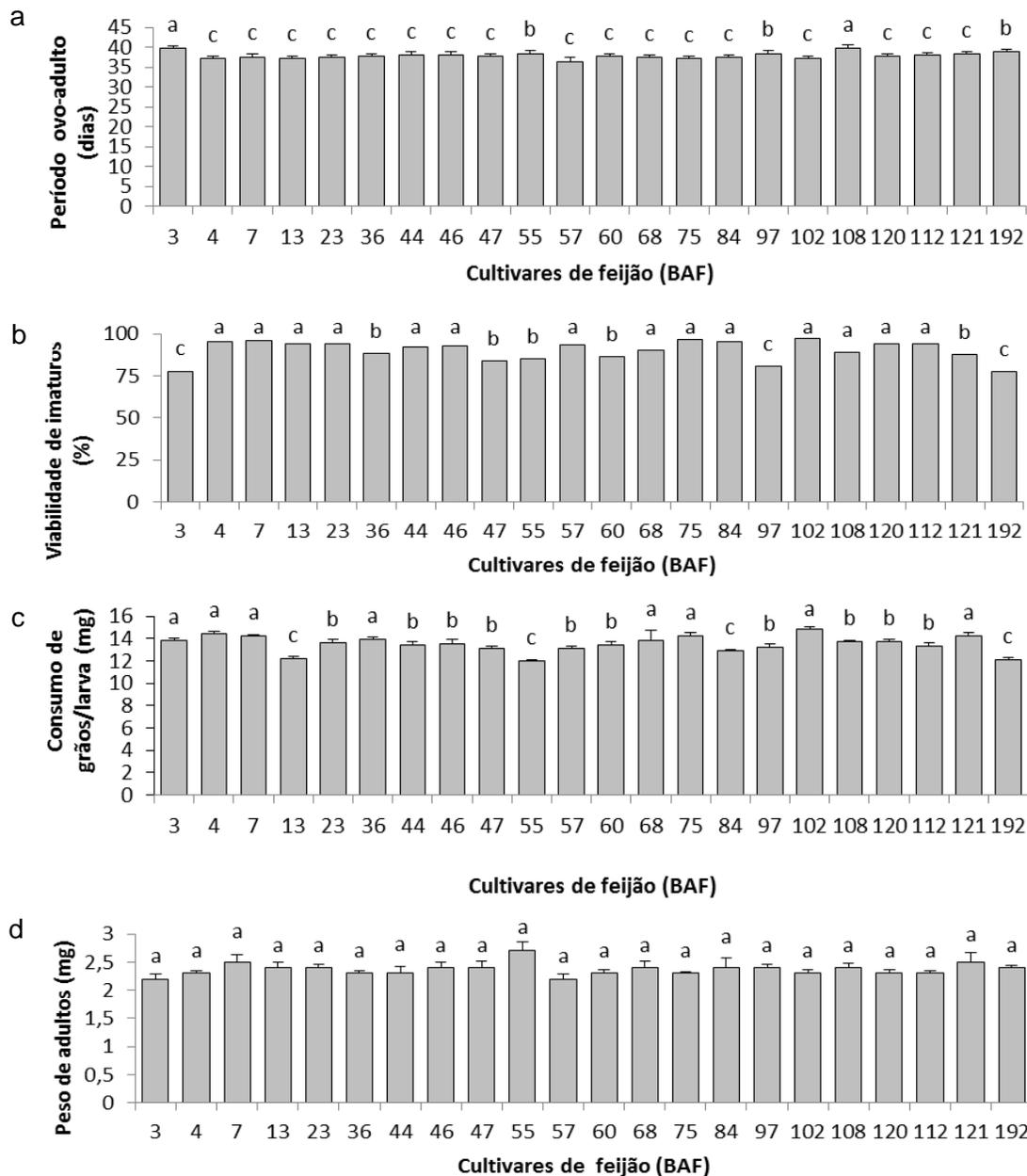


Figura 2.(a) média do período ovo-adulto, (b) percentagem de viabilidade de imaturos, (c) valor médio do consumo da massa de grãos por larva e (d) peso médio de adultos do caruncho *Acanthoscelides obtectus*, em teste de livre escolha (T: 25 ± 2 °C; UR: 70 ± 10 %, escotofase 24 horas).

feijão cavando o próprio orifício de entrada, ou ser uma seguidora penetrando no grão através do orifício feito por outra larva. Esses autores observaram que o número de larvas que entram nos grãos aumenta com o aumento da densidade larval e que quando as larvas entram nos grãos a probabilidade de emergência independentemente de serem pioneira ou seguidora, é a mesma.

Neste trabalho, observa-se que a viabilidade de adultos foi menor naquelas cultivares crioulas em que o número de ovos também foi menor. Portanto, os resultados obtidos por Ohtsuka & Toquenaga (2009) de

que a alta densidade de larvas aumenta as chances de colonização dos grãos por larvas se adapta aos resultados da presente pesquisa, pois aquelas cultivares crioulas que apresentaram significativamente mais ovos foram aquelas que apresentaram maior viabilidade de imaturos.

Nas cultivares crioulas BAFs 3, 55 e 192 observou-se que período de ovo-adulto foi longo e as porcentagens de viabilidade larval foram menores, contudo nas cultivares crioulas BAFs 55 e 192 foi observado o menor consumo da massa de grãos pelas larvas do *A. obtectus* (Figura 2c). As cultivares crioulas BAFs 13 e

84 também apresentaram menor consumo de massa dos grãos por larva, entretanto foi alta a viabilidade de imaturos e somente a cultivar crioula BAF84 apresentou período intermediário no ciclo ovo-adulto. Os resultados da presente experimento são amparados por Baldin & Lara (2008) quando observaram baixa emergência de insetos e período larval mais longo, sendo menor o consumo da massa seca dos grãos por larva do caruncho *A. obtectus*. Esses mesmos autores identificaram a possível existência da resistência do tipo não preferência para a alimentação do caruncho. Costa & Boiça Júnior (2004), trabalhando com genótipos de feijão caupi, também observaram variação no consumo em função do genótipo utilizado para a alimentação das larvas do caruncho *C. maculatus*.

Embora os resultados mostrem diferenças significativas entre as cultivares crioulas no consumo de grãos pelas larvas, o peso seco médio dos adultos de *A. obtectus* emergidos não mostrou diferenças significativas (Figura 2d). Baldin & Lara (2008) obtiveram diferenças significativas no peso dos adultos de *A. obtectus* que emergiram a partir de diferentes variedades de feijão submetidas a diferentes períodos de armazenamento. No entanto, esses autores também observaram a não variação significativa no peso dos adultos emergidos em cada variedade testada no mesmo tempo de armazenamento dos grãos de feijão.

A busca por grãos de cultivares crioulas adaptados ao local de plantio e que apresentem fonte de resistência natural às principais pragas da cultura do feijão é uma estratégia importante para incentivar a adoção de programas de manejo integrado de pragas, principalmente pelas vantagens desse método de controle entre as quais podem ser destacadas a facilidade de uso pelos agricultores e a harmonia com o meio ambiente. Também deve ser ressaltado que a manutenção e cultivo de diferentes genótipos de feijão pelos agricultores familiares é uma importante estratégia, tanto para consumo de grãos de feijão livre de carunchos entre safras consecutivas, como sementes crioulas livres de danos causados por esses insetos durante o armazenamento, garantindo assim qualidade fisiológica.

CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho foi possível identificar que dentre os cultivares testados há a existência de materiais promissores para o manejo de *A. obtectus*. Alguns cultivares apresentaram resistência do tipo não preferência para a oviposição dos adultos de *A. obtectus*, enquanto outros mostraram efeito adverso sobre o desenvolvimento do caruncho evidenciando a resistência do tipo antibiose.

BIBLIOGRAFIA

Antunes, P.L., A.B. Bilhalava & M.C. Elias. 1995. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. Revista Brasileira de Agrociência 1: 12-18.

Athié, I. & D.C. Paula. 2002. Insetos de grãos armazenados aspectos biológicos e identificação. Varela Editora, São Paulo. 244 pp.

Baldin, E.L.L. & F.M. Lara. 2004. Efeito da temperatura de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Neotropical Entomology 33: 365-369.

Baldin, E.L.L. & F.M. Lara. 2008. Resistance of stored bean varieties to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). Insect Science 5: 317-326.

Boff, M.I.C., D.V. Sartori & A. Bogo. 2006. Efeito de extratos de *Piper nigrum* L. sobre o caruncho-do feijão, *Acanthoscelides obtectus* (Say). Revista Brasileira de Armazenamento 31:17-22.

Boiça Junior, A.L. & A.M. Alonso. 2000. Efeito da adubação na manifestação da resistência de feijoeiro ao ataque de caruncho em testes com e sem chance de escolha. Bragantia 51: 35-43.

Brackmann, A., D.A. Neuwald, N.D. Ribeiro & S.T. Freitas. 2002. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. Ciência Rural 32: 911-915.

Coelho, C.M.M., M.R. Mota, C.A. Souza & D.J. Miquelluti. 2010. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Brasileira de Sementes 32: 097-105.

CONAB, 2012. Companhia Nacional de Abastecimento. [Online] Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Último acesso: 31/04/2012.

Costa, N.P. & A.L. Boiça Junior. 2004. Efeito de genótipos de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). Neotropical Entomology 33: 77-83.

FAO. 2012. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação [online] URL: Disponível em: <http://www.fao.org>. Último acesso: 31/04/2012.

Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Baptista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002. Entomologia Agrícola. FEALQ, Piracicaba. 920 pp.

Halstead, D.G.M. 1963. External sex differences in stored-products Coleoptera. Bulletin of Entomological Research 54: 119-134.

Karabörklü, S., A. Ayvaz & S.Yilmaz. 2010. Bioactivities of different essential oils against the adults of two stored product insects. Pakistan Journal of Zoology 42: 679-686.

Lara, F.M. 1997. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 26: 551-560.

Lorini, I. 1998. Controle integrado de pragas de grãos armazenados. EMBRAPA, Passo Fundo. 52 pp.

Mazzonetto, F. & A.L. Boiça Júnior. 1999. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 28: 307-311.

Mesquita, F.R., A.D. Corrêa, C.M. Pato de Abreu, R.A.Z. Lima & A.F.B. Abreu. 2007. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e

digestibilidade protéica. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 1114-1121.

Miranda, J.E., L.C. Toscano & M.G. Fernandes. 2002. Avaliação de resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* à *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *Boletim de Sanidad Vegetal Plagas* 28: 571-576.

Nazzi, F., F. Vidoni & F. Frilli. 2008. Semiochemicals affecting the host-related behaviour of the dry bean beetle *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research* 44: 108-114.

Ohtsuka, Y. & Y. Toquenaga. 2009. Pioneer-Follower dilemma game in *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Ethology* 27: 131-136.

Paes N.S., I.R. Gerhardt, M.V. Coutinho, M. Yokoyama E. Santana, N. Harris, M.J. Chrispeels & M.F. Grossi de Sa. 2000. The effect of arcelin-1 on the structure of the midgut of bruchid larvae and immunolocalization of the arcelin protein. *Journal of Insect Physiology* 46: 393-402.

Parsons D.M.J. & P.F. Credland. 2003. Determinants of oviposition in *Acanthoscelides obtectus*: a nonconformist bruchid. *Physiological Entomology* 28: 221-231.

Pereira, T., C.M.M. Coelho, A. Bogo, A.F. Guidolin & D.J. Miquelluti. 2009. Diversity in common bean landraces from South Brazil. *Acta Botanica Croatica* 68: 79-92.

R Development Core Team. 2008. *A language and environment for statistical computing*. [online] URL: <http://www.R-project.org>. Último acesso: Dezembro 2011.

Ribeiro-Costa, C.S., P.R.V. da Pereira & L. Zukovski. 2007. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.)

(Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchidae) em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no Estado do Paraná e contendo arcelina. *Neotropical Entomology* 36: 560-564.

SAS Institute Inc[®]. 2003. *SAS Ver. 9.1 . 3*. Cary, NC, USA. Lic. UDESC.

Schmale, I., F.L. Wackers, C., Cardona & S. Dorn. 2002. Field infestation of *Phaseolus vulgaris* by *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae), parasitoid abundance, and consequences for storage pest control. *Environmental Entomology* 31: 859-863.

Tucic, N., S. Mikuljanac & O. Stojkovic. 1997. Genetic variation and covariation among life history traits in populations of *Acanthoscelides obtectus* maintained on different hosts. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 85: 247-256.

Velten, G., A.S. Rott, C. Cardona & S. Dorn. 2007. The inhibitory effect of the natural seed storage protein arcelin on the development of *Acanthoscelides obtectus*. *Journal of Stored Products Research* 43: 550-557.

Wanderley, V.S., J.V. Oliveira & M.L. Andrade Junior. 1997. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 26: 315-320.

Wasserman, S. S. & D.J. Futuyama. 1981. Evolution of host plant utilization in laboratory population of southern cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae). *Evolution* 35: 605-617.

Yokoyama L.P. 2003. Cultivo do feijoeiro comum: Importância econômica. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Sistema de Produção 22p.