

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**CACIANA BORTOLOTTO DAMIANI**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) RESISTENTES AO CARUNCHO (*Acanthoscelides obtectus* Say)**

**LAGES- SC**

**2011**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**CACIANA BORTOLOTTO DAMIANI**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) RESISTENTES AO CARUNCHO (*Acanthoscelides obtectus* Say)**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias (CAV/UDESC) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Ph. D. Mari Inês Carissimi Boff

Co-orientador: Dr. Clóvis Arruda de Souza

**LAGES- SC**

**2011**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região  
(Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC)

Damiani, Caciana Bortolotto  
Avaliação de cultivares crioulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)  
resistentes ao caruncho (*Acanthoscelides obtectus* say) /  
Caciana Bortolotto Damiani ; orientadora: Mari Inês Carissimi Boff.  
– Lages, 2011.  
80f.

Inclui referências.  
Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /  
UEDESC.

1. Inseto. 2. Praga. 3. Feijoeiro. 4. Grãos armazenados. 5. Resistência de plantas. I. Título.

CDD – 635.652

**CACIANA BORTOLOTTO DAMIANI**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES CRIOULAS DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) RESISTENTES AO CARUNCHO (*Acanthoscelides obtectus* Say)**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovado em:

Homologada em:

Pela Banca Examinadora:

Por:

---

Dra. Mari Inês Carissimi Boff  
Orientadora - CAV/UDESC

---

Dr. Leo Rufatto  
Coordenador do Programa de Pós- graduação  
em Ciências Agrárias e Coordenador  
Técnico do Mestrado em  
Produção Vegetal

---

Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho  
Arruda de Souza  
Professora- UFSC/Florianópolis-SC

---

Dr. Cleimon Eduardo do Amaral Dias  
Diretor Geral do Centro de Ciências  
Agroveterinárias

---

Dr. Cláudio Roberto Franco  
Professor - CAV/UDESC

**Lages-SC, 20/ 05/2011**

Aos meus pais Nilva e Dalnei, minha irmã e ao cunhado Eloiza e Luis, pelo incentivo e os principais responsáveis por ter chegado ao fim desta caminhada **OFEREÇO**

Ao Lindomar, pelo apoio durante o desenvolvimento do trabalho e pelo amor e compreensão sempre compartilhados **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS pela força que me deste, quando tudo parecia perdido.

Aos orientadores Mari e Clovis, pela valiosa transmissão de conhecimentos e terem aceitado o desafio de me orientar.

Ao professor de Entomologia Claudio, pelos sábios conselhos e dúvidas compartilhadas, além da amizade.

À professora Cileide pela oportunidade de entrar no Mestrado em Produção Vegetal, mesmo distante permaneceu presente.

Ao professor David, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos colegas do Laboratório de Entomologia, Karoline, Hadson, Rafael Cremer, Rafael, Camila, Sabrina, Alberto, pela descontração compartilhada.

Às amigas do Mestrado Vacarianas; Patrícia, Janete e Ana Paula pelas longas conversas, troca de informações, e o melhor, pelas novas amigas que conquistei.

Às amigas do Mestrado Julhiana e Janaína pela ajuda na digestão sulfúrica e extração das proteínas.

Ao CAV pela permissão do uso de suas dependências para execução dos experimentos.

Aos professores do CAV pelo conhecimento transmitido.

Aos funcionários do CAV pelos auxílios prestados.

Aos meus pais, Dalnei e Nilva, pelo esforço e luta para que permanecesse estudando em Lages, sem vocês não teria chegado ao fim, amo vocês.

À minha super irmã Eloiza, ao cunhado Luiz e a sobrinha Amanda pelos sábios conselhos e incentivos transmitidos.

Ao companheiro Lindomar, pela ajuda nos experimentos, pelos conselhos e principalmente pela cumplicidade.

Aos meus sogros Ilina e Olindo aos cunhados (as) e sobrinhos pelo companheirismo e alegrias compartilhadas.

Aos amigos Maria, Otacílio, Claudete e Amauri pelo acolhimento e apoio incondicional.

À todos que me apoiaram, isso me fez acreditar que é preciso lutar, e também aqueles que não incentivaram, isso me fez ter forças e teimosia para continuar a seguir.

## RESUMO

DAMIANI, Caciana Bortolotto. **Avaliação de cultivares crioulas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes ao caruncho (*Acanthoscelides obtectus* Say)**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Proteção de Plantas e Agroecologia) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão. No entanto, o feijoeiro é atacado por vários insetos, desde a lavoura até o armazenamento, a principal praga no armazenamento é o caruncho *Acanthoscelides obtectus*. Com o objetivo de avaliar a resistência dos genótipos e cultivares comerciais de feijão ao *A. obtectus* foram realizados testes com livre escolha e sem chance de escolha. O teste de livre escolha foi realizado com 19 genótipos e 3 cultivares comerciais de feijão. O teste foi conduzido em blocos casualizado, com quatro repetições composta por 4 parcelas com 22 placas Petri, contendo 13 gramas dos respectivos genótipos. As placas Petri foram acondicionadas em bandeja plástica, onde foram liberados 110 casais de caruncho, com 48 horas de vida. Foram avaliados: distribuição, percentual de distribuição, número total de ovos e percentual de oviposição nos períodos de 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas, viabilidade de ovos e imaturos, período ovo adulto, peso dos insetos adultos e da massa de grãos consumidos por larva. O teste sem chance de escolha foi realizado com 5 genótipos com menor oviposição e viabilidade de larvas e 5 genótipos com maior oviposição e viabilidade de larvas do teste de livre escolha. As variáveis analisadas foram: número de ovos, viabilidade de ovos e imaturos, período ovo adulto, emergência, peso de insetos e da massa de grãos de feijão consumido por larva. Conduzido em delineamento completamente casualizado, com 20 repetições de cada genótipo, contendo 30 gramas de grãos dos respectivos genótipos, com 3 casais de *A. obtectus* com 48 horas de vida. Após 5 dias, os carunchos foram retirados. Nos 10 genótipos foram verificados os teores de proteína total e solúvel, utilizando-se 3 repetições de cada genótipo retiradas antes e após a infestação. Para o teste de livre escolha os genótipos 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 e as cultivares comerciais 112, 121 e 192 apresentaram menor número de ovos, o genótipo 55 e a cultivar comercial 192 apresentaram período ovo adulto longo, baixa viabilidade de imaturos e menor consumo de massa dos grãos. No teste sem chance de escolha com o genótipo 55 os insetos apresentaram menor peso e baixo consumo da massa dos grãos de feijão, já o genótipo 7 foi o único genótipo que apresentou alto teor de proteína total nos grãos após a infestação, insetos maiores além do elevado consumo da massa de grãos de feijão. Para os demais parâmetros avaliados não houve diferença estatística entre os genótipos. Portanto os genótipos 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 e as cultivares comerciais 112, 121 e 192 apresentaram resistência de não preferência para oviposição, enquanto que o genótipo 55 não ofereceu condições ideais para o desenvolvimento do caruncho. Em relação aos teores de proteína total e solúvel não afetaram no processo de resistência dos genótipos ao caruncho.

**Palavras-chave:** Inseto. Praga. Feijoeiro. Grãos armazenados. Resistência de plantas.

## ABSTRACT

DAMIANI, Cacia Bortolotto. **Evaluation of common landrace bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) resistant to weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say).** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Proteção de Plantas e Agroecologia) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

Brazil is the largest producer and consumer of beans. However, the bean is attacked by various insects, from the field to storage, the main pest in the store is the weevil *Acanthoscelides obtectus*. With aim evaluate the resistance of genotypes and cultivars of beans to *A. obtectus* tests conducted on free choice and no choice. The free choice test was conducted with 19 genotypes and 3 commercial cultivars of beans. The test was conducted in randomized blocks with four replications composed of four plots with 22 Petri dish, containing 13 grams of the respective genotypes. Petri dishes were placed in plastic tray, where they were released 110 pairs of weevil, with 48 hours of life. Were evaluated: distribution, percentage distribution, total number of eggs and oviposition percentage in periods of 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours, viability of eggs and immature, egg adult period, weight of adult insects and the mass of grains consumed by larvae. The no-choice test was carried out with five genotypes with lower oviposition and larval viability and 5 genotypes with high oviposition and larval viability test of free choice. The variables analyzed were: number of eggs, viability of eggs and immature, adult egg period, emergence, weight of insects and the mass of beans consumed by larvae. Conducted in completely randomized, with 20 repetitions of each genotype, containing 30 grams of grains of the respective genotypes, with 3 pairs of *A. obtectus* 48 hours of life. After 5 days, the weevil were removed. In the 10 genotypes were found in the levels of total protein and soluble, using 3 replicates of each genotype taken before and after infestation. For the test of free choice the genotypes 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 and commercial cultivars 112, 121 and 192 presented smaller number of eggs, genotype 55 and the commercial cultivar 192 presented egg adult long period, low viability of immature and lower mass consumption of grains. In no-choice test with genotype 55 insects had lower weight and low mass grains of the beans, since the genotype 7 was the only genotype which showed high total protein content after infestation in grains, larger insects besides the high mass consumption of beans. For the other parameters evaluated there was no difference among genotypes. Thus the genotypes 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 and commercial cultivars 112, 121 e 192 showed resistance to non-preference for oviposition, while genotype 55 did not provide ideal conditions for the development of the weevil. Regarding the levels of total protein and soluble did not affect the process of genotype resistance to the weevil.

**Keywords:** Insect. Pest. Bean. Stored grains. Plant resistance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Porcentagem média ( $\pm$  EPM) do número de caruncho *Acanthoscelides obtectus* atraídos em diferentes cultivares de feijão em teste de livre escolha, durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; UR:  $70 \pm 10$  %; escotofase de 24 horas). .....38

Figura 2 - Porcentagem média ( $\pm$  EPM) de ovos do caruncho *Acanthoscelides obtectus* em diferentes genótipos de feijão, em teste de livre escolha, durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; UR:  $70 \pm 10$  %; escotofase de 24 horas). .....41

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Genótipos e cultivares comerciais de feijão *Phaseolus vulgaris* pertencente ao Banco Ativo de Feijão, da Universidade do Estado de Santa Catarina, utilizado no teste de livre escolha com o caruncho *Acanthoscelides obtectus*. ..... 32
- Tabela 2 - Número médio ( $\pm$  EPM) de *Acanthoscelides obtectus* atraídos nos diferentes genótipos de feijão, no teste de livre escolha durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; UR:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas). ..... 36
- Tabela 3 - Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos acumulados de *Acanthoscelides obtectus* em genótipos de feijão, no teste de livre escolha durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; U. R:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas). ..... 40
- Tabela 4 - Viabilidade de ovos, período ovo-adulto, viabilidade de imaturos, peso de insetos e consumo da massa de grãos por caruncho *Acanthoscelides obtectus*, em teste de livre escolha (T:  $25 \pm 2$  °C; U.R.:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas). ..... 44
- Tabela 5 - Identificação, nome comum dos genótipos de feijão utilizado no teste sem chance de escolha, peso de 100 sementes, viabilidade de imaturos, oviposição total do *Acanthoscelides obtectus*. ..... 51
- Tabela 6 - Médias ( $\pm$  EPM) do teor de proteína total antes da infestação e após a infestação, teor de proteína solúvel antes da infestação e após infestação do caruncho *Acanthoscelides obtectus* em teste sem chance de escolha, em genótipos de feijão. ..... 56
- Tabela 7 - Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos, viabilidade de ovos, ciclo ovo- adulto, adultos emergentes, viabilidade de imaturos, peso de insetos e peso da massa de grãos consumidos por larva de *Acanthoscelides obtectus*, no teste sem chance de escolha (T:  $25 \pm 2$  °C; U.R.:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas). ..... 57
- Tabela 8 - Coeficientes de Correlação de Pearson do consumo da massa de grãos por larva entre as variáveis período ovo-adulto, emergência, viabilidade de imaturos e peso de insetos adultos de *Acanthoscelides obtectus*, no teste sem chance de escolha ( T:  $25 \pm 2$  °C; U.R.;  $70 \pm 10 \%$ ; escotofase de 24 horas). ..... 60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRUDUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 ORIGEM E MORFOLOGIA DO FEIJÃO .....	15
2.2 IMPORTÂNCIA SOCIAL E ECONÔMICA DO FEIJÃO .....	16
2.3 PRAGAS DO FEIJÃO .....	17
2.4 PRAGAS DO FEIJÃO ARMAZENADO .....	18
2.5 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE <i>Acanthoscelide obtectus</i> (SAY, 1831) .....	18
2.6 MEDIDAS DE CONTROLE DO <i>Acanthoscelides obtectus</i> .....	19
2.7 RESISTÊNCIAS DE PLANTAS A INSETOS .....	22
2.8 RESISTÊNCIA DE <i>Phaseolus vulgaris</i> A BRUQUÍDEOS .....	23
<b>3 DISTRIBUIÇÃO E NÃO-PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO DO <i>Acanthoscelides obtectus</i> SAY (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM CULTIVARES DE FEIJÃO <i>Phaseolus vulgaris</i> L. ....</b>	<b>27</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3.2.1 Origem do feijão .....	31
3.2.3 Criação de <i>Acanthoscelides obtectus</i> .....	33
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
<b>4 RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) AO CARUNCHO (<i>Acanthoscelides obtectus</i> SAY) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) .....</b>	<b>46</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	48
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	49
4.2.1 Origem do feijão crioulo no CAV-UDESC .....	49
4.2.2 Criação de <i>Acanthoscelides obtectus</i> .....	51
4.2.3 Avaliação do ciclo biológico de <i>Acanthoscelides obtectus</i> no teste sem chance de escolha .....	52
4.2.4 Extração e quantificação das proteínas de reserva dos grãos .....	53
4.2.5 Teor de proteína total dos grãos .....	53
4.2.6 Análise estatística .....	54

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	54
<b>5 DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>62</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil o feijão comum *Phaseolus vulgaris* representa uma importante fonte nutritiva para a população humana devido as suas características protéicas e energéticas. Os grãos de feijão apresentam em média 26% de proteínas, 67% de carboidratos, 4,5% de cinzas, 2,0% de lipídios, 5,7% de fibras e alto conteúdo de carboidratos complexos além da presença de vitaminas do complexo B (LAJOLO et al., 1996).

O Brasil ocupa a primeira posição em relação à produção de feijão, responsável por 17% da produção mundial, com produtividade média de 842 kg/ha, Índia com 15% da produção e na terceira posição esta Mianmar com 12% da produção mundial (FAO, 2011). No Brasil o cultivo do feijão se concentra nas regiões Sul e Sudeste. Na safra 2009/2010 a região Sul produziu 1.077.000 toneladas, o que corresponde a 31,6% da produção, e a região Sudeste com uma produção de 972 mil toneladas, correspondendo a 26,6% do feijão produzido no Brasil (CONAB, 2011). O Paraná é o Estado da região Sul que apresenta a maior produção nacional de feijão com 22,6%, já o estado de Santa Catarina ocupa a sétima posição com apenas 5,4 % da produção de grãos de feijão (SEAB, 2011).

Mesmo ocupando a primeira posição na produção mundial de feijão o Brasil ainda não é auto-suficiente, pois produz em torno de 3,3 milhões de toneladas/ano e o consumo é de 3,5 milhões de toneladas, ou seja, o Brasil ainda importa 6% do feijão consumido (CONAB, 2011). É evidente que há a necessidade de suprir a demanda interna de feijão no Brasil, esta meta ainda não foi alcançada devido às perdas ocasionado por vários fatores bióticos e abióticos que ocorrem durante todo o ciclo de cultivo e no período de colheita e pós-colheita (GUZZO, 2008).

Durante o armazenamento os grãos de feijão podem sofrer ataques de insetos dentre os quais se destacam as espécies *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) que predomina em regiões mais quentes e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) presente em regiões de clima mais frio. Ambas as espécies são popularmente conhecidas como carunchos do feijão e pertence à ordem Coleoptera, família Bruchidae (ATHIÉ & PAULA, 2002).

Por preferir condições de temperatura mais amenas à espécie *A. obtectus* predomina no ataque aos grãos de feijão armazenados na região Sul do Brasil. O ataque dos carunchos afeta a germinação das sementes prejudicando o desenvolvimento da planta a campo ainda o valor nutricional dos grãos diminui consideravelmente, pois os cotilédones são destruídos pelas galerias abertas nas sementes (GALLO et al., 2002). Durante o armazenamento o ataque dos carunchos provoca o aumento da umidade e da temperatura dos grãos, favorecendo ao ataque de pragas secundárias e microrganismos, além do que à presença de dejetos, ovos, insetos mortos e perda de peso dos grãos causam a desvalorização comercial ocasionando perdas irreparáveis (BARBOSA et al., 2000). O controle do caruncho é realizado principalmente com a utilização de inseticidas químicos sintéticos, através da pulverização ou fumigação (NDOMO et al., 2010). Entretanto, o pequeno número de inseticidas registrados para a aplicação direta em grãos de feijão aliado ao pouco conhecimento para a aplicação dos inseticidas sintéticos, tem ocasionado a presença de resíduos nocivos nos grãos (ALMEIDA et al., 2006). A utilização de inseticidas sintéticos além dos problemas já citados ainda aumenta os custos da armazenagem, proporcionam resistência dos insetos ao princípio ativo utilizado e contribui diretamente com o aumento da poluição ambiental (BOIÇA JÚNIOR & ALONSO, 2000).

Para substituir o tratamento químico, outras práticas mais comuns tem sido utilizado, como o uso de óleos, extratos e pós vegetais, mistura dos grãos de feijão com pós inertes (PAPACHRISTOS et al., 2004), favorecendo o pequeno agricultor pela facilidade da utilização, não exigindo mão de obra especializada, e as plantas utilizadas no controle do caruncho pode ser produzida na propriedade diminuindo os custos do armazenamento (MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003). O uso destas alternativas de controle tem afetado negativamente os carunchos tanto pela repelência ou por afetar o ciclo biológico do inseto (NDOMO et al., 2008) como também pela ação inseticida, provocando a morte (KYAMANYWA, et al., 1999).

Outra alternativa que vem diminuir o uso de inseticidas químicos sintéticos, além de ser compatível com outras técnicas de controle, é o uso de genótipos de feijão resistentes, que apresentam resistência do tipo antibiose, não preferência à oviposição ou não preferência à alimentação ao *A. obtectus*, pela presença de inibidores digestivos (VELTEN et al., 2007). Os inibidores digestivos são encontrados em níveis maiores em genótipos de feijão selvagem, pois não perderam genes que conferem a resistência e capacidade de sintetizarem esse tipo de resistência (FERRY et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de diferentes genótipos de feijão do Banco Ativo de Feijão-BAF, pertencente à Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC, cuja manutenção esta ao cargo do Centro de Ciências Agroveterinárias-CAV, Lages, SC, ao ataque do caruncho *A. obtectus*. O primeiro capítulo aborda a não-preferência para oviposição de adultos de *A. obtectus* em diferentes genótipos de feijão. O segundo capítulo trata de estudos sobre a influência dos genótipos de feijão sobre a biologia do *A. obtectus*.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ORIGEM E MORFOLOGIA DO FEIJÃO

O feijão *Phaseolus vulgaris* L. pertence à família Fabaceae, à subfamília Faboidea e a tribo Phaseoleae, é originado das Américas Central e do Sul, no Novo Mundo, após foi levado ao Velho Mundo como uma planta ornamental, e desta forma o feijão ficou conhecido no mundo todo (MAITI, 1997).

No Brasil a introdução tanto dos feijões grãos grandes como os de grãos pequenos, ocorreu por meio de três rotas distintas. A primeira rota foi a de genótipos provenientes da América Central mais exatamente vindas do México, seguindo para as ilhas do Caribe, Colômbia, Venezuela, e após este percurso entrou no Brasil. Os feijões mesoamericanos, pequenos, mulatinhos, marrons e pretos participaram desta rota. A segunda rota possibilitou a entrada de feijões de grãos grandes originários dos Andes. São feijões do tipo Jalo, Pintado e outros (GEPTS et al., 1988). Na terceira rota os feijões foram trazidos pelos imigrantes europeus, como feijão Carnaval, muito apreciado pelos imigrantes italianos, sendo até hoje o feijão mais consumido no estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MACIEL et al., 1999).

Desde os primeiros cultivos do feijão no mundo e até hoje, o feijoeiro vem sofrendo evoluções devido a sua domesticação, mas todas as cultivares se apresentam herbáceas, com dois hábitos de crescimento. Cultivares de crescimento determinado se caracteriza por ter o caule e os ramos laterais terminando em uma inflorescência e possuir um número limitado de nós; a floração inicia-se do ápice para a base da planta (GRAHAM & RANALLI, 1997). As cultivares de crescimento indeterminado caracterizam-se por possuir um caule principal com crescimento contínuo, numa sucessão de nós e entrenós; as inflorescências são axilares, isto é, desenvolvem-se nas axilas das folhas, e a floração inicia-se da base para o ápice da planta (JAUER et al., 2006).

A flor do feijoeiro é do tipo papilionáceo com simetria bilateral, sendo que cada flor é formada por pedicelo glabro ou subglabro, com pêlos unguiculados (VILHORDO et al., 1996). A coloração das flores varia conforme a variedade do feijão e podem ser de cor branca, rósea ou púrpura. A partir das flores que predominantemente auto-polinizadoras ocorre à formação de vagens finas e curvas (GRAHAM & RANALLI, 1997).

As sementes do feijão apresentam e várias formas, redondas, elípticas, achatadas, redondo-alongadas, com riqueza em cores preta, branca, vermelha, roxa, amarela, marrom, bege, entre outros (COELHO et al., 2007).

## 2.2 IMPORTÂNCIA SOCIAL E ECONÔMICA DO FEIJÃO

Considerado o maior produtor de feijão, o Brasil ainda não é auto-suficiente para abastecer o consumo total de feijão pelos brasileiros, possui uma produção de 3,3 milhões de toneladas por ano e o consumo é de 3,5 milhões de toneladas de feijão. Para suprir a deficiência, o Brasil ainda importa 2 mil toneladas, que corresponde a 6 % do consumo (CONAB, 2011). Os brasileiros consomem 16 kg/hab/ano de feijão, isto significa que é consumido aproximadamente de 50 a 100 gramas de feijão por dia (WANDER, 2007).

Das regiões brasileiras, a maior produtora de feijão é a região Sul, uma produção de 1.077.000 toneladas e responde aproximadamente por 31,6% da produção nacional, em 2º lugar vem o Sudeste com 26,6% com 972 mil toneladas e na 3ª colocação está o Nordeste com 926 mil toneladas de feijão participando com 25% da produção brasileira (CONAB, 2011).

Em relação à produção de feijão nos Estados brasileiros, a maior produção está no Paraná, com 22,6 % da produção nacional, em 2º lugar está Minas Gerais com 16,8 % da produção. O Estado de Santa Catarina ocupa a 7º posição com 5,4 % e em 8º posição Rio Grande do Sul com 3,6 % (SEAB, 2011).

O cultivo de feijão no Brasil é realizado por pequenos agricultores com baixo uso de insumos externos, voltado para a subsistência das famílias. Porém nos últimos 20 anos, observa-se um crescente interesse de agricultores de outras classes econômicas, adotados de tecnologias avançadas, como controle fitossanitário, irrigação e colheita mecanizada, interessados em cultivar feijão em grande escala (WANDER, 2005). No estado de Santa Catarina o cultivo do feijão se faz presente em pequenas propriedades rurais, situados na sua

grande maioria na região Oeste e caracterizado pela ocupação da mão-de-obra familiar, o que vem assegurar a permanência de pequenos agricultores no campo (ICEPA, 2002).

A preferência dos consumidores por feijão é regionalizada e diferenciada principalmente pela cor e o tipo de grão. O feijão mais consumido no Brasil é o tipo carioca bastante apreciado no Estado de São Paulo, e o segundo tipo de feijão mais apreciado é o feijão preto, consumido principalmente nos Estados de Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CONAB, 2011).

A importância alimentar do feijão se deve especialmente, ao menor custo de sua proteína em relação às proteínas de origem animal. O feijão faz parte da alimentação diária da maioria das famílias, principalmente as de classes sócio-econômicas menos favorecidas (MESQUITA et al., 2007). O feijão cozido é considerado um dos alimentos com alto teor de nutrientes, pois o grão de feijão contém cerca de 20 a 25% de proteínas, 1 a 20% de fibras alimentares, 60 a 65% de carboidratos, 1 a 3% de lipídios, além de minerais tais como Ca, Fe, Cu, Zn, P, K e Mg, vitaminas especialmente do complexo B, entre elas: riboflavina, niacina e folacina o que vem a oferecer alto valor nutritivo (GEIL & ANDERSON, 1994).

### 2.3 PRAGAS DO FEIJÃO

Os insetos são as principais pragas responsáveis pela maioria das perdas da produtividade do feijão no Brasil, ocorrem com frequência nas fases de desenvolvimento das plantas na pré-colheita e também na pós-colheita quando causam perdas qualitativas e quantitativas nos grãos armazenados (IMENES & IDE, 2002). As perdas devido o ataque de insetos na cultura do feijão podem chegar até 85%, e valores maiores podem ser atingidos em casos extremos (ARRUDA, 1960). Entre as pragas que causam danos ao feijoeiro no campo estão o ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*), a cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), a mosca branca (*Bemisia tabaci*) percevejos e vaquinhas (FANCELLI, 2007). Também para Graham & Ranalli (1997) na América Latina os insetos que causam maiores prejuízos são as cigarrinhas, os crisomélídeos e os bruquídeos. Os bruquídeos, conhecidos pelo nome comum de carunchos, são os responsáveis por causarem sérios danos aos grãos de feijão armazenado, obrigando os agricultores a vender a produção logo após a colheita, onde os preços se encontram mais baixo, resultando em prejuízos.

## 2.4 PRAGAS DO FEIJÃO ARMAZENADO

O feijão é uma cultura que tem grandes perdas devido ao ataque de carunchos durante o armazenamento de seus grãos, sendo os principais representantes de importância econômica: *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), *Acanthoscelides obtectus* Say, *Collosobruchus maculatus* (Fabricius) e *Collosobruchus phaseoli* (Gyllenhal) (ATHIÉ & PAULA, 2002).

Os carunchos *Z. subfasciatus* e *A. obtectus* são importantes pragas do feijão *Phaseolus vulgaris* e *Phaseolus lunatus*, pode atacar também em feijões do gênero *Vigna* (ATHIÉ & PAULA, 2002). O *Z. subfasciatus* é encontrado com maior frequência em regiões mais quentes, já o *A. obtectus* predomina em regiões mais frias, principalmente na região Sul do Brasil (GALLO et al., 2002). O dano dos bruquídeos causados às sementes ocorre devido ao consumo do embrião e da quantidade de cotilédone consumida. As larvas de bruquídeos podem destruir uma proporção considerável do cotilédone, a infestação então vem a afetar a viabilidade e o vigor da plântula, podendo ocorrer a morte da semente. A germinação de sementes de feijão *P. vulgaris* diminui com o aumento do nível de carunchamento, sementes atacadas por 2 a 3 insetos de *A. obtectus* apresentam baixos valores de germinação (MARTINS et al., 1987). O mesmo resultado foram observados com as sementes de *Vigna unguiculata* com mais de três orifícios as chances de germinação foram as mínimas (RIBEIRO-COSTA & ALMEIDA, 2009).

O valor nutricional dos grãos diminui consideravelmente, pois os cotilédones são destruídos pelas galerias abertas nas sementes (GALLO et al., 2002). Durante o armazenamento o ataque dos carunchos provoca o aumento da umidade e da temperatura dos grãos, favorecendo ao ataque de pragas secundárias e microrganismos, além do que à presença de dejetos, ovos, insetos mortos e perda de peso dos grãos causam a desvalorização comercial dos grãos (BARBOSA et al., 2000).

## 2.5 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Acanthoscelide obtectus* (SAY, 1831)

Originário da América Central e América do Sul, o *Acanthoscelides obtectus* apresenta distribuição cosmopolita (ATHIÉ & PAULA, 2002), é uma espécie de clima temperado, no

Brasil é encontrado predominantemente na região Sul, onde o clima é mais ameno (GALLO et al., 2002).

Os adultos de *A. obtectus* são bons voadores (PEREIRA & SALVADORI, 2006), apresentam-se de forma ovóide, medem de 2 a 4 mm de comprimento, de coloração pardo-escura. Na parte ventral do abdome, pigídio, pernas e antenas apresentam pontos de tonalidade vermelha (LORINI, 2009). Os fêmures posteriores apresentam um espinho ventral, com mais dois ou três menores, localizados mais ventral e distalmente (LIMA, 1955). O rostro apresenta-se curto e achatado; antena com onze segmentos; élitros curtos e estriados, permanecendo o pigídeo exposto; os tarsos criptopentâmeros e o fêmur das pernas posteriores são dilatados. A diferença entre os sexos é observada somente depois de adultos, pela inclinação do pigídeo, no macho é vertical e na fêmea é oblíquo (ATHIÉ & PAULA, 2002).

As fêmeas de *A. obtectus* são as responsáveis na escolha do hospedeiro para a oviposição. Os ovos apresentam-se com 1 mm de comprimento, elípticos, lisos e brancos, podem ser colocados nas vagens ainda no campo de forma direta e livremente entre as semente, armazenadas (HOWE & CURRIE, 1964; ALVAREZ, 2005). As larvas apresentam-se robustas, com tegumento fino, de cor branca a amarelada. Possuem uma curvatura ventral do tipo curculioformes (RIBEIRO-COSTA & ALMEIDA, 2009). Logo que as larvas eclodem vão à procura de hospedeiro, penetram no grão se apoiando nas paredes dos grãos vizinhos, é apenas nesta fase que este inseto se alimenta (GUZZO, 2008).

Antes de empupar, a larva realiza uma perfuração circular na semente, que durante a emergência do adulto é recortada e destacada para que o inseto adulto possa emergir. As pupas são do tipo livre, os apêndices não estão soltos ao corpo, a coloração é branca, quando próximo a emergência do adulto passam a ser amarronzadas (GALLO et al., 2002).

As condições favoráveis para o desenvolvimento do *A. obtectus* são temperatura em torno de 30 °C e teor de umidade relativa do ar entre 70 % a 80 %. O período médio de desenvolvimento de ovo a adulto de 27,5 dias, longevidade do adulto de 11,8 dias e cada fêmea pode ovipositar a média de 63 ovos (HOWE & CURRIE, 1964).

## 2.6 MEDIDAS DE CONTROLE DO *Acanthoscelides obtectus*

Na maioria das vezes o controle de pragas de armazenamento é realizado com o uso de inseticidas químicos, aplicados via pulverização ou por fumigação (LORINI, 2009). Mas o

seu uso tem trazido conseqüências graves, dentre elas, a resistência de insetos ao princípio ativo destes inseticidas. Um exemplo disso ocorreu com inseticidas organofosforados e piretróides, amplamente utilizados no controle da maioria das pragas de grãos armazenados (BECKEL et al., 2006). Com o uso freqüente de produtos químicos, o inseto possui mecanismos de modificar a ação do inseticida a uma taxa suficiente o bastante para prevenir a ação no sítio alvo da intoxicação, o que vem a resultar na resistência do inseto ao princípio ativo (HEMINGWAY, 2000).

Na maioria das vezes o agricultor percebendo a ineficiência de controle da população de insetos aumenta a dose do inseticida químico sintético ou ainda pretendendo evitar prejuízos maiores, aplica o inseticida químico e vende a produção sem respeitar o tempo mínimo de carência, conseqüentemente os efeitos residuais nos grãos irão trazer malefícios para a saúde dos consumidores (PADIN et al., 2002).

Devido os sérios problemas que o uso de inseticidas químicos sintéticos tem trazidos, houve a necessidade da busca de novas alternativas no controle do *Acanthoscelide obtectus* em grãos de feijão armazenados. Uma dessas alternativas é o uso de óleos essenciais de plantas no qual possuem componentes monoterpenóides que atuam sobre o desenvolvimento e o comportamento a biologia do inseto (STAMOPOULOS, 1991). Papachristos et al., (2004) estudaram a atividade fumigante de óleos essenciais de plantas aromáticas de Lavanda *Lavandula hybrida*, Alecrim *Rosmarinus officinalis* e Eucalipto *Eucalyptus globulus*, onde verificaram que os óleos destas espécies são tóxicos para machos de *A. obtectus*.

Outra técnica alternativa aos inseticidas sintéticos muito utilizados é o uso de pós seco, que favorece principalmente o pequeno agricultor pela facilidade de utilização, não exige pessoal qualificado, além de contribuir com a preservação ambiental. As plantas utilizadas para fabricação dos pós podem ser cultivadas na própria propriedade rural, o que reduz custos no controle do caruncho (BALDIN et al., 2009). Pós obtidos de folhas de Eucalipto-cheiroso *Eucalyptus citriodora*, Poejo *Mentha pulegium*, Arruda *Ruta graveolens* cascas dos frutos da Laranja Pera *Citrus sinensis* são repelentes aos adultos de *A. obtectus* (MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003). Os pós de Erva-de-santa-maria *Chenopodium ambrosioides* e Coentro *Coriandrum sativum* são altamente tóxicos aos adultos, podendo causar 100 % da mortalidade em até 5 dias em contato com os insetos (MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003). O uso de pós seco também tem sido usado no controle do caruncho *Callosobruchus maculatus*, uma das principais pragas do feijão do gênero de *Vigna*. Tratamentos com pós de frutos de Pimenta-de-macaco *Piper tuberculatum*, folhas de Alecrim-pimenta *Lippia sidoides* e folhas e

sementes de Saboneteira *Sapindus saponaria*, apresentaram inibição de oviposição do *C. maculatus* (CASTRO et al., 2010).

A terra de diatomácea pertencente aos chamados pós-inertes, também tem sido muito utilizada no controle de caruncho nos grãos armazenados de feijão. Terra de diatomácea possui propriedades de absorção e abrasividade, quando as moléculas de cera da camada superficial da epicutícula do inseto são adsorvidas pelas partículas de sílica, pequenos canais são formados permitindo a evaporação de água e a morte do inseto pela desidratação (PINTO JR, 2008). Pesquisas sobre a eficiência da terra de diatomácea no controle de insetos em grãos armazenados tem sido realizada há vários anos. Uma das primeiras pesquisas foi realizada por Chiu (1939), no qual comprovou o efeito tóxico que a terra de diatomácea possui sobre o caruncho *A. obtectus*. Pesquisas recentes demonstraram que a dosagem de 500 a 750 g t-1 de terra de diatomácea misturada aos grãos de feijão provocou a morte de todos os insetos até os 5 dias após a mistura (PINTO JR et al., 2005).

O uso de cultivares de feijões resistentes aos carunchos também se constitui em uma importante alternativa aos inseticidas sintéticos (CARDONA et al., 1992). O cultivo de variedades de feijão resistente aos carunchos apresenta várias vantagens como o baixo custo, a facilidade de utilização, a obtenção de grãos livres de contaminação por inseticidas sintéticos é um método de controle que apresenta compatibilidade com outras medidas de controle. Nos feijões a presença de alcalóides, terpenos e proteínas como a arcelina e a lectina, que trazem certa resistência aos tecidos vegetais contra o ataque de insetos (FRANCO et al., 1999). Cultivares de feijão contendo a arcelina foram menos preferidas pelos carunchos para a postura a aquelas cultivares que não apresentavam essa substância, desta forma essas cultivares apresentaram resistência do tipo não preferência para oviposição (BALDIM et al., 2007). O ciclo de vida do *A. obtectus* em cultivares de feijão contendo substâncias antinutricionais apresentou mais prolongado, aproximadamente 6 dias a mais, além do peso dos insetos adultos apresentarem 15% inferior às cultivares que não apresentam a substância tóxica (VELTEM et al., 2007).

Em sementes de feijão há a presença de inibidores de  $\alpha$ -amilase que fazem parte uma família de proteínas de defesa de plantas a pragas. Os inibidores de  $\alpha$ -amilase possuem o papel de inibir a digestibilidade do amido no inseto, causando deficiência de aminoácidos, o que vai influenciar diretamente no desenvolvimento do inseto e conseqüentemente provocarem a sua morte (PURCELL et al., 1992).

## 2.7 RESISTÊNCIAS DE PLANTAS A INSETOS

O uso de variedades resistentes pode ser considerado ideal, mantém as populações das pragas abaixo dos níveis de dano econômico, não exige conhecimentos específicos ao agricultor e principalmente por não causar distúrbios ambientais, portanto o uso de variedades resistentes é mais uma alternativa para o agricultor não vir usar inseticidas químicos sintéticos e apresentar uma produtividade satisfatória (FANCELLI & NETO, 2007).

Planta resistente é aquela que por sua constituição genotípica, é menos atingida do que outra planta, com igualdade condições ao ataque do inseto (MAIA et al., 2009). A identificação de uma planta resistente pode ser feita por meio de parâmetros que levam em consideração tanto o inseto (diferença na população, oviposição, consumo, duração do ciclo biológico, fecundidade, peso, etc) como a planta (diferença na sobrevivência, destruição dos diferentes órgãos vegetais, produção e qualidade do produto, etc) (VENDRAMIM & GUZZO, 2009).

A resistência a insetos pode ser classificada em três tipos: não-preferência ou antixenose, antibiose e tolerância. Resistência por não-preferência ou antixenose, quando ela é menos utilizada pelo inseto para alimentação, oviposição ou abrigo, ou seja, esta planta não dispõe de características adequadas para servir ao hospedeiro (BARROS & ZUCOLOTO, 1999). A resistência do tipo antibiose ocorre quando o inseto se alimenta da variedade, mas a planta responde com efeito adverso sobre o ciclo biológico do inseto como mortalidade na fase imatura, alongamento do período de desenvolvimento, redução da oviposição, fecundidade e peso entre outros (GOOSSENS et al., 2000). Por fim, a tolerância quando uma variedade é menos danificada do que as demais, na mesma quantidade de infestação de insetos, sem que tenha efeito no comportamento deste. Entre as razões que tornam uma variedade tolerante ao ataque do inseto, é a capacidade de regenerar as áreas destruídas e mais vigor na área foliar (LOURENÇÃO et al., 2005).

Os tipos de resistência aos insetos apresentado pelas plantas se devem as interações entre os insetos e as plantas hospedeiras, resultado do processo evolutivo que o inseto e a planta vêm sofrendo. A essas interações se deve a escolha do inseto ao hospedeiro e a resistência do hospedeiro ao inseto (SILVA-FILHO & FALCO, 2000). Nos quais vão ser expressa através da defesa constitutiva e defesa induzida, onde possui a ação direta ou indireta sobre os herbívoros e artrópodes.

O sistema de defesa constitutiva das plantas são os compostos químicos e as estruturas morfológicas que vem a dificultar o acesso dos herbívoros nas plantas, afeta principalmente o parâmetro biológico do inseto (GOULD, 1998). A defesa induzida é definida como qualquer mudança morfológica ou fisiológica da planta devido à ação do herbívoro, conseqüentemente o inseto não terá preferência por esta planta, assim ela melhorará o seu desempenho (AGRAWAL, 1998).

A defesa das plantas tem o principal objetivo de afetar a sobrevivência, a fecundidade e o desenvolvimento de insetos e proporcionar a sua abundância, constituindo uma importante ferramenta ecológica ao controle de insetos num ambiente natural (MELLO & SILVA-FILHO, 2002).

## 2.8 RESISTÊNCIA DE *Phaseolus vulgaris* A BRUQUÍDEOS

Existe um grande número de proteínas envolvidas nos mecanismos de defesa de plantas ao ataque de insetos, entre eles estão os inibidores de  $\alpha$ -amilase e proteinases, as quitinases, proteínas inativadoras de ribossomos e proteínas inativadoras de transferência de lipídios entre outras (SANTANU et al., 2001). A defesa está relacionada diretamente com o processo digestivo, o inibidor ligado com a enzima específica proteolíticas do intestino dos insetos provoca a baixa assimilação de nutrientes, impedindo que ocorram as funções primordiais no processo de digestão protéica (RYAN, 1990).

Os inibidores de  $\alpha$ -amilase são os que interferem diretamente no desenvolvimento dos carunchos dos feijões armazenados. As  $\alpha$ -amilase ( $\alpha$ -1,4-glicanohidrolase) são enzimas encontradas em microrganismos, animais e plantas que possuem a função de catalisar a hidrólise inicial de polissacarídeos com ligações do tipo  $\alpha$ -1,4, em oligossacarídeos menores, que posteriormente será transformado em carboidratos simples sendo digestíveis e assimiláveis pelos organismos (SILVA et al., 2000). O caruncho *Acanthoscelides obtectus* na fase larval, se alimentam continuamente dos grãos de feijão armazenado, nos quais apresentam altos teores de amido, a  $\alpha$ -amilase é a enzima mais importante para a digestibilidade do amido e transferir a energia necessária para o crescimento e desenvolvimento do inseto (STROBL et al., 1998).

A busca por cultivares de feijão resistentes ao ataque do caruncho vem sendo estudado há tempos, Schoonhoven et al., (1983) observou que os genótipos de feijão comum G12862B,

G12866, G10019, G12949, G12952 e G12953 apresentaram resistências ao caruncho *A. obtectus*. Os efeitos observados foram aumento do ciclo ovo-adulto, redução no número de insetos emergidos e no peso de insetos adultos comparados com os outras cultivares de feijão susceptíveis.

A arcelina é geralmente encontrada em feijões selvagens, o seu peso molecular é entre 35 a 42 KDa, já foram detectadas por eletroforese sete variantes alélicas de arcelina (arc.1, arc.2, arc.3, arc.4, arc.5, arc.6 e arc.7) (OSBORN et al., 1986). No entanto, as arcelinas 1 a 5 são as mais promissoras na resistência ao *Zabrotes subfasciatus*, e a arcelina 4 está diretamente ligada a resistência do feijoeiro ao *A. obtectus*, nenhuma das variantes alélicas da arcelina é tóxica aos mamíferos (GOOSSENS et al., 2000).

Foi observado que a criação de *Z. subfasciatus* em sementes de feijão portador da arcelina 1 e 2 foi afetada houve redução do número de ovos e porcentagem de adultos emergidos. Linhagens de feijão portadoras da arcelina 3 e 4 não afetaram a progênie de *Z. subfasciatus* esta mesma espécie não apresentou alteração na razão sexual quando alimentados com feijão contendo arcelina 1, 2, 3 e 4 (BARBOSA et al., 1999). Cultivares de feijão contendo arcelina prolongaram o ciclo ovo-adulto do *A. obtectus* e a mortalidade larval foi de 23% a mais que em cultivares que não apresentaram alelos da proteína arcelina (SCHMALE et al., 2003).

Outra proteína que confere resistência do feijão ao ataque de bruquídeos é a lectina. A lectina é encontrada em maior quantidade em sementes de leguminosas e gramíneas, aproximadamente 6 a 12 % da proteína total contida no grão e em menor nível em tecidos vegetais como cotilédones, raízes e tubérculos (VAN DAMME et al., 1995). Esta proteína apresenta o peso molecular de 27 a 37 KDa (VAN SCHOONHOVEN & VOYSEST, 1991). Sementes de feijão sem a presença de lectina mostraram altos índices de doenças e ataque de insetos e conseqüentemente uma redução da germinação (VAN DAMME et al., 1995). A lectina proporciona resistência ao ataque de bruquídeos devida o aumento das secreções enzimáticas e ruptura das células epiteliais do mesêntero, paralisando o transporte de nutrientes proporcionando redução da taxa de crescimento do inseto (CHRISPEELS & RAIKHEL, 1991).

Pesquisas realizadas com a proteína lectina, observaram que esta proteína causaria hipertrofia ou hiperplasia pancreática em ratos que foram alimentados com sementes de leguminosas (CHURELLA et al., 1976). Após a descoberta do efeito tóxico da lectina em ratos, se percebeu que a lectina quando ingerida pelos mamíferos, ligava-se a sítios receptores

específicos na superfície das células intestinais e assim causavam interferência na absorção de nutrientes (SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

Em feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.) a atividade inibidora da lectina foi rompida aplicando a radiação ultravioleta por aproximadamente 90 minutos ou aquecendo os grãos de feijão a uma temperatura de 100 °C por um período de 5 minutos (MULIMANI & PARAMJYOTHI, 1993). A comprovação de que o efeito tóxico da lectina pode ser rompido com o calor possibilitou o uso do feijão para a alimentação humana e ao mesmo tempo obter menores prejuízos com o ataque de carunchos nos grãos de feijão armazenados (LIENER, 1994).

As substâncias tóxicas aos insetos são encontradas geralmente em genótipos de feijão comum, devido à variabilidade genética encontrada nos grãos, o que não ocorre com frequência em cultivares comerciais, pois existe uma pressão de seleção para características relacionadas à produção, o que leva a perda de algumas características principalmente ligada à resistência de carunchos e doenças (COELHO et al., 2010a). Desta forma, é possível afirmar que as cultivares de feijão são mais vulneráveis devido ao estreitamento da base genética, que leva à perda de alguns caracteres, como a qualidade tecnológica, nutricional dos grãos e principalmente resistência a pragas, entretanto estes caracteres são encontrados com maior frequência em genótipos crioulos, devido a base genética ser mais ampla e possuir maior proporção de genes distintos que está relacionado diretamente à grande diversidade genética (COELHO et al., 2007).

Genótipos de feijão comum são variedades selecionadas, cultivada, conservada pelos próprios agricultores, são fruto de uma agricultura chamada de tradicional, geralmente praticada pela agricultura familiar e pelas populações tradicionais da região (CANCI, 2010). O cultivo de variedades crioulas é considerado uma importante fonte genética de tolerância e resistência a pragas e doenças, conferindo maior capacidade de adaptação aos diferentes ambientes e manejos, uma vez que tais variedades fornecem material genético altamente adaptado aos locais onde são conservadas e manejadas (MACHADO, 2006).

A Revolução Verde tem sido um marco para a agricultura, porém é a grande responsável pela perda da diversidade e variabilidade de plantas e sementes, transformando o agroecossistemas em monocultivos de variedades de estreita base genética (PELWING et al., 2008). Observa-se que o uso das variedades de feijão melhoradas e uniformes é a exigência do mercado, que atende as necessidades da produção de alimentos, entretanto gera pressão negativa no uso de genótipos crioulos de feijão. O conhecimento da diversidade genética entre esses genótipos crioulos que estão adaptados nas condições ambientais da região é

fundamental para o uso correto dos recursos genéticos que venham auxiliar a produção nas propriedades familiares (ELIAS et al., 2007; COELHO et al., 2010b).

Nos últimos anos, tem-se dado atenção especial à agricultura familiar não só como mantenedoras da diversidade biológica natural, em função de suas práticas agrícolas de baixo impacto, mas também como guardiãs da variabilidade e biodiversidade das plantas cultivadas e do conhecimento associado a toda essa riqueza (MEIRELLES & RUPP, 2006).

A Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC) desde 1996 promove a coleta de genótipos de feijão em todas as regiões do estado de Santa Catarina, Paraná e também Rio Grande do Sul (PEREIRA, 2008). Nos últimos 5 anos, foram conduzidos estudos de caracterização desses genótipos, observando os caracteres agrônômicos, como produtividade, resistência à pragas e doenças, porte, ciclo, hábito de crescimento, caracteres morfológicos da planta e da semente, além de características de qualidade nutritiva e tecnológica dos grãos, como teor de minerais (Fe, Zn, Ca, Mg, K, P), proteínas, aminoácidos, antinutrientes (fitato), tempo de cozimento e capacidade de hidratação (PEREIRA, 2008). O trabalho de seleção dos genótipos iniciou no ano de 2005, com 96 genótipos. Na safra 2007/2008 selecionaram-se 36 genótipos e nas safras de 2008 até 2010 foram selecionados 22 melhores genótipos de feijão, com características acima citadas.

O cultivo de feijão em Santa Catarina, é baseada em sementes crioulas, percebe-se baixo uso de sementes melhoradas, e é realizado por pequenos agricultores com técnicas pouco avançadas, no qual ainda produzem em média 67% do feijão no Estado (ICEPA, 2004). Para auxiliar os pequenos agricultores a manter e selecionar genótipos mais promissores, o BAF realiza estudos, coletas e armazenamento das sementes de feijão. Este armazenamento garante que as sementes não venham a ser perdidas ao longo dos anos e assim poder melhorar a produção com características produtivas sem correr o risco que os grãos sejam susceptíveis aos fatores bióticos, principalmente ao ataque do caruncho *A. obtectus* (COELHO et al., 2010a).

**3 DISTRIBUIÇÃO E NÃO-PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO DO *Acanthoscelides obtectus* SAY (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM CULTIVARES DE FEIJÃO *Phaseolus vulgaris* L.**

**RESUMO**

DAMIANI, Caciana Bortolotto. **Distribuição e não-preferência para oviposição do *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris* L.** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Agronômica) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a atratividade e preferência para oviposição do caruncho *A. obtectus*, em diferentes genótipos e cultivares comerciais de feijão. O teste de livre escolha foi conduzido em blocos casualizado, com quatro repetições composta por 4 parcelas com 22 Placas Petri, contendo 13 gramas dos respectivos genótipos e cultivares comerciais de feijão. As Placas Petri foram acondicionadas em bandeja retangular plástica, onde foram liberados 110 casais de caruncho, com 48 horas de vida. Foram avaliados: distribuição, percentual de distribuição, número total de ovos e percentual de oviposição do *A. obtectus* nos períodos de 6, 12, 24, 48, 72 96 e 120 horas, viabilidade de ovos após 10 dias do início do teste, viabilidade de imaturos, período ovo adulto, peso dos insetos adultos e da massa de grãos consumidos por larva avaliados após 75 dias da instalação do teste. Os genótipos 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 e as cultivares comerciais 112, 121 e 192 apresentaram menor número de ovos, o genótipo 55 e a cultivar comercial 192 apresentaram período ovo adulto longo, baixa viabilidade de imaturos e menor consumo de massa dos grãos. Os genótipos 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 e as cultivares comerciais 112, 121 e 192 apresentaram resistência do tipo não preferência para oviposição, no entanto o genótipo 55 e a cultivar comercial 192 apresentaram as menores condições de desenvolvimento do *A. obtectus*, demonstrando maior resistência a este caruncho.

**Palavras chave:** Caruncho. Praga. Feijoeiro. Grãos armazenados.

## ABSTRACT

DAMIANI, Cacia Bortolotto. **Distribution and non-preference for oviposition in *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in cultivars of bean *Phaseolus vulgaris* L.** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Agronômica) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

The objective of this study was to evaluate the attractiveness and oviposition preference of the weevil *A. obtectus*, in different genotypes and commercial cultivars of beans. The free choice test was conducted in randomized blocks with four replications consisting of four plots with 22 Petri dish, containing 13 grams of the respective genotypes and cultivars of beans. Petri dishes were placed in rectangular plastic tray, were released 110 pairs of weevil, with 48 hours of life. Were evaluated: distribution, percentage distribution, total number of eggs and percentage of oviposition of *A. obtectus* in periods of 6, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours, viability of eggs 10 days after beginning the test, viability of immature, adult egg period, weight of adult insects and the mass of grains consumed by larvae evaluated after 75 days of the test installation. Genotypes 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 and commercial cultivars 112, 121 and 192 presented smaller number of eggs, genotype 55 and the commercial cultivar 192 presented long adult egg period, low viability of immature and lower consumption of grain mass. Genotypes 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 and commercial cultivar 112, 121 and 192 showed resistance of the non-preference for oviposition, however genotype 55 and commercial cultivar 192 had the lowest conditions of development of *A. obtectus*, showing greater resistance to this weevil.

**Key-words:** Weevil. Pest. Bean. Stored Grain.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O feijão *Phaseolus vulgaris* L. representa para a população brasileira a principal fonte de nutrientes, com elevado teor de proteínas, fazendo parte da cesta básica, principalmente da classe sócio-econômica de baixa renda (ANTUNES et al., 1995).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de feijão respondendo por 17 % da produção mundial (FAO, 2008). Mesmo assim a produção nacional de feijão não é auto-suficiente, a produção fica em 3,3 milhões de toneladas, sendo que possui um consumo de 3,5 milhões de toneladas, ainda precisando importar 2 mil toneladas de feijão, corresponde a 6 % do consumo (CONAB, 2011).

A região Sul é a maior produtora brasileira de feijão, com 1.077.000 toneladas aproximadamente 31,6% da produção nacional. Em 2º lugar vem o Sudeste com 26,6%, em 3ª o Nordeste com 25% da produção. Em relação aos Estados, a maior produção de feijão é encontrado no Paraná, com 22,6 % da produção nacional, em 7º posição é encontrado Santa Catarina, com 5,4 % e em 8º posição Rio Grande do Sul com 3,6 % (CONAB, 2011).

A grande necessidade de grãos para suprir a demanda de alimentos exige que a qualidade do grão de feijão colhido na lavoura seja mantida com o mínimo de perdas até o seu consumo final (LORINI, 1998). Neste sentido, o armazenamento de grãos de feijão é importante para garantir a produção de alimento entre safras, obtenção de melhor opção de mercado, além da conservação da semente para o plantio na próxima safra (BRACKMANN et al., 2002).

Durante o armazenamento, os grãos de feijão podem sofrer ataques de insetos prejudicando a qualidade dos grãos. As duas espécies de caruncho que representam as principais pragas de *Phaseolus vulgaris* é a espécie *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) e *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831), sendo que a primeira espécie predomina em clima mais quente, a segunda espécie em climas mais frios (ATHIÉ & PAULA, 2002).

Para a região Sul do Brasil há predominância do *A. obtectus* seus danos são devido às galerias feitas pelas larvas, destruindo os cotilédones diminuindo consideravelmente o valor nutricional dos grãos. Quando as sementes são atacadas, o poder germinativo fica afetado e o desenvolvimento da planta no campo fica prejudicado (GALLO et al., 2002). O *A. obtectus* também podem provocar o aumento da umidade e da temperatura dos grãos, que favorece o ataque de pragas secundárias e microrganismos, além do que à presença de dejetos, ovos, insetos mortos causam a desvalorização comercial dos grãos (BARBOSA et al., 2000).

O *A. obtectus* na maioria das vezes é controlado com o uso de inseticidas químicos sintéticos aplicados nos grãos de feijão armazenados. Entretanto a utilização de inseticidas sintéticos é limitada devido aos efeitos residuais, sendo indesejáveis quando os grãos são destinados ao consumo, pois trazem malefícios para a saúde humana (MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003).

Existem técnicas de controle de *A. obtectus* de menor custo e baixo impacto ambiental, que podem substituir o uso de inseticidas, tais como: o uso de plantas com propriedades inseticidas, no qual pode diminuir o número de posturas, causa repelência e morte de *A. obtectus* (PROCÓPIO et al., 2003). Uso de cinza de madeira, areia, pimenta-do-reino, cal hidratada e argila podem afetar o ciclo biológico do caruncho (BARRETO et al., 1983). A utilização de cultivares de feijão que apresentem resistência do tipo antibiose, não preferência à oviposição ou não preferência à alimentação ao *A. obtectus*, pela presença de inibidores digestivos se constitui em uma alternativa a utilização de agrotóxicos (VELTEN et al., 2007).

Inibidores digestivos são encontrados em níveis maiores em genótipos de feijão e em baixos níveis em cultivares de feijão já domesticado, isto vem ocorrer pela perda da capacidade de sintetizarem esse tipo de resistência, daí a grande importância dos genótipos de feijão comum, pois apresentam maior resistência ao ataque de pragas (FERRY et al., 2005). Além do que, a resistência do feijoeiro a carunchos apresentam vantagens como baixo custo, facilidade de utilização, ausência de contaminação dos grãos e ambiental e principalmente a existência de compatibilidade com outras técnicas (CARDONA et al., 1992).

Este estudo tem objetivo de avaliar a atratividade e preferência para oviposição do caruncho *A. obtectus*, em diferentes genótipos e cultivares comerciais de feijão.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A criação dos insetos e a condução dos experimentos foram realizadas no Laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Santa Catarina, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC), Lages, SC.

### 3.2.1 Origem do feijão

Desde 1996, a Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), promove a coleta de genótipos crioulos de feijão em toda a região Sul do Brasil (PEREIRA, 2008). Nos últimos 5 anos, foram conduzidos estudos de caracterização desses genótipos crioulos, observando os caracteres agronômicos, como produtividade, resistência à pragas e doenças, porte, ciclo, hábito de crescimento, caracteres morfológicos da planta e da semente, além de características de qualidade nutritiva e tecnológica dos grãos, como teor de minerais (Fe, Zn, Ca, Mg, K, P), proteínas, aminoácidos, antinutrientes (fitato), tempo de cozimento e capacidade de hidratação. O trabalho de seleção dos genótipos de feijão iniciou em 2005, com 96 genótipos. Na safra 2007/2008 selecionaram-se 36 genótipos. Os 22 melhores, em características agronômicas e nutricionais foram multiplicadas através do cultivo a campo na safra de 2008/2009, e 2009/2010 no município de Lages, SC. Após a colheita dos feijões, os mesmos foram armazenados em câmara seca com umidade relativa do ar de 48%, temperatura  $7 \pm 2$  °C e a umidade dos grãos ao redor de 13%. Para a realização do teste de livre escolha com o caruncho *A. obtectus* foram utilizados grãos de feijão de 22 genótipos listados na Tabela 1 (PEREIRA et al., 2009). O peso de 100 sementes (Tabela 1) é apresentado por ser um caractere com elevado poder discriminador e apresentar caráter de herança qualitativa, pouco influenciado pelo ambiente, controlado por poucos genes (COELHO et al., 2007).

Os grãos de feijão utilizados para a criação dos insetos e para a realização do experimento foram mantidos à temperatura de  $-10$  °C 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.

Tabela 1 - Genótipos e cultivares comerciais de feijão *Phaseolus vulgaris* pertencente ao Banco Ativo de Feijão, da Universidade do Estado de Santa Catarina, utilizado no teste de livre escolha com o caruncho *Acanthoscelides obtectus*.

<b>Genótipo</b>		
<b>BAF</b>	<b>Nome Comum</b>	<b>Peso de 100 sementes (g)</b>
3	Manchinha	29,14
4	Amendoim Lages	40,81
7	Preto Lages	17,61
13	Taquara	22,23
23	Preto Chapecó	22,80
36	Rasga	25,98
44	Vermelho	19,78
46	Sem nome	39,19
47	Preto (precoce)	38,85
55	Preto	18,43
57	Preto	36,01
60	Preto 60 dias	18,78
68	Vermelho	51,51
75	Serrano	20,37
84	Carioca Rosado	19,59
97	Charque	47,01
102	México 309	25,73
108	Branco	26,94
112	IPR-Uirapuru	21,90
120	Roxinho	64,68
121	IAPAR 81	24,72
192	BRS Radiante	54,41

BAF- Código de Identificação do Banco Ativo de Feijão do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

BAFs 112, 121 e 192 cultivares comerciais.

### 3.2.3 Criação de *Acanthoscelides obtectus*

A criação de *Acanthoscelides obtectus* foi iniciada a partir de insetos emergidos em grãos de feijão preto, coletada em casa de agricultores no município de Antônio Prado, RS. Os adultos emergidos, foram transferidos em frascos de vidro (6 x 14 cm), fechados na parte superior com tampa rosqueável, perfurada para permitir a aeração interna. Em cada tampa, na parte interna foi acoplada uma tela plástica malhável para impedir a fuga dos insetos. Em cada frasco de vidro foi colocado 200 gramas da cultivar de feijão Uirapuru IAPAR, com 300 insetos adultos não sexados, onde permaneceram por 15 dias para oviposição. Com auxílio de uma peneira os insetos foram retirados. Após 16 dias os insetos emergidos foram retirados e transferidos a novos frascos para oviposição. Os frascos de vidro foram mantidos sobre tabuleiros retangulares de madeira, cujas bases ficaram imersas em recipientes contendo óleo de soja para evitar a infestação por outros organismos, principalmente ácaros. A criação dos insetos foi mantida em sala climatizada, com temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa do ar de  $70 \pm 10$  % e escotofase de 24 horas.

### 3.2.4 Avaliação da distribuição e não-preferência para oviposição

O experimento de livre escolha foi realizado em sala climatizada, com temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa do ar de  $70 \pm 10\%$  e escotofase de 24 horas. Experimentos foram conduzidos em blocos casualizado, com quatro repetições. Cada repetição composta por 4 parcelas com 22 Placas Petri contendo os genótipos de feijão. Os parâmetros avaliados foram: distribuição, percentual de distribuição, número total de ovos, percentual de oviposição, viabilidade de ovos, viabilidade de imaturos, peso dos insetos adultos e peso da massa de grãos consumidos.

Cada genótipo de feijão foi acondicionado em Placa Petri de 60 x 15 mm, com 13 gramas de grãos de feijão. As placas com os grãos foram distribuídas aleatoriamente em bandejas plásticas de 40 x 59 cm com tampa de malha fina. No fundo e em três pontos centrais de cada bandeja foram liberados 110 casais de *Acanthoscelides obtectus*, com 48 horas de vida. A separação entre os sexos foi observada a partir de adultos pela inclinação do pigídeo, no macho é vertical e na fêmea é oblíquo (HALSTEAD, 1963).

O número de insetos e a quantidade de ovos presentes em cada placa foram avaliados em 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas após a liberação dos casais de *A. obtectus*. O percentual

de distribuição em cada período avaliado foi utilizado à fórmula:  $PDA = \text{MIG} / 220 \times 100$ , sendo que PDA representa o percentual de distribuição de cada período avaliado, MIG representa a média de insetos presentes em cada genótipo de feijão e 220 o número de insetos liberados em cada bandeja. Os valores obtidos do percentual de distribuição de cada período avaliado foram somados, após utilizado a fórmula:  $PD = \text{SPDA} \times 100 / 220$ , onde PD é o percentual de distribuição e SPDA soma das médias de distribuição de cada genótipo e 220 quantidade de insetos liberados em cada bandeja.

O percentual de oviposição em cada período de avaliação foi realizado através da fórmula:  $PO = \text{MO} / \text{MOT} \times 100$ , sendo que MO representa a média de oviposição em cada período de avaliação e MOT média de oviposição total.

Após 120 horas, os insetos adultos foram retirados e as placas Petri tampadas. No 10º dia após a liberação dos insetos foi avaliado número de ovos viáveis, os ovos esbranquiçados considerados viáveis, e os translúcidos, inviáveis (RIBEIRO-COSTA et al., 2007). O percentual da viabilidade de ovos foi calculado da seguinte forma:  $PVO = \text{OV} / \text{OT} \times 100$ , OV representa ovos viáveis e OT oviposição total.

A partir do 25º dia da instalação dos experimentos, as placas Petri contendo os grãos de feijão foram peneiradas diariamente para registrar o número de insetos adultos. O percentual da viabilidade de imaturos foi calculado pela fórmula:  $PVI = \text{IE} / \text{OV} \times 100$ , onde IE representa insetos adultos emergentes e OV ovos viáveis.

Os insetos emergentes foram acondicionados em Tubos de Eppendorf de 1,5 ml e levados ao freezer. Para avaliar o peso seco de insetos, os carunchos foram colocados em placa Petri de vidro e mantidos em estufa de secagem e esterilização a 50 °C por 48 horas (RIBEIRO-COSTA et al., 2007), em seguida os carunchos foram pesados com balança analítica de precisão (Marte®- modelo Ay220) de 0,0001 gramas.

Para obter o peso seco de grãos consumidos, todos os grãos utilizados no teste de livre escolha antes da infestação do *A. obtectus* foram pesados com uma balança analítica de precisão (modelo-SAC A42455 GC, Bel engineering) de 0,001 grama e verificado o teor de umidade com auxílio do detector de umidade de grãos (modelo G-6C, Delmhorst Instrument Co). Para todos os genótipos de feijão os teores de umidade dos grãos antes da infestação foram de aproximadamente 13%. Após os 70º dias de avaliação, os grãos foram acondicionadas sobre tela de alumínio em caixa de acrílico (11 x 11 x 3 cm), contendo 5 ml de água, onde foram levados a estufa à 25 °C por 24 horas para igualar a umidade dos grãos ao início do experimento (aproximadamente 13%) e após pesados novamente com uma

balança analítica de precisão, onde foi analisado a quantidade de massa dos grãos consumido pelos carunchos.

### 3.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott. Para atenderem as pressuposições teóricas dos testes, aos valores originais das variáveis foi adicionada a constante um e a seguir elevados à potência  $\frac{1}{2}$  (transformação raiz quadrada), As análises foram procedidas usando-se o procedimento GLM (LITTEL et al., 1991) do software computacional estatístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System 2003) e ao software R (R Development Core Team 2008). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se no teste de livre escolha que alguns genótipos de feijão não apresentaram atratividade, condições favoráveis para oviposição e desenvolvimento do *Acanthoscelides obtectus*. Comparando a atratividade dos carunchos entre os genótipos e as cultivares, observou-se diferença estatística desde os primeiros períodos avaliados. Os genótipos 3, 47, 68 e as cultivares comerciais 121 e 192 apresentaram baixa atratividade aos carunchos (Tabela 2). Ao comparar com a cultivar 112, feijão utilizado para a criação do *A. obtectus*, observa-se que se igualam no período de 48 e 120 horas. Os genótipos 36, 55, 60 e 108 no início das avaliações apresentam maior atratividade dos genótipos menos preferidos, no entanto a partir do período de 48 horas não apresentaram diferença significativas. Os genótipos 46 e 57 apresentaram estabilidade o qual permaneceram até o término das avaliações em relação os demais genótipos. Por outro lado, os genótipos 4, 7, 75 e 102 foram mais atrativos ao caruncho *A. obtectus* e mantiveram atratividade até o término das avaliações, no entanto, o genótipo 23 não se iguala com os genótipos mais atrativos no primeiro período de avaliação, mas a partir de 12 horas não apresenta diferença significativa. Os genótipos 13, 44, 84, 97 e 120 se igualam aos genótipos mais preferidos no término das avaliações, observando-se que algumas dessas cultivares apresentaram alta atratividade a partir de 72 horas. Também foi observado que os genótipos 36 e 55 apresentaram semelhança quanto à atratividade nos períodos de 6, 12, 24, 48 e 120 horas com a cultivar 112, cultivar utilizada para a criação dos insetos (Tabela 2).

Tabela 2 - Número médio ( $\pm$  EPM) de *Acanthoscelides obtectus* atraídos nos diferentes genótipos de feijão, no teste de livre escolha durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; UR:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas).

Genótipo BAF	Período (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
<b>Nº de Insetos (%)</b>	<b>74, 3</b>	<b>77, 3</b>	<b>77, 5</b>	<b>79, 3</b>	<b>80, 4</b>	<b>79, 1</b>	<b>77, 0</b>

Médias seguidas na mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Dados não transformados. CV coeficiente de variação= 24,65 %.

Durante os períodos em que foram realizadas as avaliações, observou-se que as fêmeas foram em busca de seus hospedeiros para a oviposição, desta forma, os genótipos apresentaram variações no tempo quanto ao número de insetos atraídos, já que o teste permite que os carunchos realizem suas escolhas. As escolhas realizadas pelas fêmeas são por hospedeiros que possam fornecer alimento necessário para o desenvolvimento da larva e garantir a sobrevivência das próximas gerações (RIBEIRO-COSTA & ALMEIDA, 2009).

Para Tucic et al., (1995) a atratividade das fêmeas de *A. obtectus* em linhagens de feijão está relacionado com a fecundidade que os grãos de feijão apresentam ao *A. obtectus*, desta forma existe uma grande exigência da fêmea pela procura do melhor hospedeiro para a perpetuação da espécie. Outro fator que interfere na distribuição de carunchos é a presença de determinados elementos antinutricionais. Boiça Júnior & Alonso (2000) observam que a maior preferência das fêmeas de *A. obtectus* foi a feijoeiros adubados com fósforo, para feijoeiros adubados com nitrogênio não obteve a mesma resposta, ou seja, a atratividade dos carunchos *A. obtectus* diminuiu, existindo relação com a presença ou ausência de determinados nutrientes aos carunchos e a preferência das fêmeas aos hospedeiros, desta forma a atratividade das fêmeas está relacionada com a presença ou ausência de determinados elementos nutricionais ao caruncho *A. obtectus* presentes em cada genótipo de feijão.

Analisando os períodos de avaliação de cada genótipo, somente o genótipo 4 apresentou atratividade decrescente, ou seja, nos períodos de 96 e 120 horas apresentou as menores distribuições de insetos. A atratividade do genótipo 3 e a cultivar comercial 121 aumentou em 48 horas, já para os genótipos 47 e 97 apresentaram a maior atratividade a partir de 72 horas. Os genótipos restantes não diferenciaram da cultivar 112 entre os períodos avaliados, ou seja, permaneceram com a mesma atratividade desde o início até o término das avaliações (Tabela 2).

Em média 78% dos carunchos permaneceram nos genótipos de feijão durante as 120 horas e 22% dos insetos não preferiram nem um dos genótipos. Observou-se que até 72 horas a procura pelos genótipos de feijão é crescente (Figura 1). Este comportamento se deve ao curto tempo de vida do caruncho *A. obtectus* de 12 a 15 dias, e o único objetivo nesta fase é a escolha do melhor hospedeiro para a perpetuação da espécie, já no período de 96 e 120 horas esses valores decrescem, as fêmeas de *A. obtectus* não apresentam a mesma atratividade, pois a fase adulta dos carunchos está chegando ao fim (RIBEIRO-COSTA & ALMEIDA, 2009)

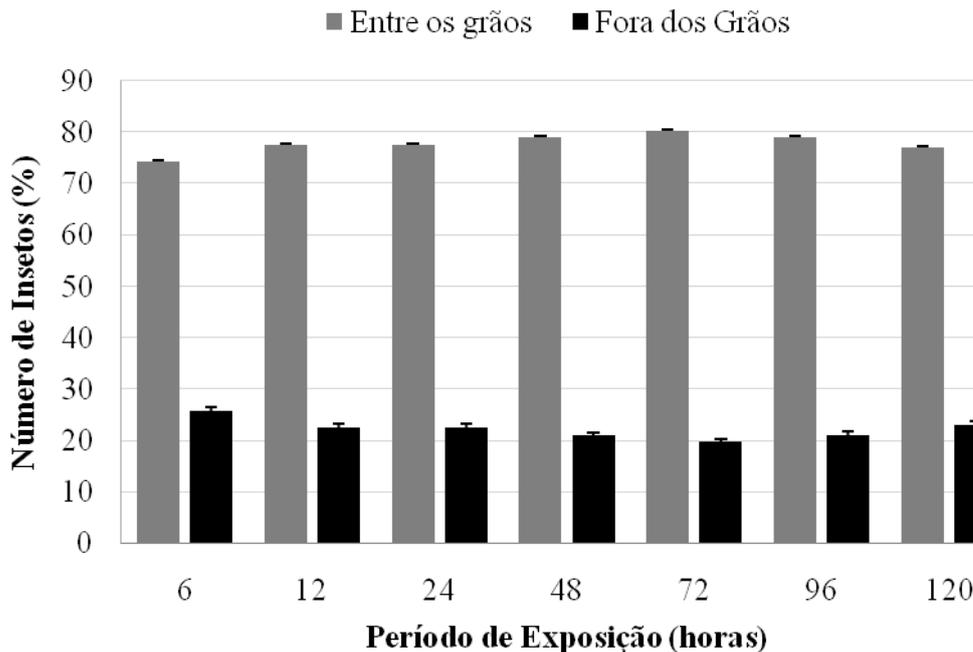


Figura 1 - Porcentagem média ( $\pm$  EPM) do número de caruncho *Acanthoscelides obtectus* atraídos em diferentes cultivares de feijão em teste de livre escolha, durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; UR:  $70 \pm 10$  %; escotofase de 24 horas).

A cultivar comercial 112 não apresentou alta atratividade e maior número de posturas do *A. obtectus*, já que os insetos adultos foram criados nesses grãos. A não preferência do caruncho pela cultivar na qual se alimentou quando larva também foi encontrado por Marteleto et al., (2009) em que determinada variedade de feijão não afetou o comportamento de escolha de sítio para oviposição do caruncho *Zabrotes subfasciatus*, pois fêmeas ovipositaram maior número de ovos nos grãos das variedades jalo e branco de modo independente nas variedades nas quais se desenvolveram.

Tucic & Seslija (2007) investigando os efeitos genéticos para a preferência de oviposição, criaram 102 gerações do caruncho *A. obtectus* em grãos de feijão e de bico em laboratório, observaram que a preferência das fêmeas do caruncho foi pelos grãos de bico onde foram criadas, mas o mesmo resultado não se repetiu para os grãos de feijão, no qual a preferência para oviposição foi menor.

Avaliando o número de ovos acumulados (CV=36,79%), foram encontrados baixo número de posturas em todos os períodos nos genótipos 3, 47, 55, 68, 97, 108 e as cultivares 121 e 192, variando de 70,3 a 100,6 ovos (Tabela 3) sendo que os mesmos genótipos também apresentaram menor distribuição de insetos (Tabela 2). Comparando com a cultivar 112, em dois períodos de avaliação se diferenciam estatisticamente quanto ao número de ovos, em 48 e

96 horas. Para os genótipos 44 e 46 somente no período de 96 horas são menos ovipositados que a cultivar 112, os quais também não apresentam em todos os períodos avaliados alta preferência pelos insetos.

Os genótipos 4, 7, 75, 84 e 102 apresentaram maior número de posturas em todos os períodos variando de 146,8 a 172,1 ovos, a distribuição de insetos também foram às maiores nestes genótipos, possivelmente estes hospedeiros apresentam condições favoráveis para o desenvolvimento do *A. obtectus* o que não foi encontrado para os genótipos 3, 47, 55, 68, 97, 108 e as cultivares 121 e 192. Mazzonetto & Boiça Júnior (1999) observaram que o genótipo de feijão que apresentou menor número de caruncho *Z. subfasciatus* atraído (média 9,6 insetos) também apresentou menor número de ovos totais (68,0 ovos). Existindo relação bastante direta entre carunchos atraídos em genótipos de feijão e número de posturas realizadas nestes genótipos.

Os demais genótipos 13, 23, 36, 57, 60 e 120 apresentaram oscilações durante as avaliações de oviposição e distribuição de insetos, mas os genótipos 13, 36, 57 e 60 no final das avaliações apresentaram baixa oviposição, o que não se diferenciaram dos genótipos menos ovipositados em todos os períodos avaliados.

Lara (1997) sugere que genótipo de feijão que apresentam menores números de ovos pela baixa preferência da fêmea para ovipositar, apresenta resistência ao caruncho do tipo não preferência para oviposição ou antixenose.

Analisando cada genótipo quanto ao número de ovos presentes nos período de avaliação, os genótipos 3, 7, 23, 36, 44, 47, 57, 60, 68, 84, 97, 108, 120 e as cultivares comerciais 112, 121 e 192 só se diferenciaram estatisticamente do número de ovos do início das avaliações a partir do período de 48 horas. Observou-se também que em 96 horas os genótipos 23, 36 e a cultivar comercial 112 se iguala estatisticamente ao período de avaliação de 120 horas, no qual é o período com maior número de ovos acumulados (Tabela 3).

Tabela 3 - Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos acumulados de *Acanthoscelides obtectus* em genótipos de feijão, no teste de livre escolha durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  ° C; U. R:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas).

Genótipo	Período (horas)						
	6	12	24	48	72	96	120
<b>3</b>	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
<b>4</b>	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
<b>7</b>	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
<b>13</b>	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
<b>23</b>	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
<b>36</b>	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
<b>44</b>	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
<b>46</b>	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
<b>47</b>	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
<b>55</b>	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
<b>57</b>	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
<b>60</b>	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
<b>68</b>	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
<b>75</b>	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
<b>84</b>	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
<b>97</b>	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
<b>102</b>	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
<b>108</b>	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
<b>120</b>	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
<b>112</b>	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
<b>121</b>	1,5 $\pm$ 0,50 b D	5,9 $\pm$ 1,05 b D	8,6 $\pm$ 1,80 b D	21,0 $\pm$ 3,38 c C	50,8 $\pm$ 7,19 b B	70,3 $\pm$ 8,71 b B	100,4 $\pm$ 11,43 b A
<b>192</b>	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

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Dados não transformados. Coeficiente de variação= 36,79%.

Em 72 e 120 horas, foram os períodos com maior percentual de oviposição, observa-se que em 72 horas também houve o maior número de carunchos distribuídos nas cultivares de feijão, conseqüentemente o número de posturas foram maiores (Figura 2). Avaliando o número de ovos depositados somente no período de 72 horas, em média os genótipos que apresentaram o menor número de ovos foram os genótipos 108 com 23,0 ovos, 54 com 22,1 ovos, 97 com 21,6 ovos e 46 com 19,8 além da cultivar comercial 192 que apresentou o menor número de ovos neste período com 13,4 ovos em relação aos demais genótipos e cultivares comerciais estudadas. Os mais ovipositados foram os genótipos 84 com 39,2 ovos, 75 com 39,1 ovos, 7 com 39,0 ovos, 102 com 37,8 ovos e o genótipo 120 com 35,2 ovos. Os demais genótipos e cultivares comerciais apresentaram em média 28,0 ovos.

Em 120 horas o percentual de oviposição também aumenta (Figura 2), no entanto a distribuição de insetos nas cultivares diminui provavelmente este comportamento se deve as fêmeas que permaneceram nas cultivares de feijão, ovipositaram em maior quantidade, pois o período de vida destas está chegando ao fim e objetivo principal é perpetuar a espécie. Os genótipos que apresentaram menor número de ovos apenas neste período foram os genótipos 3 com 24,9 ovos, 55 com 23,6 ovos, 68 com 20,4 ovos e o genótipo 36 com 18,8 ovos além da cultivar comercial 192 com 22,8 ovos. Os que apresentaram maior oviposição neste período foram os genótipos 7 com 38,0 ovos, 102 com 37,3 ovos, 75 com 37,2 ovos, 44 com 34,8 ovos e o 84 com 34,0 ovos, os demais genótipos e cultivares apresentaram em média 26,0 ovos cada.

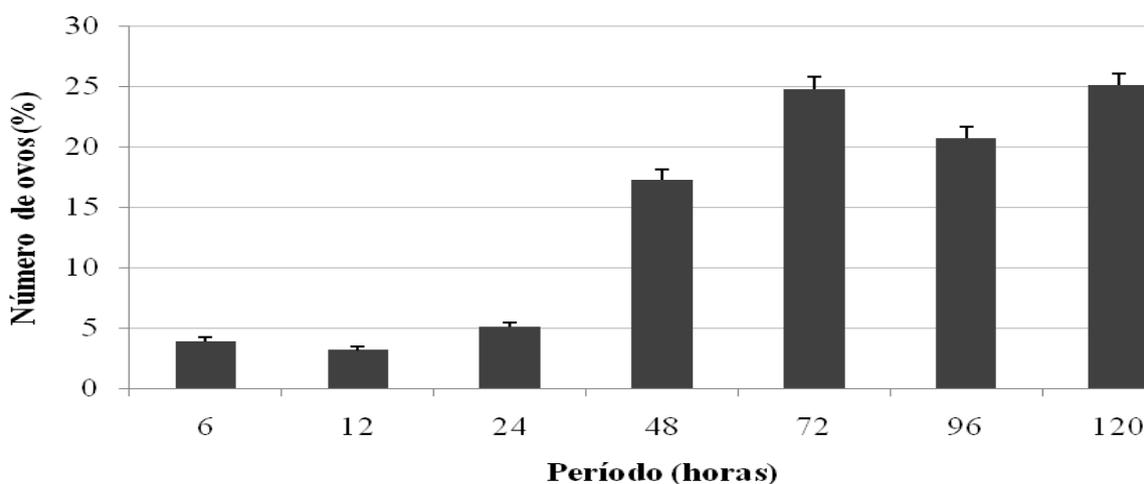


Figura 2 - Porcentagem média ( $\pm$  EPM) de ovos do caruncho *Acanthoscelides obtectus* em diferentes genótipos de feijão, em teste de livre escolha, durante período de 120 horas (T:  $25 \pm 2$  °C; UR:  $70 \pm 10$  %; escotofase de 24 horas).

Parsons & Credland (2003) não encontraram diferenças significativas no número de ovos ao longo de cinco dias de avaliação, observaram que o número de posturas foi diminuindo progressivamente até completar 240 horas do início da instalação do teste, também relatam que o número de ovos de cada genótipo é influenciado pelo hospedeiro.

A viabilidade de ovos do *A. obtectus* não apresentou diferenças estatísticas entre os genótipos, variando de 97,1 a 98,9 % de viabilidade (CV= 1,21%) (Tabela 4). Resultados parecidos foram encontrados por Botelho et al., (2002), em todas as linhagens de feijão pesquisadas, encontrou percentagem de ovos viáveis do caruncho *A. obtectus* superior a 80%. A viabilidade de ovos está relacionada diretamente com os grãos utilizados para a criação dos carunchos. Paes et al., (2000) afirma que as propriedades tóxicas dos grãos de feijão só passam ter efeito a partir do primeiro ínstar quando são ingeridas pelos carunchos e assim não terá efeito diretamente no contato de ovos com os genótipos.

Quanto o período de desenvolvimento de ovo-adulto, observou-se diferenças estatísticas significativas (CV= 1,34%). Os genótipos 3 e 108 apresentaram o período mais longo para o início da emergência dos carunchos, em média de 39,7 dias (Tabela 4). Os genótipos 55, 97 e 192 apresentaram período intermediário em média 38,5 dias, já as cultivares restantes apresentaram períodos mais curtos de 36,4 a 38,3 dias. Baldin et al., 2007 afirma que o prolongamento do período ovo adulto é um mecanismo de resistência dos genótipos de feijoeiro aos carunchos, o atraso de desenvolvimento do inseto adulto é devido a presença de compostos indesejáveis ao metabolismo do inseto ou também pode ocorrer devido a impalatabilidade do feijão ao inseto, desta forma o caruncho opta por não se alimentar causando o prolongamento do período compreendido entre ovo-adulto. Schamale et al., (2002) encontrou resultados semelhantes, o período entre ovo-adulto foi de aproximadamente 35 dias. Para Velten et. al., (2007) o período compreendido entre ovo-adulto nas variedades de feijão variou entre 35,9 a 29,8 dias, sendo que as variedades que apresentavam substâncias tóxicas a digestibilidade do *A. obtectus* como a proteína arcelina, apresentaram ciclo larval com períodos mais longos do que as cultivares que não apresentavam as mesmas substâncias antinutricionais.

Para a viabilidade de imaturos foi encontrado diferenças significativas (CV= 6,86%), foi observado que nos genótipos 3, 97 e cultivar comercial 192 apresentaram em média 78,6 % da viabilidade, estas mesmas cultivares também apresentaram baixo número de ovos, que pode estar relacionado com a preferência da fêmea para ovipositar no melhor hospedeiro, no desenvolvimento da futura geração. Os genótipos 36, 47, 55, 60, e cultivar comercial 121 apresentaram um grupo intermediário variando entre 83,8% a 88,4% da viabilidade de

imaturos. Os genótipos restantes não apresentaram diferença da cultivar comercial 112, variou de 90,2% a 97,4% da viabilidade (Tabela 4).

Em trabalhos realizado por Bordin et al., 2010 com os mesmos genótipos e cultivares de feijão estudados, foi possível observar que os genótipos e cultivares de feijão que apresentaram maior viabilidade de imaturos foram os genótipos que apresentaram menor tempo para cocção, ou seja, menor tempo para que os grãos de feijão fossem cozidos, ocorrendo o inverso para os genótipos e cultivares comerciais de feijão que apresentaram menor viabilidade de imaturos, o tempo para o cozinhamento dos grãos de feijão foram maiores. O maior tempo para a cocção dos grãos de feijão se deve principalmente a integridade do tegumento dos grãos. Esta característica também trás resistência aos genótipos e as cultivares ao ataque do caruncho *A. obtectus*, pois grãos de feijão que apresentam tegumento mais rígido existem maior dificuldade da penetração das larvas de *A. obtectus* nos grãos.

Coelho et al., (2010a) também avaliou o peso de 100 sementes destes mesmos genótipos e cultivares e foi possível observar que as cultivares e os genótipos de feijão que apresentam maior tempo para cocção foram que apresentaram o maior peso de 100 sementes, ou seja, estes grãos de feijão são maiores e apresenta tegumento rígido, trazendo resistência física dos grãos aos carunchos.

Ohtsuka & Toquenaga (2009) observaram o comportamento das larvas do caruncho *A. obtectus* quando penetravam nos grãos, as larvas possuem dois comportamentos contrastantes, pioneira ou seguidora. As larvas pioneiras são as principais responsáveis para a penetração das larvas seguidoras, apresentam muito mais gasto de energia e as chances de sucesso são inferiores, devido à dureza e a toxicidade do tegumento dos grãos de feijão podem ter, quanto mais duro o tegumento menores são as chances de sobrevivência das larvas pioneiras e maior gasto de energia, entretanto as larvas seguidoras não correm este risco, porém a escassez de alimento pode ser maior.

Assim a viabilidade de imaturos de *A. obtectus* em determinados genótipos de feijão podem ser bastante inferiores que os demais genótipos, isso se deve em parte a rigidez e a toxicidade que o tegumento pode apresentar trazendo maior resistência ao ataque destes insetos, principalmente a larva pioneira que é a principal responsável pelo sucesso das larvas restantes.

Tabela 4 - Viabilidade de ovos, período ovo-adulto, viabilidade de imaturos, peso de insetos e consumo da massa de grãos por caruncho *Acanthoscelides obtectus*, em teste de livre escolha (T: 25 ± 2 °C; U.R.: 70 ± 10%; escotofase de 24 horas).

<b>Genótipo BAF</b>	<b>Viabilidade de Ovos (%)</b>	<b>Período Ovo-Adulto (dias)</b>	<b>Viabilidade de Imaturos (%)</b>	<b>Peso de Insetos (mg)</b>	<b>Consumo da Massa de Grãos por Insetos (mg)</b>
<b>3</b>	97,8 a	39,7 ± 0,61 a	77,8 c	2,2 ± 0,09 a	13,8 ± 0,23 a
<b>4</b>	98,3 a	37,2 ± 0,53 c	95,1 a	2,3 ± 0,04 a	14,4 ± 0,27 a
<b>7</b>	98,1 a	37,6 ± 0,61 c	96,1 a	2,5 ± 0,14 a	14,2 ± 0,13 a
<b>13</b>	98,4 a	37,3 ± 0,53 c	94,1 a	2,4 ± 0,10 a	12,2 ± 0,22 c
<b>23</b>	98,3 a	37,6 ± 0,51 c	94,2 a	2,4 ± 0,06 a	13,6 ± 0,30 b
<b>36</b>	98,6 a	37,7 ± 0,65 c	88,4 b	2,3 ± 0,04 a	13,9 ± 0,22 a
<b>44</b>	98,3 a	38,1 ± 0,67 c	92,1 a	2,3 ± 0,12 a	13,4 ± 0,34 b
<b>46</b>	97,7 a	38,1 ± 0,67 c	92,6 a	2,4 ± 0,09 a	13,5 ± 0,39 b
<b>47</b>	98,3 a	37,8 ± 0,62 c	83,8 b	2,4 ± 0,11 a	13,1 ± 0,21 b
<b>55</b>	98,5 a	38,4 ± 0,81 b	84,9 b	2,7 ± 0,16 a	12,0 ± 0,11 c
<b>57</b>	97,3 a	36,4 ± 1,04 c	93,5 a	2,2 ± 0,08 a	13,1 ± 0,21 b
<b>60</b>	98,6 a	37,7 ± 0,64 c	86,5 b	2,3 ± 0,06 a	13,4 ± 0,35 b
<b>68</b>	97,1 a	37,5 ± 0,65 c	90,2 a	2,4 ± 0,11 a	13,8 ± 0,93 a
<b>75</b>	98,4 a	37,1 ± 0,51 c	96,9 a	2,3 ± 0,03 a	14,2 ± 0,30 a
<b>84</b>	97,7 a	37,4 ± 0,56 c	95,1 a	2,4 ± 0,17 a	12,9 ± 0,15 c
<b>97</b>	97,7 a	38,4 ± 0,64 b	80,7 c	2,4 ± 0,06 a	13,2 ± 0,28 b
<b>102</b>	98,6 a	37,3 ± 0,59 c	97,4 a	2,3 ± 0,07 a	14,8 ± 0,20 a
<b>108</b>	98,2 a	39,7 ± 0,94 a	88,8 a	2,4 ± 0,07 a	13,7 ± 0,12 b
<b>120</b>	98,0 a	37,7 ± 0,58 c	94,2 a	2,3 ± 0,06 a	13,7 ± 0,21 b
<b>112</b>	97,3 a	37,9 ± 0,63 c	94,3 a	2,3 ± 0,04 a	13,3 ± 0,34 b
<b>121</b>	98,9 a	38,3 ± 0,50 c	87,5 b	2,5 ± 0,17 a	14,2 ± 0,39 a
<b>192</b>	98,8 a	38,8 ± 0,68 b	77,5 c	2,4 ± 0,04 a	12,1 ± 0,22 c
<b>CV</b>	1,21%	1,34%	6,86%	21,10%	5,27%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferenciam entre si, pelo Teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Dados não transformados.

Os dois genótipos de feijão 3, 55 e a cultivar comercial 192 apresentaram ciclo ovo-adulto longos, as menores porcentagens de viabilidade larval, contudo o genótipo 55 e a cultivar comercial 192 apresentaram menores consumo da massa de grãos pelas larvas do *A. obtectus* (Tabela 4), havendo diferença estatística entre os genótipos (CV 5,27%). Os genótipos 13 e 84 também apresentaram menor consumo de massa dos grãos por larva, entretanto foi alta a viabilidade de imaturos e curto período ovo-adulto.

Estes resultados confirmam os obtidos por Baldin & Lara (2008) que estudando variedades de feijão obtiveram baixa emergência de insetos, período larval mais longo e sendo menor o consumo da massa seca dos grãos por larva do caruncho *A. obtectus*. Estes mesmos autores identificaram a possível existência da resistência do tipo não preferência para a alimentação ao caruncho.

Costa & Boiça Júnior (2004) também observaram que alguns genótipos de feijão caupi foram menos consumidos pelo caruncho *Callosobruchus maculatus*, os genótipos menos consumidos variaram de 0,0180 a 0,0146 gramas por larva e ainda em dois genótipos houve relação direta com o pequeno número de insetos emergidos e o consumo de grãos pelos insetos.

Os genótipos 4, 7, 68, 75 e 102 foram os mais susceptíveis ao ataque do *A. obtectus*, nos parâmetros período ovo-adulto, viabilidade de imaturos e consumo de massa de grãos por larva. Baldin & Lara (2008) também observaram baixo peso seco de insetos adultos, o que não foi observado diferenças estatística na avaliação deste parâmetro neste teste (CV= 21,10%) (Tabela 4).

Portanto os genótipos 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 e as cultivares comerciais de feijão 112, 121 e 192 apresentaram o menor número de ovos de *A. obtectus* entre os grãos, indicando para estes genótipos resistência do tipo não preferência para oviposição. Ainda foi encontrado no genótipo 55 e a cultivar comercial 192 o período ovo adulto mais longo, baixa viabilidade de imaturos e menor consumo de massa dos grãos de feijão, desta forma as condições de desenvolvimento deste inseto nestes grãos de feijão são menores, o que proporciona maior resistência ao ataque deste caruncho. No Banco Ativo de Feijão encontram-se genótipos e cultivares comercial de feijão que apresentam resistência ao ataque do caruncho *A. obtectus*.

#### **4 RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) AO CARUNCHO (*Acanthoscelides obtectus* SAY) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)**

### **RESUMO**

DAMIANI, Cacia Bortolotto. **Resistência de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ao caruncho (*Acanthoscelides obtectus* Say) (Coleoptera: Bruchidae).** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Agrônômica) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

Objetivo deste trabalho foi avaliar as características bioquímicas dos genótipos de feijão a fim de identificar o teor de proteínas totais e solúveis que possam estar envolvidas nos processos de resistência ou suscetibilidade do *Acanthoscelides obtectus*. O teste sem chance de escolha foi realizado com 10 genótipos de feijão. Foram utilizados 20 repetições de cada genótipo, contendo 30 gramas de grãos, foram liberados em cada repetição 3 casais de caruncho com 48 horas de vida. Após 5 dias os carunchos foram retirados. O experimento foi conduzido em delineamento completamente casualizado. Foram avaliados: número de ovos, viabilidade de ovos e imaturos, período ovo adulto, emergência, peso de insetos adultos e da massa de grãos consumidos por larva. Nos genótipos de feijão foram verificados o teor de proteína total, pelo método de Kjeldahl e solúvel pelo método de Bradford, utilizando-se 3 repetições, antes e após a infestação do caruncho. Os parâmetros número de ovos, viabilidade de ovos e imaturos e período ovo adulto e emergência não houve diferença estatística. O genótipo 55 apresentou menores insetos e consumo da massa de grãos, além de não apresentar altos teores de proteínas. Entretanto, o genótipo 7 foi o único genótipo que apresentou maior teor de proteína total contida nos grãos de feijão após a infestação, além de insetos maiores com alto consumo da massa de grãos de feijão. Conclui-se que os teores de proteína total e solúvel não afetaram no processo de resistência dos genótipos ao caruncho, o genótipo 55 apresenta maior resistência ao *A. obtectus*.

**Palavras chave:** Caruncho do Feijão. Resistência de Plantas. Insetos. Armazenagem.

## ABSTRACT

DAMIANI, Cacia Bortolotto. **Resistance of common landrace bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say) (Coleoptera: Bruchidae).** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal- Área: Agronômica) Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós- graduação em Produção Vegetal, Lages, 2011.

The objective of this study was to evaluate the biochemical characteristics of common landrace bean to identify the content of total protein and soluble that may be involved in the processes of resistance or susceptibility of *Acanthoscelides obtectus*. The no-choice test was conducted with 10 genotypes of beans. We used 20 repetitions of each genotype, containing 30 grams of grain, which were released in each repetition of three couples bean weevil, with 48 hours of life. After 5 days the bean weevil were removed. The experiment was conducted in completely randomized. Were evaluated: number of eggs, egg viability and immature, adult egg period, emergence, weight of adult insects and the mass of grains consumed by larvae. The genotypes of bean it was verified the content of total protein, by the method Kjeldahl and soluble by the method of Bradford, using three repetitions before and after the weevil infestation. The parameters number of eggs, egg viability and immature, adult egg period and emergence there was no difference among genotypes. Genotype 55 had lower consumption of insects and grain mass, and it does not have high levels of protein. However, genotype 7 was the only genotype that showed a higher content of total protein contained in grains beans after infestation, besides presenting larger insects at high mass grains consumption. It is concluded that the levels of total and soluble protein did not affect the process of genotype resistance to the weevil, the genotype 55 is more resistant to *A. obtectus*.

**Key-words:** Bean Weevil. Plant Resistance. Insects. Storage.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores mundiais de feijão comum *Phaseolus vulgaris* (FAO, 2011). O feijão faz parte da dieta básica dos brasileiros, constitui uma importante fonte nutritiva, os grãos apresentam 26% de proteínas, 67% de carboidratos, 4,5% de cinzas, 2,0% de lipídios, 5,7% de fibras e alto conteúdo de carboidratos complexos, vitaminas do complexo B, além de ser uma cultura de baixo custo em relação às outras fontes de proteínas (LAJOLO et al., 1996). Desta forma, a qualidade dos grãos de feijão é uma característica de grande importância durante a colheita e principalmente no armazenamento, pois se relaciona diretamente com o valor nutricional e a aceitabilidade do consumidor (NIELSEN, 1991).

O caruncho *Acanthoscelides obtectus* é uma das principais pragas de feijão armazenado para a Região Sul do Brasil, é um inseto que predomina em regiões de clima mais frio (ATHIÉ & PAULA, 2002). Quando o *A. obtectus* ataca os grãos o valor nutricional diminui, os cotilédones são destruídos pelas galerias abertas nos grãos, além da presença de dejetos, ovos, insetos mortos e perda de massa dos grãos, o que favorece a desvalorização comercial. O caruncho também provoca o aumento da umidade e da temperatura dos grãos, favorecendo ao ataque de pragas secundárias e microrganismos (BARBOSA et al., 2000). Em relação ao ataque do *A. obtectus* no embrião das sementes, a germinação fica afetada prejudicando consideravelmente o desenvolvimento da plântula no campo (RIBEIRO-COSTA & ALMEIDA, 2009).

Geralmente o controle do *A. obtectus* é realizado com o uso de inseticidas químicos, o que tem proporcionado a resistência de insetos ao princípio ativo, os insetos possuem mecanismos de modificar a ação do inseticida a uma taxa suficiente para prevenir a ação no sítio alvo da intoxicação, proporcionando a resistência do inseto (HEMINGWAY, 2000). Além de contribuir com a poluição ambiental, alto risco de intoxicação aos que trabalham diretamente com a aplicação dos inseticidas químicos e a presença de resíduos de agrotóxicos nos grãos quando destinados ao consumo (PADIN et al., 2002).

Tem-se buscado técnicas para o controle do *A. obtectus*, plantas inseticidas utilizadas como pós, extratos, e óleos, como também o uso de pós inerte, podem afetar negativamente o inseto pela ação de repelência ou inseticida (MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003). Outra alternativa promissora no controle bruquídeos é o uso de genótipos de feijão resistentes ao ataque de caruncho, encontrado principalmente em genótipos de feijão crioulo, devido à

variabilidade genética que os grãos apresentam, o que não ocorre com frequência em cultivares comerciais, pois existe uma pressão de seleção para características relacionadas à produção, o que leva a perda de algumas características principalmente ligada à resistência de carunchos e doenças (COELHO et al., 2010a). A variabilidade genética do feijão comum caracteriza os genótipos mais resistentes aos fatores bióticos e abióticos permitindo o uso racional destes genótipos principalmente pela agricultura familiar (COELHO et al., 2010b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características bioquímicas em sementes de genótipos de feijão a fim de identificar o teor de proteínas totais e solúveis que possam estar envolvidas nos processos de resistência ou suscetibilidade do caruncho *A. obtectus*.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A criação dos insetos e a condução dos experimentos foram realizadas no Laboratório de Entomologia da Universidade do Estado de Santa Catarina, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC), Lages, SC.

### 4.2.1 Origem do feijão crioulo no CAV-UDESC

Desde 1996, a Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC), promove a coleta de cultivares crioulas de feijão em todas as regiões do estado de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (PEREIRA, 2008). Nos últimos 5 anos, foram conduzidos estudos de caracterização dessas cultivares crioulas, observando os caracteres agrônômicos, como produtividade, resistência à pragas e doenças, porte, ciclo, hábito de crescimento, caracteres morfológicos da planta e da semente, além de características de qualidade nutritiva e tecnológica dos grãos, como teor de minerais (Fe, Zn, Ca, Mg, K, P), proteínas, aminoácidos, antinutrientes (fitato), tempo de cozimento e capacidade de hidratação.

O trabalho de seleção dos genótipos crioulos de feijão iniciou em 2005, com um total de 96 cultivares. Na safra 2007/2008 selecionaram-se 36 genótipos. Os 22 melhores, em algumas das características agrônômicas e nutricionais foram conduzidos na safra de 2008/2009, e 2009/2010. Uma parte das sementes das 22 cultivares foram disponibilizadas em parceria com a prof Cileide para a realização do teste de livre escolha e teste sem chance de escolha com o caruncho.

As sementes das cultivares de feijão utilizado no teste foram multiplicadas no campo, na safra 2009/2010, no município de Lages. E após a colheita dos feijões, os mesmos foram armazenados em câmara seca com umidade relativa do ar de 48 %, temperatura  $7 \pm 2$  °C e a umidade dos grãos ao redor de 13 %.

Os grãos de feijão utilizados para a criação dos insetos e para a realização do experimento foram mantidos à temperatura de  $-10$  °C 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.

As sementes dos genótipos de feijão mais contrastantes, com maior e menor número de posturas além de maior e menor viabilidade de imaturos foram escolhidas entre as 22 cultivares utilizadas no teste de livre escolha com o caruncho *Acanthoscelides obtectus*. Os 5 genótipos com maior número de ovos e viabilidade de imaturos 4, 7, 75, 84 e 102 e os 4 genótipos de feijão que apresentaram menor oviposição e viabilidade de imaturos 3, 47, 55, 97 além da cultivar comercial 192 (Tabela 5). O peso de 100 sementes (Tabela 5) também é apresentado por ser um caractere com elevado poder discriminador quanto ao caráter de herança qualitativa nos genótipos de feijão estudados, pouco influenciado pelo ambiente e controlado por poucos genes. Com os 10 genótipos de feijão selecionados avaliou-se a relação entre o teor de proteína total e proteína solúvel das sementes com o ciclo de vida do *A. obtectus*, maior e menor número de posturas, período mais longo do ciclo ovo-adulto, maior e menor emergência dos insetos adultos, peso de insetos e peso da massa de grãos consumidos.

Tabela 5 - Identificação, nome comum dos genótipos de feijão utilizado no teste sem chance de escolha, peso de 100 sementes, viabilidade de imaturos, oviposição total do *Acanthoscelides obtectus*.

<b>Genótipo BAF</b>	<b>Nome Comum</b>	<b>Peso de 100 sementes (g)</b>	<b>Viabilidade de Imaturos (%)</b>	<b>Oviposição Total (n°)</b>
<b>3</b>	Manchinha	29,14	77,8	84,5
<b>4</b>	Amendoim Lages	40,81	95,1	146,8
<b>7</b>	Preto Lages	17,61	96,1	160,8
<b>47</b>	Preto (precoce)	38,85	83,8	86,1
<b>55</b>	Preto	18,43	84,9	90,5
<b>75</b>	Serrano	20,37	96,9	168,9
<b>84</b>	Carioca Rosado	19,59	95,1	147,7
<b>97</b>	Charque	47,01	80,7	78,9
<b>102</b>	México 309	25,73	97,4	172,1
<b>192</b>	BRS Radiante	54,41	77,5	70,3

BAF- Código de Identificação do Banco Ativo de Feijão do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

BAF 192 cultivar comercial.

#### 4.2.2 Criação de *Acanthoscelides obtectus*

A criação de *Acanthoscelides obtectus* foi iniciada a partir de insetos emergidos em grãos de feijão preto, coletada em casa de agricultores no município de Antônio Prado, RS. Os adultos emergidos, foram transferidos em frascos de vidro (6 x 14 cm), fechados na parte superior com tampa rosqueável, perfurada para permitir a aeração interna. Em cada tampa, foi acoplada uma tela plástica malhável para impedir a fuga dos insetos. Em cada frasco de vidro foi colocado 200 gramas da cultivar de feijão Uirapuru IAPAR, com 300 insetos adultos não sexados, onde permaneceram por 15 dias para oviposição. Com auxílio de uma peneira os insetos foram retirados. Após 16 dias os insetos emergidos foram retirados e transferidos a novos frascos para oviposição. Os frascos de vidro foram mantidos sobre tabuleiros retangulares de madeira, cujas bases ficaram imersas em recipientes contendo óleo de soja para evitar a infestação por outros organismos, principalmente ácaros. A criação dos insetos foi mantida em sala climatizada, com temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa do ar de  $70 \pm 10$  % e escotofase de 24 horas.

#### 4.2.3 Avaliação do ciclo biológico de *Acanthoscelides obtectus* no teste sem chance de escolha

O experimento sem chance de escolha foi realizado em sala climatizada, com temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa do ar de  $70 \pm 10$  % e escotofase de 24 horas.

Experimentos foram conduzidos em delineamento completamente casualizado, com vinte repetições de cada cultivar. Os parâmetros avaliados foram: número total e viabilidade de ovos, número de insetos emergentes, viabilidade de imaturos, peso seco dos insetos adultos e peso seco de grãos consumidos.

Cada cultivar de feijão foi acondicionado em Placa Petri de 90 x 60 mm, com 30 gramas de grãos de feijão. Em cada Placa Petri foram liberados 3 casais de *Acanthoscelides obtectus*, com 48 horas de vida. A separação entre os sexos foi observada a partir de adultos pela inclinação do pigídeo, no macho é vertical e na fêmea é oblíquo (HALSTEAD, 1963). Após as placas contendo os grãos de feijão foram acondicionadas em bandejas plásticas de 40 x 59 cm tampadas com malha fina.

Após cinco dias da liberação dos casais de *A. obtectus* em cada placa Petri, os insetos foram retirados e contabilizados o número de ovos presentes. Em seguida, as placas Petri foram tampadas e acondicionadas novamente em bandejas plásticas. No 10º dia após a instalação do experimento, foi avaliado o número de ovos viáveis, sendo que os ovos esbranquiçados considerados viáveis, e os translúcidos, inviáveis (RIBEIRO-COSTA et al., 2007). Para avaliação da viabilidade de imaturos foi contado o número de ovos viáveis dividido pelo número de ovos total multiplicado por 100.

A partir do 25º dia da instalação do experimento, as Placas Petri contendo os grãos de feijão foram peneiradas diariamente para registrar o número de insetos adultos. A viabilidade de imaturos foi calculada através do número de insetos emergidos sobre número de ovos viáveis. Os insetos emergentes foram acondicionados em Tubos de Eppendorf de 1,5 mL e levados ao freezer.

Insetos emergidos foram colocados em placa Petri de vidro e mantidos em estufa de secagem e esterilização a 50 °C por 48 horas (RIBEIRO-COSTA et al., 2007), em seguida os carunchos foram pesados com balança analítica de precisão (Marte®- modelo Ay220) de 0,0001 gramas. A emergência e peso seco de insetos foram avaliados até 70 dias após início da emergência.

Para obter o peso seco de grãos consumidos, todos os grãos utilizados no teste sem chance de escolha foram pesados com uma balança analítica de precisão (modelo-SAC A42455 GC, Bel engineering) de 0,001 grama e verificado o teor de umidade com auxílio do detector de umidade de grãos (modelo G-6C, Delmhorst Instrument Co) antes da infestação. Todos os grãos antes da infestação do caruncho apresentaram umidade do grão de aproximadamente 13%. Após os 70<sup>o</sup> dias de avaliação, os grãos foram acondicionadas sobre tela de alumínio em caixa de acrílico (11 x 11 x 3 cm), contendo 5 mL de água, onde foram levados a estufa à 25 °C por 24 horas para igualar a umidade dos grãos ao início do experimento (aproximadamente 13%) e após pesados com uma balança analítica de precisão.

#### 4.2.4 Extração e quantificação das proteínas de reserva dos grãos

Para extração das proteínas solúveis retirou-se o tegumento e o embrião das sementes, e os cotilédones foram macerados em cadinho com nitrogênio líquido até se obter pó bem fino. Cem miligramas do macerado foram colocados em micro tubo de Eppendorf 1,5 mL, o qual recebeu 1 mL de NaCl 0,5 M, com pH 2,4, seguido por agitação durante 30 minutos em temperatura ambiente, as amostras foram centrifugadas (14000 rpm por 20 minutos em temperatura ambiente) e o sobrenadante obtido (0,8 mL) foi armazenado a -20 °C (BROWN et al., 1981).

A partir do sobrenadante armazenado realizou-se a quantificação das proteínas solúveis através da comparação com uma curva padrão de BSA (fração 5 - albumina de soro bovino) de acordo com o método de Bradford (1976), para determinar a quantidade de proteína solúvel total dos grãos, esta técnica utiliza o corante de "Coomassie blue brilliant" G-250, que por sua vez interage com as ligações peptídicas das proteínas induzindo a formação de um complexo colorido, e a partir dessa interação realiza-se a leitura em espectrofotômetro (SPEKOL – UV VIS), sob um comprimento de onda de 595nm.

#### 4.2.5 Teor de proteína total dos grãos

Para a determinação do nitrogênio total dos grãos de feijão, baseou-se na transformação do nitrogênio orgânico em sulfato de amônio, através da digestão sulfúrica e posterior destilação na presença de hidróxido de sódio com liberação da amônia, que é fixada

em solução ácida e titulada através do processo de neutralização (MARTINS & REISSMANN, 2007).

Utilizou-se o método de Kjeldahl (AOAC, 1995), baseado no teor de nitrogênio total contido na amostra. Foram utilizados 10 mL de cada amostra de feijão diluída na digestão sulfúrica. Procedeu-se a destilação no Destilador de Nitrogênio MA-036. O sal formado, borato de amônio, após processo de destilação, foi titulado com solução padrão de  $H_2SO_4$  0,025 M, com fator de 700  $\mu g$  de N para cada mL gasto da solução padrão de  $H_2SO_4$  0,025 M, até ponto de viragem do indicador de ácido bórico, que é a passagem da coloração azul da amostra para coloração rosa claro. A determinação do teor de proteína total foi realizada seguindo a fórmula: % Proteína = conteúdo de N  $\times$  6,25 (AOAC, 1995).

#### 4.2.6 Análise estatística

Os dados dos parâmetros de avaliação dos carunchos foram submetidos ao teste de Scott-Knott. Para atenderem as pressuposições teóricas dos testes, aos valores originais das variáveis foi adicionada a constante um e a seguir elevados à potência  $\frac{1}{2}$  (transformação raiz quadrada), As análises foram procedidas usando-se o procedimento GLM (LITTEL et al.,1991) do software computacional estatístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System 2003) e ao software R (R Development Core Team 2008). Também foi realizado a análise de correlação de Pearson entre as variáveis, para todos os teste foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

Para a avaliação da proteína total e proteína solúvel das cultivares de feijão foi utilizado o teste de Tukey. As análises foram procedidas usando-se o procedimento GLM (LITTEL et al.,1991) do software computacional estatístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System 2003) ao nível de 5 % de probabilidade.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a relação entre o teor de proteína total e proteína solúvel presentes nos diferentes genótipos de feijão e sua relação quanto à resistência que as proteínas proporcionam ao desenvolvimento do caruncho *Acanthoscelides obtectus* não se constatou efeito significativo. O teor de proteína solúvel entre as cultivares variou entre 105,6  $g.k g^{-1}$

(genótipo 55) a  $68,8 \text{ g.k g}^{-1}$  (genótipo 97) (Tabela 6), representa um valor médio de  $90,55 \text{ g.k g}^{-1}$ . Para proteína total houve variação de  $253,7 \text{ g.k g}^{-1}$  (genótipo 7) a  $210,3 \text{ g.k g}^{-1}$  (genótipo 97), com um valor médio de  $227,7 \text{ g.k g}^{-1}$ . Portanto, foram encontrados 39,7% da proteína total na forma de solúvel no grão. Valores muito parecido a proteína solúvel foram obtidos por Pereira et al., (2009) variou de  $104,32 \text{ g.k g}^{-1}$  a  $74,32 \text{ g.k g}^{-1}$  nas mesmas cultivares de feijão. No entanto, Pereira et al.,(2009) encontraram valores mais altos para a proteína total  $262,0 \text{ g.k g}^{-1}$ . Em trabalho recente com o feijão IPR Uirapuru, Silva et al., (2011) obtiveram variações ainda menores nos teores de proteína total de  $196,9 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $211,3 \text{ g.kg}^{-1}$  e no teor de proteína solúvel  $66,1 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $82,4 \text{ g.kg}^{-1}$ .

Em grãos de feijão sem a infestação do *A. obtectus* não foi encontrado diferença quantitativa no teor de proteína solúvel (CV= 18,66%) e total (CV= 8,10%) entre os genótipos e a cultivar de feijão (Tabela 6). Entretanto, após a infestação do caruncho os teores de proteína total e solúvel dos grãos de feijão diminuíram, além do que, houve diferença significativa entre os genótipos em relação ao teor de proteína total (CV= 4,94%) variando entre  $203,4 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $238,8 \text{ g.kg}^{-1}$ , com valor médio de  $218,4 \text{ g.k g}^{-1}$ (Tabela 6). As maiores variações ocorreram no genótipo 4, diminuiu  $27,7 \text{ g.kg}^{-1}$ , o genótipo 7 houve redução de  $14,9 \text{ g.kg}^{-1}$  além da cultivar comercial 192 com redução de  $13,5 \text{ g.kg}^{-1}$ , os genótipos restantes apresentaram em média uma redução de  $6,30 \text{ g.kg}^{-1}$ . Na presença do caruncho *A. obtectus* também houve redução no teor da proteína solúvel, a maior redução ocorreu no genótipo 3 ( $38,0 \text{ g.kg}^{-1}$ ) seguido pelo genótipo 84 ( $27,8 \text{ g.kg}^{-1}$ ), cultivar comercial 192 ( $24,6 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e os genótipos 102 ( $22,8 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e 55 ( $21,6 \text{ g.kg}^{-1}$ ), os demais genótipos teve uma redução média de  $7,1 \text{ g.kg}^{-1}$ .

Não houve diferença estatística entre os genótipos quanto à oviposição (CV= 27,07). O resultado encontrado para oviposição se deve principalmente por não haver escolha da fêmea ao hospedeiro durante a postura, sem alternativa, as fêmeas de *A. obtectus* têm único objetivo, a perpetuação da espécie. Em média cada cultivar de feijão apresentou 70,3 ovos, sendo que o número de ovos variou de 59,6 (genótipo 7) a 90,2 (genótipo 47) (Tabela 7).

Tabela 6 - Médias ( $\pm$  EPM) do teor de proteína total antes da infestação e após a infestação, teor de proteína solúvel antes da infestação e após infestação do caruncho *Acanthoscelides obtectus* em teste sem chance de escolha, em genótipos de feijão.

<b>Genótipo BAF</b>	<b>Proteína Total de Grãos sem Infestação (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Proteína Total de Grãos com Infestação (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Proteína Solúvel de Grãos sem Infestação (g.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Proteína Solúvel de Grãos com Infestação (g.kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>3</b>	228,2 $\pm$ 1,94 a	224,2 $\pm$ 9,29 ab	101,0 $\pm$ 4,63 a	63,0 $\pm$ 1,41 a
<b>4</b>	250,4 $\pm$ 21,60 a	222,7 $\pm$ 6,20 ab	84,9 $\pm$ 17,00 a	74,4 $\pm$ 11,87 a
<b>7</b>	253,7 $\pm$ 20,67 a	238,8 $\pm$ 6,70 a	89,2 $\pm$ 14,57 a	78,1 $\pm$ 8,70 a
<b>47</b>	213,2 $\pm$ 6,92 a	203,4 $\pm$ 2,73 b	75,3 $\pm$ 9,63 a	71,3 $\pm$ 2,33 a
<b>55</b>	232,6 $\pm$ 15,49 a	226,7 $\pm$ 10,42 ab	105,6 $\pm$ 13,84 a	84,0 $\pm$ 9,11 a
<b>75</b>	226,4 $\pm$ 9,34 a	218,3 $\pm$ 6,32 ab	90,2 $\pm$ 11,10 a	81,5 $\pm$ 8,23 a
<b>84</b>	230,7 $\pm$ 8,82 a	223,8 $\pm$ 5,74 ab	98,8 $\pm$ 3,27 a	71,0 $\pm$ 2,16 a
<b>97</b>	210,3 $\pm$ 1,59 a	207,0 $\pm$ 2,40 b	68,8 $\pm$ 0,81 a	67,3 $\pm$ 1,63 a
<b>192</b>	219,8 $\pm$ 5,16 a	206,3 $\pm$ 3,49 b	95,7 $\pm$ 1,87 a	71,0 $\pm$ 3,79 a
<b>CV (%)</b>	<b>8,10</b>	<b>4,94</b>	<b>18,66</b>	<b>14,85</b>

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Dados não transformados.

Tabela 7 - Número médio ( $\pm$  EPM) de ovos, viabilidade de ovos, ciclo ovo- adulto, adultos emergentes, viabilidade de imaturos, peso de insetos e peso da massa de grãos consumidos por larva de *Acanthoscelides obtectus*, no teste sem chance de escolha (T:  $25 \pm 2$  °C; U.R.:  $70 \pm 10\%$ ; escotofase de 24 horas).

Genótipo BAF	Número de Ovos	Viabilidade de Ovos (%)	Ciclo Ovo-Adulto	Emergência	Viabilidade de Imaturos (%)	Peso de Insetos (mg)	Massa de Grãos Consumidos por Larva (mg)
<b>3</b>	65,5 $\pm$ 6,55 a	98,3 a	39,1 $\pm$ 0,26 a	55,9 $\pm$ 4,74 a	89,7 a	2,1 $\pm$ 0,05 b	15,8 $\pm$ 0,28 a
<b>4</b>	76,4 $\pm$ 9,47 a	98,0 a	40,0 $\pm$ 0,42 a	64,7 $\pm$ 8,99 a	84,8 a	2,1 $\pm$ 0,05 b	15,6 $\pm$ 0,25 a
<b>7</b>	59,6 $\pm$ 6,98 a	97,3 a	38,0 $\pm$ 2,01 a	49,7 $\pm$ 6,39 a	79,5 a	3,7 $\pm$ 0,97 a	14,6 $\pm$ 0,64 a
<b>47</b>	90,2 $\pm$ 9,31 a	97,5 a	39,2 $\pm$ 0,27 a	74,3 $\pm$ 8,92 a	82,2 a	2,1 $\pm$ 0,02 b	15,7 $\pm$ 0,25 a
<b>55</b>	69,3 $\pm$ 8,21 a	97,8 a	36,7 $\pm$ 2,84 a	56,0 $\pm$ 7,32 a	75,6 a	1,9 $\pm$ 0,15 b	11,6 $\pm$ 0,64 c
<b>75</b>	76,3 $\pm$ 8,47 a	98,5 a	40,5 $\pm$ 0,15 a	59,0 $\pm$ 6,42 a	80,6 a	2,1 $\pm$ 0,05 b	15,5 $\pm$ 0,24 a
<b>84</b>	66,0 $\pm$ 7,44 a	98,2 a	37,1 $\pm$ 1,98 a	58,3 $\pm$ 8,10 a	81,2 a	1,8 $\pm$ 0,12 b	12,9 $\pm$ 0,22 b
<b>97</b>	69,0 $\pm$ 8,10 a	97,6 a	39,1 $\pm$ 0,31 a	59,3 $\pm$ 7,66 a	83,6 a	2,1 $\pm$ 0,04 b	15,3 $\pm$ 0,23 a
<b>102</b>	68,1 $\pm$ 9,34 a	98,9 a	41,4 $\pm$ 0,29 a	58,6 $\pm$ 5,01 a	86,4 a	2,2 $\pm$ 0,03 b	16,0 $\pm$ 0,42 a
<b>192</b>	62,8 $\pm$ 9,34 a	98,1 a	39,5 $\pm$ 0,56 a	52,7 $\pm$ 7,62 a	84,7 a	2,0 $\pm$ 0,06 b	12,5 $\pm$ 0,22 b
<b>CV (%)</b>	<b>27,07</b>	<b>1,31</b>	<b>12,20</b>	<b>30,91</b>	<b>17,95</b>	<b>7,28</b>	<b>7,12</b>

Média seguida da mesma letra na coluna não difere entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Dados não transformados.

No teste de livre escolha foram encontrados diferenças para a oviposição, porém neste teste a fêmea poderia fazer a sua escolha. Em teste de livre escolha Baldin & Lara (2008) também encontraram diferenças significativas para oviposição do *A. obtectus*, a variedade Arc.4 foi a mais ovipositada com 121,1 ovos e a variedade de feijão menos preferida para oviposição foi Arc.1S com 70,5 ovos. Wanderley et al., 1997 encontraram resultados semelhantes a este teste com o caruncho *Zabrotes subfasciatus* onde não houve diferença significativa entre as linhagens de feijão, variando o número de 87,7 a 122,0 ovos por linhagem. No entanto, Parsons & Credland, (2003) afirmam que a oviposição de *A. obtectus* é influenciado apenas pelas condições que cada linhagem de feijão proporciona para a oviposição.

Quanto à viabilidade de ovos, não foram encontradas diferenças significativas ( $CV=1,31$ ), a média de viabilidade de ovos encontrada foi de 98,0% (Tabela 7). A existência de propriedades tóxicas nas cultivares de feijão só terá efeito quando ingeridas pelos carunchos, agindo diretamente no desenvolvimento da larva, o que não vem a interferir no contato direto do inseto adulto na fase de oviposição (PAES et al., 2000).

O ciclo ovo-adulto também não apresentou diferenças significativas ( $CV=12,20$ ), em média este período foi de 39,0 dias (Tabela 7). Experimentos realizados por Schmale et al., (2002) o período entre ovo adulto do *A. obtectus* foram bastante semelhantes a este teste, compreendido entre 35 dias.

Não foram encontradas diferenças significativas quanto à emergência dos insetos ( $CV=30,91$ ), em média 10,2 insetos não chegaram à fase adulta. A menor viabilidade de imaturos ocorreu no genótipo 55 com 75,6% e maior viabilidade de imaturos foi encontrada no genótipo 3 com 89,7% (Tabela 7). Para Schmale et al., (2003) a resistência do feijoeiro baseada em proteínas não foi eficiente para proteger as sementes contra o ataque de *A. obtectus*, mas a compatibilidade da resistência de proteínas combinado com o controle biológico de *Dinamus basalis*, elevou a mortalidade de larvas durante a penetração do feijão, atingindo níveis de 8 a 23% de mortalidade, além disso, a emergência prolongou em aproximadamente 10 dias, comparado com as variedades contendo apenas proteína arcelina.

Os resultados obtidos para o peso de insetos ( $CV=7,28$ ) e peso de grãos consumidos ( $CV=7,12$ ) (Tabela 7) mostraram diferenças estatísticas entre os genótipos. O menor peso de insetos e o menor consumo de feijão foi encontrado no genótipo 55, os insetos emergidos deste genótipo apresentaram peso de 1,9 mg e o consumo por larva de feijão foi de 11,6 mg. Oposto a este resultado, o genótipo 7 apresentou insetos mais pesados, com 3,7 mg por inseto, isto significa que insetos emergidos desta cultivar apresentou em média 1,6 mg a mais que as

cultivares restantes, o consumo de feijão por larva de *A. obtectus* também foram as maiores, é possível que esta cultivar apresente as melhores condições e nutrientes essenciais para o desenvolvimento larval do caruncho.

Em genótipos de feijão caupi também foram observados alto consumo do caruncho *C. maculatus* a determinados genótipos, o maior consumo por larva ocorreu no genótipo Cariri Hilo Preto com 0,0357 g e o menor consumo foi encontrado em seis genótipos com uma média de consumo por larva de 0,0168 g (COSTA & BOIÇA JÚNIOR, 2004).

Relacionando o consumo da massa de grãos e o peso dos insetos com o teor de proteína total contida nos grãos (Tabela 6), observa-se que o genótipo 7 após a infestação permanece com maior teor de proteína total em relação aos demais genótipos, o que pode ter resultado no melhor desempenho do inseto como ganho de peso e maior consumo da massa de grãos por larva (Tabela 7).

O genótipo 84 e a cultivar comercial 192 apresentaram baixo peso, mas apresentaram um consumo intermediário de feijão, no entanto os genótipos 3, 4, 47, 75, 97 e 102 apresentaram baixo peso de insetos em média 2,1 mg, mas o consumo de feijão foi alto, o que vem a indicar que o alimento ingerido pelos carunchos não possuía nutrientes suficientes, sendo que houve a necessidade de maior consumo de feijão para igualar ao peso dos insetos que se alimentaram dos demais genótipos.

Os genótipos 47, 97 e a cultivar comercial 192 apresentam os menores teores de proteína total após a infestação (Tabela 6), no entanto o peso de insetos são os menores e ainda a cultivar comercial 192 apresenta consumo de massa de grãos intermediário, o que pode ser respondido com os menores teores de proteína total. Isso também ocorre para os genótipos 3, 4, 55, 75, 84 e 102 que apresentam teor intermediário de proteína total (Tabela 6), porém não apresentam alto peso de insetos, além do que o genótipo 55 apresenta o menor consumo de massa de grãos por larva (Tabela 7).

Correlacionando o consumo da massa dos grãos por larva com o período ovo adulto do *A. obtectus* se observou que o genótipo 7 apresentou forte correlação positiva ( $r= 0,95$ ) (Tabela 8), indicando para este genótipo que o consumo da massa dos grãos de feijão está diretamente relacionado com o período ovo adulto deste inseto, da mesma forma para a viabilidade de imaturos ( $r= 0,82$ ), este resultado reforça a idéia que o teor de proteína interferiu positivamente no desenvolvimento do *A. obtectus* neste genótipo. O genótipo 55 também apresentou correlação positiva em todos os parâmetros avaliados, porém apresentou uma correlação regular (média de  $r= 0,54$ ), o genótipo 55 não apresentou após a infestação os maiores níveis de teores de proteína total nos grãos (Tabela 6). Os demais genótipos não

apresentaram fortes correlações entre consumo da massa dos grãos com os demais parâmetros avaliados (Tabela 8).

Tabela 8 - Coeficientes de Correlação de Pearson do consumo da massa de grãos por larva entre as variáveis período ovo-adulto, emergência, viabilidade de imaturos e peso de insetos adultos de *Acanthoscelides obtectus*, no teste sem chance de escolha ( T:  $25 \pm 2$  °C; U.R.;  $70 \pm 10$  %; escotofase de 24 horas).

Genótipo BAF	Massa de Grão Consumido por Larva X Período ovo- adulto	Massa de Grão Consumido por Larva X Emergência	Massa de Grão Consumido por Larva X Viabilidade de Imaturos	Massa de Grão Consumido por Larva X Peso de Insetos Adultos
3	0,11 <sup>NS</sup>	-0,28 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>	-0,36 <sup>NS</sup>
4	0,05 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>	-0,14 <sup>NS</sup>
7	0,95*	0,41 <sup>NS</sup>	0,82*	0,14 <sup>NS</sup>
47	-0,05 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>	-0,05 <sup>NS</sup>	-0,18 <sup>NS</sup>
55	0,52*	0,51*	0,58*	0,55*
75	-0,18 <sup>NS</sup>	0,45*	-0,01 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>
84	-0,03*	0,08 <sup>NS</sup>	0,12 <sup>NS</sup>	0,17 <sup>NS</sup>
97	0,47*	0,00 <sup>NS</sup>	-0,07 <sup>NS</sup>	0,00 <sup>NS</sup>
102	0,31 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,40 <sup>NS</sup>	-0,33 <sup>NS</sup>
192	0,46*	-0,16 <sup>NS</sup>	-0,35 <sup>NS</sup>	-0,20 <sup>NS</sup>

\*: significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup>: não significativo.

Opostamente que encontrado para o *A. obtectus* para este estudo, na presença de proteínas principalmente ligadas aos variantes da proteína arcelina, Baldin et al., (2007) constataram que para o *Z. subfasciatus* os genótipos de feijão contendo a proteína arcelina apresentaram insetos menores e o consumo da massa de grãos por caruncho foi menor que 1 grama.

Mazzonetto & Vendramim (2002) observaram que os materiais contendo proteína também ligados as variantes de arcelina, o peso dos insetos foram os menores, os machos de *Z. subfasciatus* apresentaram peso de 1,29 a 1,48 mg, entretanto para os machos emergidos de genótipos de feijoeiro não contendo a proteína arcelina os valores foram maiores 1,65 a 1,76 mg, da mesma forma se repetiu para as fêmeas, em feijoeiros com a proteína o peso da fêmeas variaram de 2,18 a 2,63 mg e em genótipos de feijoeiro sem a proteína arcelina os valores foram maiores de 3,20 a 3,35 mg.

Em estudos mais detalhados sobre o efeito das proteínas com os carunchos do feijão Sales et al., (2000) afirmam que as proteínas tóxicas ao *Z. subfasciatus* não age da mesma forma para o *A. obtectus*, as proteínas que trazem esta toxicidade ao *Z. subfasciatus* foram

encontradas na hemolinfa desta espécie de caruncho, mas não foi encontrada na hemolinfa do *A. obtectus*, isto ocorre porque somente no *Z. subfasciatus* as proteínas tóxicas tem a capacidade de prejudicar gravemente as células epiteliais e chegar a hemolinfa.

Entretanto, Velten et al., (2007) afirma que independente da concentração da proteína arcelina contida em grãos de feijão, o efeito inibitório desta proteína no desenvolvimento de *A. obtectus* é atuar principalmente no primeiro instar larval, resultando em significativa redução de peso, estes autores afirmam que houve redução de 15% do peso corporal das fêmeas emergentes. Entretanto os mesmos autores relatam que a redução do peso corporal dos insetos podem estar relacionados com a resistência física dos grãos, já que os mesmos não avaliaram este tipo de resistência dos grãos.

Em trabalhos realizados por Bordin et al., 2010 com os mesmos genótipos de feijão estudados neste teste, foi observado que alguns destes genótipos levaram maior tempo para cocção, ou seja, para que os grãos de feijão fossem cozidos houve maior tempo que outros genótipos de feijão. A diferença entre os genótipos para a cocção dos grãos se deve principalmente a integridade do tegumento dos grãos, que está diretamente relacionado à diversidade genética encontrada em cada genótipo (COELHO et al., 2010b). Se o tegumento do grão de feijão for duro, o gasto de energia da larva de *A. obtectus* será maior ao penetrar no grão, o que afeta no peso e consumo das larvas, pois estas estão com menor energia para dar continuidade ao seu desenvolvimento, esta perda de energia ocorre com maior frequência com a larva pioneira as quais abrem caminho para a entrada das demais larvas do *A. obtectus* no grão de feijão (OHTSUKA & TOQUENAGA, 2009).

Conclui-se que o teor de proteína solúvel e total contidas em cada genótipo de feijão não interferiu no processo de resistência dos genótipos de feijão ao caruncho *A. obtectus*, o genótipo 7 em que apresentou maior teor de proteína total após a infestação do *A. obtectus* foi o que apresentou maiores insetos além de consumir maior quantidade de massa dos grãos de feijão. O genótipo 55 proporcionou as menores condições para o desenvolvimento do *A. obtectus*, pois apresentou insetos menores além do menor consumo da massa de grãos por larvas. Esses genótipos de feijão requerem estudos mais profundos quanto a resistência ao caruncho *A. obtectus*, pois além da resistência através de elementos atinutricioanais presentes nos genótipos, os mesmos podem apresentar tegumento mais duros o que evidência resistência física nos grãos de feijão.

## 5 DISCUSSÃO GERAL

No teste de livre escolha, os genótipos 3, 47, 68, 108 e as cultivares comerciais 121 e 192 apresentaram menor atratividade em todos os períodos avaliados aos carunchos *Acanthoscelides obtectus*, se igualando com a cultivar comercial 112 (cultivar de feijão utilizado para a criação do *A. obtectus*) nos períodos de 48 e 120 horas, os mesmos genótipos e cultivares comerciais também apresentaram em todos os períodos avaliados baixo número de ovos. Para Mazzonetto & Boiça Júnior (1999) os resultados também foram semelhantes com o caruncho *Zabrotes subfasciatus*, o genótipo de feijão que apresentou menor número de insetos atraídos, conseqüentemente foi o que apresentou menor oviposição.

Os genótipos 4, 7, 75, 102 foram os mais atrativos aos carunchos desde o início até ao término das avaliações, a oviposição também se apresentou elevada durante as avaliações. Tucic et al., (1995) assegura que a atratividade das fêmeas de *A. obtectus* a determinados genótipos de feijão está relacionado com a oviposição, cabe a fêmea a difícil tarefa de escolher o melhor hospedeiro para a perpetuação da espécie, portanto, a escolha será por linhagens de feijão que apresentem alta fecundidade ao caruncho. Outro fator que interfere na atratividade dos carunchos é a presença de elementos antinutricionais aos insetos nos grãos de feijão, pois os elementos antinutricionais proporciona insetos menores e conseqüentemente o período de vida adulta também será menor, resultando em baixo número de progênie. As fêmeas escolhem hospedeiros que possam fornecer melhores condições para seus descendentes, principalmente hospedeiros que fornece nutrientes essenciais ao desenvolvimento da larva (RIBEIRO-COSTA & ALMEIDA, 2009). Neste sentido Boiça Júnior & Alonso (2000) observaram que em genótipos de feijão adubados somente com fósforo houve maior preferência aos insetos, conseqüentemente o número de posturas foram maiores que os outros tratamentos. Assim os genótipos adubados com fósforo apresentam condições favoráveis e nutrientes essenciais para o desenvolvimento da prole.

Os genótipos 36, 55 e 60 apresentaram em média 6,6 insetos por genótipo de feijão, para os genótipos 46 e 57 em 96 horas se igualam aos genótipos menos atrativos, em média 7,5 insetos, os genótipos 13, 44 e 97 durante o teste variaram a atratividade de insetos de 3,2 a

9,6 insetos, em 120 horas não apresentam diferença significativa com os genótipos menos ovipositados, 103,4 ovos. Já os genótipos 84 e 120 também apresentam variações de atratividade de insetos adultos de 7,9 a 9,9 insetos, ao término a oviposição se iguala aos genótipos mais ovipositados, com 141,5 ovos. As oscilações que ocorreram na atratividade dos carunchos e no número de ovos durante o andamento do teste, se deve principalmente a fêmea que está a procura pelo melhor hospedeiro, na tentativa de garantir a sobrevivência das gerações seguintes.

Observou-se que o período de atratividade dos genótipos de feijão foi crescente até 72 horas onde ocorreu o auge da atratividade entre os genótipos, a partir de 96 horas o número de insetos nas cultivares de feijão decresceu aumentando a quantidade de insetos fora dos grãos de feijão. Para a oviposição, entre o período de 6 e 12 horas não apresentam grande número de posturas, a partir de 24 a oviposição entre os genótipos foram crescentes atingindo o pico da oviposição em 72 horas, porém em 96 horas há um declínio do número de ovos, aumentando novamente em 120 horas. Este comportamento está relacionado diretamente com as fêmeas de *A. obtectus*, aquelas que permaneceram nos genótipos de feijão ovipositaram em maior quantidade, pois o ciclo de vida dos carunchos está chegando ao fim e o único objetivo nesta fase é a perpetuação da espécie.

Outro fator que está envolvido neste comportamento é o período de acasalamento das fêmeas, já que estes insetos não foram sexados nas primeiras horas de vida, proporcionando oviposições nos primeiros períodos da avaliação. Porém os acasalamentos que ocorreram durante o andamento do teste de livre escolha correspondeu em oviposições mais tardias. Maklakov et al., (2006) explica este comportamento da fêmea quanto a oviposição, alegando que o acasalamento das fêmeas de *A. obtectus* nas primeiras horas de vida reduz a resistência e o período de vida, portanto, fêmeas mais jovens tendem resistir ao acasalamento na tentativa de obter períodos mais longos de vida adulta. Fêmeas que foram acasaladas imediatamente após a eclosão produziram poucos ovos durante as primeiras 48 horas, comparado com as fêmeas que foram expostas aos machos 72 horas após a eclosão, o que proporcionou oviposições mais longínquas e tardias (MAKLAKOV et al., 2007).

Para o teste sem chance de escolha não houve diferença significativa quanto à oviposição, mesmo não avaliando o número de ovos por fêmea, se observa que o número de posturas do teste sem chance de escolha foi menor que no teste de livre escolha. Esses resultados demonstram o comportamento das fêmeas de *A. obtectus* conforme a condução do teste. O teste realizado em condições de livre escolha a fêmea de *A. obtectus* manifesta sua preferência, enquanto que no teste sem chance de escolha a fêmea têm apenas uma

alternativa, que vem afetar diretamente no número de ovos. Resultados semelhantes foram encontrados com o caruncho *Z. subfasciatus*, Wanderley et al., (1997) observaram que no teste de livre escolha houve diferença significativa quanto a oviposição, no entanto, para o teste sem chance de escolha não foi observado diferença significativa entre os genótipos. Portanto, no teste de livre escolha onde os genótipos não apresentam atratividade das fêmeas à oviposição é possível a existência da resistência do tipo não preferência para oviposição (LARA, 1997).

Quanto à viabilidade de ovos não foi apresentado diferença tanto do teste de livre escolha quanto no teste sem chance de escolha já que nos dois testes foram usados a mesma cultivar comercial para a criação dos carunchos, este resultado apóia com Paes et al., (2000) afirmam que as propriedades tóxicas dos grãos de feijão só passam ter efeito quando ingerida pelas larvas, a partir do primeiro instar.

Somente no teste de livre escolha foi encontrada diferença significativa no período ovo adulto. Valores muito parecidos com este teste foram encontrados nos experimentos realizados por Schmale et al., (2002) em amostras vindo diretamente do campo, o ciclo compreendido entre ovo-adulto foi de aproximadamente 35 dias.

Os teores de proteína total e solúvel não apresentaram resistência aos genótipos de feijão ao ataque do caruncho *A. obtectus*. O genótipo 7 apresentou maior teor de proteína total após a infestação do caruncho, este mesmo genótipo apresentou insetos maiores e maior consumo da massa dos grãos de feijão. Os demais genótipos apresentaram teor de proteína total após a infestação menores que o genótipo 7, o peso dos insetos também foram menores, além do que, o genótipo 55 apresentou menor consumo da massa de grãos por larva.

Sales et al., (2000) estudando a toxicidade de proteínas aos carunchos de feijão, constatou que o caruncho *Z. subfasciatus* apresenta toxicidade as proteínas, mas o mesmo resultado não é observado ao *A. obtectus*, isto ocorre porque as proteínas tóxicas aos carunchos causa alteração da estrutura do intestino e na penetração da proteína na hemolinfa de *Z. subfasciatus* mas não ocorre o mesmo para o *A. obtectus*. Schmale et al., (2003) também observaram que a resistência do feijoeiro baseada somente em proteínas não foram eficiente ao ataque de *A. obtectus*, os danos dos carunchos nos grãos de feijão chegaram a 4,7%.

No teste sem chance de escolha não foi encontrado diferenças nos parâmetros adultos emergentes e viabilidade de imaturos, em média foram mais baixa que o teste com chance de escolha, esta resposta possivelmente possa ocorrer devido à forma de condução dos testes. O teste com chance de escolha foi observado três grupos para a viabilidade de imaturos, sendo que os genótipos 3, 97 e a cultivar comercial 192 apresentaram menor viabilidade de

imaturos, além do que, os mesmos genótipos não apresentaram preferência para oviposição, este resultado reafirma com Tucic et al., (1995) a fêmea escolhe o hospedeiro para a oviposição em que apresentem maior fecundidade da espécie.

No teste com chance de escolha foi encontrado genótipos de feijão com alta viabilidade de imaturos, não se diferenciando da cultivar comercial 112, cultivar utilizada para a criação dos carunchos.

Outro fator que está diretamente relacionado com a viabilidade de imaturos é a resistência física dos genótipos de feijão. Bordin et al., 2010 estudando o tempo de cocção dos genótipos de feijão, observou que alguns destes genótipos testados com o *A. obtectus* levaram maior tempo para que os grãos fossem cozidos, este comportamento só ocorre pela integridade do tegumento dos grãos, tornando mais duros.

Se o tegumento do grão de feijão for duro, o gasto de energia da larva de *A. obtectus* será maior ao penetrar no grão, o que pode resultar na morte desta larva. Para Ohtsuka & Toquenaga (2009) as larvas possuem dois comportamentos completamente diferentes, larva pioneira que penetra no grão por si só e a larva seguidora penetra no grão por meio do orifício feito pela larva pioneira, se o tegumento do grão de feijão for duro, a larva pioneira terá muito mais gasto de energia, podendo ocorrer a sua morte, conseqüentemente as larvas seguidoras também não sobreviverão, resultando em menor número de larvas que passará para a fase adulta. Porém os carunchos apresentam adaptabilidade quanto à resistência dos grãos, Messina & Jones (2009) estudando o bruquídeo *Callosobruchus maculatus* percebeu que o primeiro contato dos insetos aos grãos as fêmeas colocaram poucos ovos nas sementes e a viabilidade das larvas foram muito baixa, em 20 gerações a viabilidade larval passou a 80% e em 30 gerações a viabilidade larval já era de 90%.

Não foi observada diferença estatística quanto ao peso dos insetos no teste com chance de escolha, no entanto para o teste sem chance de escolha esta diferença foi perceptível. Para Velten et al., (2007) a proteína arcelina influencia no desenvolvimento larval do *A. obtectus*, fêmeas emergentes das cultivares portadoras de alelos de arcelina apresentaram uma média de redução de peso de 15%, arcelina provoca efeitos sub-letais ao desenvolvimento do caruncho, principalmente em larvas de primeiro ínster. Porém, os mesmos autores afirmam que fatores suplementares, por exemplo, a dureza do tegumento pode ter afetado o desenvolvimento das larvas e conseqüentemente alterada o efeito da arcelina.

No consumo de massa nos grãos de feijão pelos carunchos observou-se que os genótipos 55, 84 e a cultivar comercial 192 apresentaram os menores consumos este resultado ocorreu no teste de livre escolha e repetiu no teste sem chance de escolha que também

apresentaram baixo peso de insetos, ao contrário dos genótipos 3, 4, 47, 75, 97 e 102 onde os insetos apresentaram baixo peso, porém o consumo foi elevado, o que não deixa de ser uma forma de resistência, insetos com menor peso possuem menor tempo de vida adulta e as fêmeas apresentam menor fecundidade. Baldin & Lara (2008) observaram que a variedade de feijão Arc.2 apresentou baixo consumo da massa de grãos, porém os insetos apresentaram maior peso corporal. Este comportamento se deve as substâncias nutricionais contida em cada genótipo de feijão, alguns genótipos apresentam substâncias indigestíveis, havendo a necessidade de maior consumo da massa de grãos, porém outros genótipos não há a presença de substâncias tóxicas o que vai resultar em menor consumo e insetos maiores.

Em análise geral, pode-se relacionar o genótipo 55 resistente ao *A. obtectus* apresentando resistência a não preferência à oviposição além da não preferência para alimentação, pois nos dois testes realizados o consumo da massa dos grãos por larva não foi expressivo, além do que no teste sem chance de escolha o peso corporal dos insetos foram inferiores. Há necessidade de estudos mais profundos quanto aos fatores que levam a resistência deste genótipo que pode ser por fatores bioquímicos que está relacionado com o ciclo de vida dos carunchos e por fatores suplementares, relacionados com a resistência física que os grãos apresentam, devido à toxicidade ou dureza do tegumento quando as larvas penetram os grãos.

## 6 CONCLUSÃO

Os genótipos 3, 13, 36, 44, 46, 47, 55, 57, 60, 68, 97, 108 e as cultivares comerciais 112, 121 e 192 apresentaram baixa atratividade das fêmeas de *Acanthoscelides obtectus* para oviposição, resultando em resistência a não preferência para oviposição. Para os demais parâmetros avaliados o genótipo 55 apresenta maior resistência ao caruncho comparado com os demais genótipos, pois além da resistência não preferência para oviposição, foi encontrado no teste de livre escolha resultados bastante inferiores quanto ao período ovo adulto, viabilidade larval e consumo da massa de grãos. O genótipo 55 também apresentou para o teste sem chance de escolha menor consumo da massa dos grãos e peso de insetos. Quanto o teor de proteína total e solúvel contida em cada genótipo de feijão não houve efeito significativo no processo de resistência dos genótipos de feijão ao caruncho *A. obtectus*, porém existe a necessidade de estudos mais aprofundados quanto aos teores de proteínas envolvidas no processo de resistência. Além da resistência bioquímica das sementes, a resistência física dos grãos também pode estar envolvida no controle do *A. obtectus*. Pesquisas ainda devem ser realizadas na tentativa de controlar o ciclo biológico do caruncho *A. obtectus*, possibilitando a resistência dos genótipos de feijão.

## REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A. A. Induced responses to herbivory and increased plant performance. **Science**, v.279, p.1201-1202, 1998.

ALMEIDA, S. A. de; ALMEIDA, F. de A. C. de; SANTOS, N. R. dos; MEDEIROS, S. S. A.; ALVES, H. da S. Controle do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) utilizando extratos de *Piper nigrum* L. (Piperaceae) pelo método de vapor. **Ciência Agrotecnica**, v. 30, p. 793-797, 2006.

ALVAREZ, N.; HOSSAERT-MCKEY, M.; RASPLUS, J. Y.; MCKEY, D.; MERCIER, L.; SOLDATI, L.; AEBI, A.; SHANI, T.; BENREY, B. Sibling species of bean bruchids: a morphological and phylogenetic study of *Acanthoscelides obtectus* Say and *Acanthoscelides obvelatus* Bridwell. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 43, p.29–37, 2005.

ANTUNES, P. L.; BILHALAVA, A. B.; ELIAS, M. C. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, p.12-18, 1995.

AOAC. Association of official analytical chemists. **Official Methods of Analysis**. Arlington, EUA: AOAC, 1995. 394p.

ARRUDA, H. de. Efeitos de inseticidas e acaricidas em cultura do feijão. **Bragantia**, v. 19, p. 221-227, 1960.

ATHIÉ, I.; PAULA, D. C. de. **Insetos de grãos armazenados aspectos biológicos e identificação**. São Paulo: Varela, 2002. 244p.

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). **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas**, v.33, p. 369-375, 2007.

BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Resistance of stored bean varieties to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). **Insect Science**, v.15, p.317-326, 2008.

BALDIN, E. L. L.; PRADO, J. P. M.; CHISTOVAM, R. S.; DAL POGETO, M. H. F. A. Uso de pós de origem vegetal no controle de *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijoeiro. **BioAssay**, v. 4, p.1-6, 2009.

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**, v.34, p.1805-1810, 1999.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contendo arcelina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, p.113-121, 2000.

BARRETO, B. A.; BERTOLDO, N. G.; CAETANO, W. Efeitos de inseticidas, material inerte e óleo comestível no controle do caruncho do feijão. **Jornal da Armazenagem**, v. 4, p. 6-7, 1983.

BARROS, H. C. H.; ZUCOLOTO, F. S. Performance and host preference of *Ascia monuste* (Lepidoptera: Pieridae). **Journal Insect Physiology**, v. 45, p. 7-14, 1999.

BECKEL, H. dos S.; LORINI, I.; LAZZARI, S. M. N. Efeito do sinergista butóxido de piperonila na resistência de *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera, Silvanidae) a deltametrina e fenitrotiom. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, p.110-114, 2006.

BOFF, M. I. C.; SARTORI, D. V.; BOGO, A. Efeito de extratos de *Piper Nigrum* L. sobre o caruncho-do feijão, *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.31, p. 17-22, 2006.

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**, v. 59, p.35-43, 2000.

BORDIN, L. C.; COELHO, C. M. M.; SOUZA, C. A. de; ZILIO, M. Diversidade genética para a padronização do tempo e percentual de hidratação preliminar ao teste de cocção de grãos de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 890-896, 2010.

BOTELHO, A. C. G.; ARTHUR, V.; AMARAL FILHO, B. F. do. Influência de linhagens de feijão portadoras de variantes da proteína arcelina irradiadas sobre a reprodução de

*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo**, v. 69, p. 95-98, 2002.

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, N. D.; FREITAS, S. T. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo Carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v. 32, p. 911-915, 2002.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye banding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-259, 1976.

BROWN, J. W. S.; MA, Y.; BLISS, F. A.; HALL, T. C. Genetic variation in the subunits of globulin-1 storage protein of french bean. **Theoretical and Applied Genetics**, v.59, p.83-88, 1981.

CANCI, I. J. **Kit Diversidade: Estratégia Fortalecedora dos Sistemas Locais de Conhecimento Informal**. In: CANCI, A.; ALVES, A. C.; GUADAGNIN, C. A. Kit Diversidade estratégia para a segurança alimentar e valorização das sementes locais. Guaraciaba, SC: Gráfica McLee, 2010. p. 73-83.

CARDONA, C.; DICH, K.; POSSO, C. E.; AMPOFO, J. K.; NADHY, S. M. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to the post-harvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) II storage tests. **Tropical Pest Management**, v. 38, p.173-175, 1992.

CASTRO, M. de J. P. de; SILVA, P. H. da; SANTOS, J. R.; SILVA, J. A. L. da. Efeito de pós sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão-caupi. **BioAssay**, v.5, p.1-4, 2010.

CHIU, S. F. Toxicity studies of so-called "inert" materials with the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Journal of Economic Entomology**, v.32, p.240-248, 1939.

CHRISPEELS, M. J.; RAIKHEL, N. V. Lectins, lectin genes, and their role in plant defense. **Plant Cell**, v.3, p.1-9, 1991.

CHURELLA, H. R.; YAO, B. C.; THOMSON, W. A. B. Soybean trypsin inhibitor activity of soy infant formulas and its nutritional significance for the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.24, p.393-397, 1976.

COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A. de; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, v. 37, p. 1241-1247, 2007.

COELHO, C. M. M.; ZÍLIO, M. PIAZZOLI, D.; FARIAS, F. L.; SOUZA, C. A. de.; BORTOLUZZI, R. L. da C. Influência das características morfológicas e físicas dos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na sua capacidade de hidratação e cocção. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 105-107, 2007.

COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.97-105, 2010a.

COELHO, C. M. M.; ZILIO, M.; SOUZA, C. A.; GUIDOLIN, A. F.; MIQUELLUTI, D. J. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1177-1186, 2010b.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[HTTP://www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em 31 jan.2011.

COSTA, N. P. da.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Efeito de genótipos de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, v.33, p.77-83, 2004.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional em feijão preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1443-1449, 2007.

FANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de feijão**. Piracicaba: Ceres, 2007. 386p.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 31 jan.2011.

FERRY, N.; EDWARDS, M. G.; GATEHOUSE, J.; CAPELL, T.; CHRISTOU & GATEHOUSE, A. M. R. Transgenic plants for insect pest control: a forward looking scientific perspective. **Transgenic Research**, v.15, p.13-19, 2005.

FRANCO, O. C.; MELO, F. R.; SILVA, M. C. M. da; GROSSI DE SÁ, M. F. Resistência de plantas a insetos: inibidores de enzimas e a obtenção de plantas resistentes. *Biotecnologia. Ciência & Desenvolvimento*, v.2, p.36-40,1999.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; 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. 920p.

GEIL, P. B.; ANDERSON, J. W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. *Journal of the American College of Nutrition*, v.13, p.549-558, 1994.

GEPTS, P.; KMIECIK, K.; PEREIRA, P.; BLISS, F. A. Dissemination pathways of the common beans (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) deduced from phaseolin electrophoretic variability. I. The Americas. *Economic Botany*, v.42, p.73-85, 1988.

GOOSSENS, A.; QUINTERO, C.; DILLEN, W.; RYCKE, R. de; VALOR, J. F.; CLERCQ, J. de; MONTAGU, M. V. ; CARDONA, C.; ANGENON, G. Analysis of bruchid resistance in the wild common bean accession G02771: No evidence for insecticidal of arcelin 5. *Journal of Experimental. Botany*, v.51, p.1229-1236, 2000.

GOULD, F. Sustainability of transgenic insecticidal cultivars: Integrating pest genetics and ecology. *Annual Review of Entomology*, v.43, p.701-726, 1998.

GRAHAM, P. H.; RANALLI, P. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Field Crops Research*, v. 53, p. 131-146, 1997.

GUZZO, E. C. **Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) (Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthoscelides obtectus* (Say) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera:Bruchidae) e o seu uso associado com inseticidas botânicos: 2008. 116 p.** Tese (Doutorado em Ciências: na área de concentração de Entomologia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo.

HALSTEAD, D. G. M. External sex differences in stored- products Coleóptera. *Bulletin of Entomological Research*, v.54, p.119-134, 1963.

HEMINGWAY, J. The molecular basis of two contrasting metabolic mechanisms of insecticide resistance. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, v.30, p.1009–1015, 2000.

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

ICEPA. **Síntese da agricultura de Santa Catarina - 2001-2002**. Florianópolis: Instituto CEPA. 204p. 2002.

ICEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Instituto CEPA, 377p. 2004.

IMENES, S. de L.; IDE, S. Principais grupos de insetos pragas em plantas de interesse econômico. **Biológico**, v.64, p.235-238, 2002.

JAUER, A.; DUTRA, L. M. C. D.; ZABOT, L.; UNRY, D.; LUDWIG, M. P.; FARIAS, J. R.; GARCIA, D. C.; LÚCIO, A. D.; FILHO, O. A. L.; PORTO, M. D. de M. Efeitos da população de plantas e de tratamento fitossanitário no rendimento de grãos do feijoeiro comum, Cultivar “TPS Nobre. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1374-1379, 2006.

LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; MENEZES, E. W. de. **Qualidade nutricional**. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J.O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 1-21.

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

LIENER, I. E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.34, p.31-67, 1994.

LIMA, A. da C. **Insetos do Brasil: Coleópteros**. Rio de Janeiro, 1955. 327 p. Disponível em: <[http://www.acervodigital.ufrrj.br/insetos/insetos\\_do\\_brasil/conteudo/tomo\\_07/tomo07.pdf](http://www.acervodigital.ufrrj.br/insetos/insetos_do_brasil/conteudo/tomo_07/tomo07.pdf)>. Acesso em 24 abril, 2011.

LITTEL, R. C.; FREUND, R. J.; SPECTOR, P. C. **SAS System for Linear Models**. 3. ed. SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA. 1991, 329 p.

LORINI, I. **Controle integrado de pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA, 1998, 52p.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. de B.; HENNING, A. A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento – série sementes**. EMBRAPA, 2009. 10p. Circular Técnica, 73.

LOURENÇÃO, A. L.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. L. A. C. de; RECO, P. C.; FUGI, C. G. Q.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Avaliação de danos de insetos e de severidade de oídio em genótipos de soja. **Bragantia**, v.64, p.423-433, 2005.

KYAMANYWA, S.; BISIKWA, J.; AYESIGA, R. Effect of kawunyila (*Chenopodium* sp.) and other traditional storage protectants on population of bean bruchids (*Acanthoscelides obtectus*) and their damage on stored beans. **African Crop Science Journal**. v.7, p.207-215, 1999.

MACHADO, A. T. Manejo da agrobiodiversidade com enfoque no melhoramento participativo, 2006. **Revista Agricultura Biodinâmica**, Ano 23, nº 93, p.1-28. Disponível em: <<http://www.biodinamica.org.br/Revista%20Biodinâmica/93.pdf>> Acesso em 24 maio, 2011.

MACIEL, F. L.; GERALD, L. T. S.; ECHEVERRIGARAY, S. Variation of phaseolin and other soluble proteins among cultivars and landraces of common beans of south-Brazil. **Journal of Genetics and Breeding**, v.53, p.149-154, 1999.

MAIA, M. C. C.; VELLO, N. A.; ROCHA, M. de M.; JÚNIOR, N. S. da F.; LAVORANTE, O. J.; PINHEIRO, J. B.; DIAS, C. T. dos S.; ASSIS, G. M. L. de. Seleção de linhagens experimentais de soja para características agrônômicas e tolerância a insetos. **Bragantia**, v. 68, p.85-97, 2009.

MAITI, R. *Phaseolus Spp.* **Bean Science**. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., 1997, 534 p.

MAKLAKOV, A. A.; KREMER, N.; ARNQVIST, G. Ageing and the evolution of female resistance to remating in seed beetles. **Biology Letters**, v.2, p. 62-64, 2006.

MAKLAKOV, A. A.; KREMER, N.; ARNQVIST, G. The effects of age at mating on female life-history traits in a seed beetle. **Behavioral Ecology**, v.18, p.551-555, 2007.

MARTELETO, P. B.; LOMÔNACO, C.; KERR, W. E. Respostas fisiológicas e comportamentais de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Neotropical Entomology**, v.38, p.178-185, 2009.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas de laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agrária**, v.8, p.1-17, 2007.

MARTINS, D. dos S.; BARRIGOSI, J. A. F.; SILVA, da R. F. Efeito de danos do caruncho (*Acanthoscelides obtectus* Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, p. 91-100, 1987.

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 do Brasil**, v.28, 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**, v.31, p.435-439, 2002.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, v.32, p.145-149, 2003.

MEIRELLES, L. R.; RUPP, L. C. D. **Biodiversidade passado, presente e futuro da humanidade**. 2006. 84p.

MELLO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Journal of Plant Physiology**, v.14, p. 71-81, 2002.

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P. de; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. de F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1114-1121, 2007.

MESSINA, F. J.; JONES, J. C. Does rapid adaptation to a poor-quality host by *Callosobruchus maculatus* (F.) cause cross-adaptation to other legume hosts? **Journal of Stored Products Research**, v.45, p.215–219, 2009.

MULIMANI, V. H.; PARAMJYOTHI, S. Effect of heat and u.v. on trypsin and chymotrypsin inhibitor activities in redgram (*Cajanus cajan* L.). **Journal of Food Science and Technology**, v.30, p.62-63, 1993.

NDOMO, A. F.; NGAMO, L. T.; TAPONDJOU, L. A.; TCHOUANGUEP, F. M.; HANCE, T. Insecticidal effects of the powdery formulation based on clay and essential oil from the

leaves of *Clausena anisata* (Willd.) J. D. Hook ex. Benth. (Rutaceae) against *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal Pest Science**, v. 81, p. 227–234, 2008.

NDOMO, A. F.; TAPONDJOU, L. A.; NGAMO, L. T.; HANCE, T. Insecticidal activities of essential oil of *Callistemon viminalis* applied as fumigant and powder against two bruchids. **Journal of Applied Entomology**. v.134, p. 333–341, 2010.

NIELSEN, S. S. Digestibility of legume proteins. **Food Technology**, v. 45, p. 112-114, 1991.

OHTSUKA, Y.; TOQUENAGA, Y. Pioneer-Follower dilemma game in *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). **Japan Ethological Society and Springer**, v. 27, p. 131-136, 2009.

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**, v. 71, p. 847-855, 1986.

PADIN, S.; DAL BELLO, G.; FABRIZIA, M. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. **Journal of Stored Products Research**. v. 38, 69-74, 2002.

PAES, N. S.; GERHARDT, I. R.; COUTINHO, M. V.; YOKOYAMA, M.; SANTANA, E.; HARRIS, N.; CHRISPEELS, M. J.; GROSSI de SA, M. F. The effect of arcelin-1 on the structure of the midgut of bruchid larvae and immunolocalization of the arcelin protein. **Journal of Insect Physiology**, v.46, p.393–402, 2000.

PAPACHRISTOS, D. P.; KARAMANOLI, K. I.; STAMOPOULOS, D. C.; SPIROUDI, U. M. The relationship between the chemical composition of three essential oils and their insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Pest Management Science**. v.60, p. 514–520, 2004.

PARSONS, D. M. J.; CREDLAND, P. F. Determinants of oviposition in *Acanthoscelides obtectus*: a nonconformist bruchid. **Physiological Entomology**, v. 28, p. 221-231, 2003.

PELWING, A. B.; FRANK, L. B.; BARROS, I. I. B. de. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia & Sociologia Rural**, v.46, p. 391-420, 2008.

PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R. **Identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados a produtos armazenados**. Passo Fundo. 2006. 28p. Documentos online 75. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc>. Acesso 01 mar.2011.

PEREIRA, T. **Diversidade Genética para o centro de origem e o teor de nutrientes dos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC. Lages, SC.

PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F.; MIQUELLUTI, D. J. Diversity in common bean landraces from South Brazil. **Acta Botanica Croatica**, v. 68, p.79–92, 2009.

PINTO JR, A. R. Eficiência de terra de diatomáceas no controle de algumas pragas de milho armazenado a granel. **Revista da FZVA**, v.15, p. 61-70. 2008.

PINTO JR, A. R; LAZZARI, F. A; LAZZARI, S. M. N. Controle de *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) com diferentes doses de terra diatomácea (dióxido de sílica). **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.3, p.75-79, 2005.

PROCÓPIO, S. de O.; VENDRAMIM, J. D.; JÚNIOR, J. I. R.; SANTOS, J. B. dos. Efeito de pós vegetais sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.)(Coleoptera: Bruchidae). **Revista Ceres**, v. 50, p.395-405, 2003.

PURCELL, J. P.; GREENPLATE, J. T.; SAMMONS, R. D. Examination of midgut luminal proteinase activities in six economically important insects. **Insect Biochemistry Molecular Biology**, v. 22, p. 41-47, 1992.

RIBEIRO- COSTA, C. S.; ALMEIDA, L. M. **Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae)**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Bioecologia e nutrição de insetos. Brasília, DF: Embrapa, 2009, p. 523-567.

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**, v. 36, p.560-564, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2008.

RYAN, C. A. Protease inhibitors in plants: Genes for improving defenses against insects and pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, v.28, p.425-440, 1990.

SALES, M. P.; GERHARDT, I. R.; GROSSI-DE-SA, M. F.; XAVIER-FILHO, J. Do legume storage proteins play a role in defending seeds against bruchids? **Plant Physiology**, v.124, p. 515-522, 2000.

SANTANU, B.; ROY, A.; SAMPA, D. Binding of garlic (*Allium sativum*) leaf lectin to the gut receptors of homopteran pests is correlated to its insecticidal activity. **Plant Science**, v. 161, p.1025-1033, 2001.

SAS Institute Inc<sup>®</sup> 2003 SAS Ver. 9.1 . 3 SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA. Lic. UDESC.

SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Field infestation of *Phaseolus vulgaris* by *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae), parasitoid abundance, and consequences for storage pest control. **Pest Management and Sampling**, v.31, p.859-863, 2002.

SCHMALE, I.; WACKERS, F. L.; CARDONA, C.; DORN, S. Combining parasitoids and plant resistance for the control of the bruchid *Acanthoscelides obtectus* in stored beans. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.401–411, 2003.

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

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em 20 fev.2011.

SGARBIERI, V. C.; WHITAKER, J. R. Physical, chemical, and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. **Advances in Food Research**, v.28, p.93-166, 1982.

SILVA, A. da; PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; ALMEIDA, J. A. de; SCHMITT, C. Teor de fitato e proteína em grãos de feijão em função da aplicação de pó de basalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p. 147-152, 2011

SILVA, M. C. M. da; GROSSI DE SÁ, M. F.; CHRISPEELS, M. J.; TOGAWA, R. C.; NESHICH, G. Analysis of structural and physico-chemical parameters involved in the specificity of binding between  $\alpha$ -amylases and their inhibitors. **Protein Engineering**, v.13, p. 167-177, 2000.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M. C. Interação Planta Inseto. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.12, p.38-42, 2000.

STAMOPOULOS, D. C. Effects of four essential oil vapours on the oviposition and fecundity of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae): Laboratory evaluation. **Journal Stored Products Research**, v.27, p.199–203, 1991.

STROBL, S.; MSKOS, K.; BETZ, M.; WIEGAND, G.; HUBER, R.; GOMI-RÜTH, F. X.; GLOCKSHUBER, R. Crystal structure of yellow meal worm  $\alpha$ -amylase at 1,64 Å resolution. **Journal Biology**, v. 278, p. 616-628, 1998.

TUCIC, N.; MILANOVIC, D.; MIKULJANAC, S. Laboratory evolution of host plant utilization in the bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*). **Genetics Selection Evolution**, v.27, p.491-502, 1995.

TUCIC, N.; SESLIJA, D. Genetic architecture of differences in oviposition preference between ancestral and derived populations of the seed beetle *Acanthoscelides obtectus*. **Heredity**, v.98, p. 268-273, 2007.

VAN DAMME, E. J. M.; BARRE, A.; BEMER, V.; ROUG, P.; LEUVEN, V.; PEUMANS, W. J. A lectin and a lectin-related protein are the two most prominent proteins in the bark of yellow wood (*Cladrastis lutea*). **Plant Molecular Biology**, v.29, p.579–598, 1995.

VAN SCHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. **Common beans: research for crop improvement**. Cali: CIAT, 1991. 980p.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. **Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos**. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Bioecologia e nutrição de insetos. Brasília, DF: Embrapa, 2009, p. 1056-1105.

VELTEN, G.; ROTT, A. S.; CARDONA, C.; DORN, S. The inhibitory effect of the natural seed storage protein arcelin on the development of *Acanthoscelides obtectus*. **Journal of Stored Products Research**. v.43, p.550–557, 2007.

VILHORDO, B. W.; MIKUSINSKI, O. M. F.; BURIN, M. E.; GANDOLFI, V. H. **Morfologia**. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; OSTE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. Cultura do feijoeiro no Brasil. Piracicaba: POTATOS, 1996. p.71-99.

WANDER, A. E. **Cultivo do feijão irrigado na região noroeste de minas gerais. Sistemas de produção**. EMBRAPA, 2005. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 20 fev. 2011.

WANDER, A. E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Informações Econômicas**, v. 37, p. 7-21, 2007.

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