

JOSIANE MOURA DO NASCIMENTO



**DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL DE *Callosobruchus maculatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI**

RIO BRANCO - AC

2016

JOSIANE MOURA DO NASCIMENTO

**DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL DE *Callosobruchus maculatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Adalberto Hipólito de Sousa
Co-orientador: Dr. Vanderley B. dos Santos

RIO BRANCO - AC

2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

N244d Nascimento, Josiane Moura do, 1992 -
Desenvolvimento populacional de *Callosobruchus maculatus*
(Coleoptera: Bruchidae) em variedades de feijão-caupi / Josiane Moura do
Nascimento – 2016.
43 f.; Il; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Curso de
Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção
Vegetal, 2016.

Inclui referências bibliográficas.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Hipólito de Sousa.

Co-Orientador: Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos.

1. Resistência de planta - feijão-caupi - Acre 2. Interação inseto-planta
3. Antibiose I. Título.

CDD: 630.98112

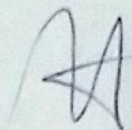
Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11: 1003.

JOSIANE MOURA DO NASCIMENTO

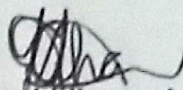
DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL DE *Callosobruchus maculatus* (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM VARIEDADES DE FEIJÃO-CAUPI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

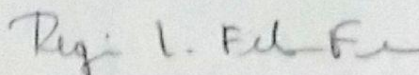
APROVADA em 23 de março de 2016



Prof. Dr. Adalberto Hipólito de Sousa
Universidade Federal do Acre
Orientador



Profa. Dra. Lidianne Assis Silva
Universidade Federal do Acre
Membro



Profa. Dra. Regina Lúcia Félix Ferreira
Universidade Federal do Acre
Membro

RIO BRANCO - AC
2016

Aos meus pais José Araújo e Fátima Lima

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente em minha vida, guiando-me e abençoando toda minha jornada;

À Universidade Federal do Acre e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal;

Ao meu orientador Dr. Adalberto Hipólito de Sousa, por toda paciência, contribuição, ensinamentos, disponibilidade e apoio incondicional na minha vida acadêmica e por sua amizade.

Ao meu co-orientador, Dr. Vanderley Borges dos Santos, pela contribuição deste trabalho e apoio.

À minha mãe Fátima Lima de Moura, por toda forma de incentivo, além dos meus irmãos Fabiano Moura do Nascimento e Jovânia Moura do Nascimento, essenciais na minha vida.

À minha grande amiga Shyrlene Oliveira da Silva, meu exemplo de força e parceria em todas as conquistas.

Aos meus queridos amigos Schumacher Andrade Bezerra e Lucas Martins Lopes, por toda contribuição valiosa, convivência e amizade.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

À banca examinadora, Dr^a Regina Lúcia Felix Ferreira e Dr^a Lidianne Assis Silva, pela disponibilidade em participar e pelas contribuições valiosas deste trabalho.

A todos os meus familiares e amigos, que torceram por mim e me apoiaram, mesmo que indiretamente, acompanhando a expectativa para a finalização deste trabalho, muito obrigada, Romário Monteiro, Rosália Moreira, Ediu Carlos, Chayana Chaim, Gilcineide Pires, Julho Roque, Julio Veras, Anderson Andrey, Jonatas Sampaio, Tawanny Rocha, Thalles Cordeiro, Porfírio Ponciano, Pablo Selhorst, Suely Ribeiro e Thais Uchoa.

“A persistência é o caminho do êxito.”

Charles Chaplin

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a taxa de desenvolvimento do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em variedades de feijão-caupi. O feijão-caupi representa uma fonte de alimento com altos teores de proteínas e aminoácidos essenciais, possuindo grande importância econômica, social e alimentar. Um dos principais fatores que influenciam a produtividade do feijoeiro é o ataque de pragas, causando sérios prejuízos principalmente durante o armazenamento. Entre as principais pragas, destaca-se o *Callosobruchus maculatus* por provocar perdas quantitativas e qualitativas. O controle desse inseto-praga é feito principalmente por inseticidas sintéticos, no entanto, devido às preocupações decorrentes do seu uso, relacionados à saúde humana, resistência dos insetos e preços dos insumos, outros métodos alternativos de controle têm sido buscados. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal do Acre, no Laboratório de Entomologia, com oito variedades provenientes dos municípios de Brasiléia, Rio Branco, Rodrigues Alves e Sena Madureira, pertencentes ao Estado do Acre, Brasil. As variedades testadas foram: Arigozinho, Baiano, Corujinha, Feijão-de-corda, Manteigão, Manteiguinha Vermelho, Manteiguinha e Quarentão. Realizou-se testes sem chance de escolha, avaliando-se taxas de emergência diária normalizada, taxas de emergência diária, emergência acumulada normalizada (%), total de insetos emergidos, massa de 100 grãos (g) e perda de massa (%). O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. As curvas de emergências foram submetidas a regressões não-lineares com auxílio do software Sigma Plot, versão 13.3. As variáveis total de insetos, massa de 100 grãos (g) e perda de massa (%) foram submetidas à análises de variância e agrupadas pelo Teste de Skott-Knott. As variedades Manteigão e Quarentão apresentam os melhores resultados de seleção em relação aos parâmetros testados, apresentando possivelmente resistência do tipo antibiose. As cultivares Corujinha, Manteiguinha Vermelho, Baiano, Arigozinho, Manteiguinha e Feijão-de-corda, apresentam baixa resistência ao *C. maculatus*.

Palavras-Chave: Resistência de planta. Interação inseto-planta. Antibiose.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the development rates of the weevil *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) in landraces of cowpea. Cowpea is a source of food with high protein content and essential amino acids, having great economic, social and food importance. One of the main factors influencing the bean yield is the pest attack, causing serious damage, especially during storage. Among the major pests, we highlight the *Callosobruchus maculatus* that causes quantitative and qualitative losses. The control of this insect pest is mainly made by using synthetic insecticides, however due to concerns arising from its use, related to human health, insect resistance and ingredient prices, alternative control methods have been sought. The work was conducted at the Federal University of Acre, in the Laboratory of Entomology, with eight landraces from the municipalities of Brasiléia, Rio Branco, Rodrigues Alves and Sena Madureira, belonging to the State of Acre, Brazil. The investigated landraces were Arigozinho, Baiano, Corujinha, feijão-de-corda, Manteigão, Manteiguinha Vermelho, Manteiguinha and Quarentão. Tests were conducted with no chance of choice, evaluating standard daily emergency rates, daily emergency rates, normalized cumulative emergence (%), total of emerged insects, weight of 100 grains (g) and weight loss (%). The experimental design was completely randomized with four replications. The emergency curves were subjected to non-linear regressions with the aid of the software Sigma Plot, version 13.3. The variables total insects, weight of 100 grains (g) and weight loss (%) were submitted to analysis of variance and grouped by Skott-Knott test. The Manteigão and Quarentão varieties showed the best results of selection in relation to the tested parameters, possibly showing resistance to antibiosis type. The landraces Corujinha, Manteiguinha Vermelha, Baiano, Arigozinho, Manteiguinha and feijão-de-corda, showed low resistance to *C. maculatus*.

Keywords: Plant resistance. Insect-plant interaction. Antibiosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Variedades de caupi (<i>Vigna unguiculata</i>).....	23
Figura 2 -	Emergência acumulada normalizada de <i>C. maculatus</i> em oito variedades de feijão <i>V. unguiculata</i>	28
Figura 3 -	Média do número total de insetos adultos de <i>C. maculatus</i> emergidos em variedades de caupi. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,005$).....	29
Figura 4 -	Emergência diária normalizada de <i>C. maculatus</i> em oito variedades de feijão <i>Vigna unguiculata</i>	30
Figura 5 -	Emergência diária (insetos/frasco) de <i>C. maculatus</i> em oito variedades de feijão <i>Vigna unguiculata</i>	31
Figura 6 -	Massa de 100 grãos (g) de variedades de caupi. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,005$).....	32
Figura 7 -	Perda de massa de feijões de variedades de caupi após o encerramento dos bioensaios de desenvolvimento populacional de <i>C. maculatus</i> . Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,005$).....	33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Sumário das análises de regressão não-lineares das curvas de emergência acumulada normalizada, emergência diária e diária normalizada de *C. maculatus*. Sobre os parâmetros estimados das curvas de emergência: Acumulada Normalizada (a = valor máximo do curva; b = ponto de inflexão da curva e c = forma da curva); Diária Normalizada e Diária (a = pico máximo da emergência; b = tempo em que ocorre o pico da emergência e c = desvio padrão do parâmetro b26
- Tabela 2 - Análises de correlação de Pearson.....27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 FEIJÃO-CAUPI.....	15
2.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS DO <i>Callosobruchus maculatus</i>	17
2.3 RESISTÊNCIA DE PLANTAS	18
2.4 RESISTÊNCIA DO FEIJÃO À <i>Callosobruchus maculatus</i>	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 CRIAÇÕES DE INSETOS.....	22
3.2 BIOENSAIOS DE DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL.....	22
3.3 GENÓTIPOS DE CAUPI.....	24
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	24
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 RESULTADOS.....	25
4.2 DISCUSSÃO.....	34
5 CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma leguminosa granífera muito utilizada na alimentação humana. É excelente fonte de proteínas e aminoácidos essenciais. Possui grande importância social, econômica e alimentar por ser um dos grãos mais consumidos no Brasil, pois serve de base para a preparação culinária (OLIVEIRA et al., 2013). No Acre o feijão-caupi é cultivado em terras altas e nas praias originadas de vazantes dos principais rios, envolvendo pequenos agricultores familiares em áreas de aproximadamente dois hectares, gerando importância econômica com emprego e renda aos produtores locais (SANTOS et al., 2013).

Um dos principais problemas na produtividade do feijão-caupi é o ataque de insetos-pragas no grão, ocasionando danos na cultura que podem surgir desde o campo. Entre elas, destaca-se o Caruncho-do-feijão (*Callosobruchus maculatus*) que são besouros que apresentam o corpo robusto e estreitado na região anterior, possuem aproximadamente 3 milímetros de comprimento e ciclo médio de 22 a 25 dias (FARONI; SOUSA, 2006; QUINTELA et al., 1991). As infestações por *C. maculatus* iniciam no campo, as fêmeas põem em média 80 ovos na superfície do grão, após nascerem, as larvas ocasionam danos consequentes da penetração, e também da alimentação dos cotilédones. No interior do grão, ocorre o desenvolvimento das larvas e a transformação em adultos, após encontrarem uma saída do grão, reinicia-se o processo de reprodução (MARSARO JÚNIOR, 2011; ALMEIDA, 2005).

Devido aos danos causados pelas larvas, ocorrem alterações no grão, referentes a perda de massa, grau de higiene do produto, diminuição do poder germinativo e valor nutritivo, comprometendo o produto para comercialização e consumo, pela presença de ovos e insetos (ALMEIDA et al., 2005). Durante o armazenamento ocorre grandes perdas devido à condições do ambiente em que a massa de grãos se encontra, com altos índices de umidade e impurezas associadas ao lote, graus de infestação dos grãos, falta de conhecimento dos princípios de conservação e o ataque de pragas (FARONI; SOUSA, 2006; LOECK, 2002). O risco de infestação ocasionado pelo inseto inibe as iniciativas referentes à estocagem, acentuando a instabilidade de preços, levando o agricultor a vender toda sua produção logo após a colheita, restringindo a possibilidade de incrementos em sua rentabilidade (BARRETO; QUINDERÉ, 2000).

O controle de insetos-praga de grãos armazenados é realizado principalmente por meio de inseticidas sintéticos, fosfina PH_3 , piretróides e organofosforados

(PIMENTEL et al., 2012). Contudo, existe a preocupação dos consumidores em relação à qualidade do alimento, o uso indiscriminado dos inseticidas químicos, pode ocasionar efeitos colaterais, desta forma busca-se o desenvolvimento de novas técnicas no controle de pragas (TAVARES; VENDRAMIM, 2005). Além disso, a utilização do método de controle químico inclui itens referentes ao preço dos insumos, mão-de-obra e o material usado na aplicação, tornando-o inviável para pequenos produtores. Esses fatos conduzem a necessidade de métodos de controles alternativos, como utilização de plantas resistentes (SOARES et al., 2005).

O uso de variedades que possuem algum tipo de resistência genética é uma alternativa para o controle do caruncho de forma vantajosa, pois mantém as pragas abaixo do nível de dano econômico e não tem custo adicional. Alguns estudos têm demonstrado a existência de genótipos de feijão-caupi resistentes à *C. maculatus* (BARRETO; QUINDERÉ, 2000; LOPES et al., 2016; SOMTA et al., 2006). Diversos fatores são atribuídos à resistência de grãos a insetos, como a presença de proteínas, inibidores de tripsina no caso de resistência dos genótipos de feijão-caupi, envolvendo a não preferência para postura e antibiose, caracterizada pela redução do número de adultos emergidos e pelo alongamento do período de ovo a adulto (ARAÚJO; WATT, 1988).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a taxa de desenvolvimento populacional de *C. maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Devido a maior demanda por alimentos, consequência do aumento da população mundial, as lavouras são de suma importância no abastecimento, sendo necessários cultivos diversificados, que possam desempenhar além de funções econômicas, sociais, por inserir grande parte dos pequenos agricultores na cadeia produtiva (MORAIS, 2011).

Um dos fatores que podem limitar a produtividade das lavouras de feijoeiro está relacionado à qualidade fisiológica das sementes, tendo fundamental importância no rendimento da cultura, refletindo no bom desempenho dos lotes (SANTOS et al., 2013). Outro fator relevante é o ataque de insetos-pragas resultante da interação com a planta, sendo necessário utilizar métodos de controles alternativos tendo em vista os prejuízos do *C. maculatus* durante o armazenamento do feijão *Vigna*, os elevados preços dos defensivos químicos e seus problemas decorrentes do uso inadequado (LIMA et al., 2001).

2.1 FEIJÃO-CAUPI

O feijão (*Vigna unguiculata* L.) conhecido como feijão-de-corda ou feijão-caupi, apresenta grande importância econômica, social e alimentar, pois é um dos produtos que possuem alto teor de proteína, além de ser rico em diversos nutrientes. Os agricultores familiares no Acre trouxeram o hábito de cultivo e consumo da região nordeste (NASCIMENTO et al., 2012).

É um alimento de fácil acesso para a população de baixa renda. A cultura apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica, adaptado ao clima quente e o hábito de crescimento pode ser determinado ou indeterminado, são plantas de porte ereto, semiereto, dependendo do genótipo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

É uma cultura de origem africana, e introduzida no Brasil pelos portugueses durante o processo de colonização, cultivado principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al., 2011). É uma espécie que se adapta facilmente as condições climáticas da região, possui uma ampla variabilidade genética e um elevado valor nutricional. Entre os maiores produtores estão os estados do Ceará, Piauí e Pernambuco (MELO et al., 2012).

O feijão é cultivado em regiões tropicais e subtropicais de diversos países e tem uma excelente perspectiva no mercado internacional. A produção mundial aumentou significativamente entre os anos de 1961 e 2005. O Brasil é considerado o maior produtor mundial de feijão, sendo cultivado por pequenos e grandes agricultores em todas as regiões (FREIRE FILHO et al., 2011). Podem ser cultivado em quase todos os tipos de solo, dando destaque para os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Flúvicos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002).

O plantio do feijão caupi se concentra na região Norte. As lavouras se encontram predominantemente em fase de frutificação e maturação, sendo a colheita ainda incipiente. Devido a ocorrência de chuvas na colheita, há perdas pontuais, porém, de modo geral, as lavouras apresentam potencial de bons resultados, estimando-se uma produtividade média de 1.355 kg.ha⁻¹. A produção estimada é de 200,5 mil toneladas, 22% superior à safra 2014/15 (CONAB, 2016). De acordo com Oliveira et al. (2012) é de suma importância realizar estudos com várias cultivares, pois há variação genética, podendo apresentar variações nos valores de comprimento, larguras e espessuras das sementes, assim como diferenças no desempenho nos lotes comercializados.

A possível causa de variabilidade genética do feijoeiro é a capacidade de ser cultivado em grande diversidade de ambientes, sendo necessárias avaliações do potencial de uso agrícola e nutricional (RIBEIRO et al., 2008). Para exploração dos estudos envolvendo genética das cultivares é interessante contemplar trabalhos com diferentes épocas de semeadura e densidades populacionais (SILVA, 2011). Em relação as suas características qualitativas, deve-se dá importância a sua conservação, pois pode assegurar o valor comercial do produto (RIBEIRO et al., 2007).

2.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS *Callosobruchus maculatus*

Segundo Faroni e Sousa (2006) os insetos destacam-se como um dos principais agentes causadores de perdas na produção dos grãos armazenados, promovendo danos significativos na qualidade e quantidade do produto, em que os insetos apresentam características de acordo com o ambiente em que se encontram, são pequenos e possuem capacidade de se movimentar em espaços reduzidos e em altas profundidades.

Os insetos são as principais pragas responsáveis pela redução da produtividade das culturas. Ocorre em diversas fases do desenvolvimento das plantas, desta forma, o conhecimento da interação inseto/planta é essencial, pois o ataque de pragas podem causar perdas na quantidade e qualidade do produto a ser comercializado. (SILVA FILHO; FALCO, 2012). Entre as principais pragas do feijão estão as espécies *Acanthoscelides obtectus* (Say), *Callosobruchus maculatus* (F.) e *Zabrotes subfaciatus* (Boh.) (FARONI; SOUSA, 2006).

O caruncho *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae) é uma praga que em todo o mundo infesta vagens nos campos, assim como sementes armazenadas. A taxa de infecção no caupi é muito baixa na época da colheita e pode ser indetectável (HUIGNARD et al., 1985). O inseto está amplamente distribuído em todas as regiões tropicais e subtropicais e parece ser a espécie dominante na África onde parece ter se originado, sendo uma praga muito importante de feijão-frade(PEREIRA et al., 2008). Perdas de grãos devido a insetos-pragas é um sério problema em todo o mundo. Os ovos são colocados em vagens ou diretamente em sementes de leguminosas, os insetos geralmente passam a vida larval dentro da semente, escavando cavidades no qual se alimentam. Normalmente a pupação ocorre dentro das sementes, no entanto, alguns insetos dessa família, podem fixar suas larvas no exterior da semente (SUBRAMANYAM; HAGSTRUM, 1995).

Os insetos reduzem significativamente a germinação das sementes, isto ocorre devido à idade do inseto, em paralelo com seu desenvolvimento, em que a simples abertura de alguns orifícios feitos pelos insetos, auxilia na entrada de fungos que também vão interferir no poder germinativo (LOECK, 2002). Com a utilização de métodos alternativos, procuram-se técnicas que permitam manejar a resistência que os insetos podem adquirir com o uso contínuo de produtos químicos, assim como

estratégias para viabilizar a rentabilidade da cultura, com redução do uso de inseticidas, sem eliminação de inimigos naturais e sem prejudicar o meio ambiente (MAZZONETO; BOIÇA JÚNIOR, 1999).

A interação do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) versus o bruquídeo (*C. maculatus*), apresenta uma relação interespecífica antagônica, no qual a larva do inseto prejudica a qualidade do grão, causando danos significativos, diminuindo seu poder germinativo e reduzindo seu potencial para comercialização, sendo assim, um método alternativo no controle é a resistência genética da planta ao bruquídeo (APPLEBY; CREDLAND 2003; MOTA et al. 2002; OLIVEIRA, et al., 2015).

2.3 RESISTÊNCIAS DE PLANTAS

De acordo com Franco et al. (1999) os insetos-pragas podem ser responsáveis por grandes perdas na agricultura, causando injúrias ao se alimentar dos tecidos das plantas, reduzindo a qualidade e quantidade para a comercialização. Entretanto, a seleção de plantas com características de resistência, tem sido um método estudado como alternativo ao controle químico, apresentando vantagens como aumento da produção, facilidade na sua utilização, custo, harmonia com o ambiente e compatibilidade de ser utilizado com outros métodos de controle.

As plantas desenvolveram diferentes mecanismos para reduzir o ataque de insetos, incluindo respostas específicas que ativam diferentes vias metabólicas as quais alteram consideravelmente suas características químicas e físicas. Por outro lado, os insetos desenvolveram várias estratégias para superar as barreiras defensivas das plantas, permitindo a sua alimentação, desenvolvimento e reprodução em seus hospedeiros (MELLO; SILVA FILHO, 2002).

Para Francelli e Vendramim (2008), um dos componentes de produção integrada é o método de adoção do manejo integrado de pragas (MIP), que por sua vez, dá destaque ao uso de plantas resistentes, visando o aumento da produção. Em sua constituição genotípica, uma planta é considerada resistente quando sofre menos danos do que outra planta, influenciado pelo ataque dos insetos em condições de igualdade, agindo como mecanismo de defesa (MAIA et al., 2009).

Existem três tipos gerais de resistência em plantas, antibiose, antixenose (não-preferência) e tolerância. A antibiose produz um efeito adverso sobre o inseto, causado por componentes químicos ou estruturas da planta. Estes elementos

podem causar intoxicação da praga ou aumentar o seu período de desenvolvimento. A resistência tipo antixenose, envolve fatores que interferem na etiologia do inseto, induzindo-o a não preferência para alimentação ou oviposição, causando estímulos positivos e negativos. Esses fatores podem ser produtos químicos, cores ou mesmo estruturas presentes na planta; a tolerância é um atributo genético que possibilita a planta resistir ou recuperar-se dos danos provocados pelo inseto (PANDA; KUSH, 1995).

2.4 RESISTÊNCIA DO FEIJÃO-CAUPI A *C. maculatus*

Estudos de resistência de plantas como método alternativo para o controle de bruquídeos vem sendo investigados, considerando que a utilização de plantas resistentes traz vantagens relacionadas ao seu uso, como a compatibilidade de ser adotada em conjunto com outros métodos de controle, não ter custo adicional, não influenciar as demais práticas nos sistemas de cultivos e não prejudicar o meio ambiente, redução do uso de inseticidas e conseqüentemente o aumento da rentabilidade (LARA, 1991).

Segundo Marsaro Júnior e Vilarinho (2011) o grau de suscetibilidade ao ataque de *C. maculatus* pode variar de acordo com o genótipo e o armazenamento, apresentando cultivares mais resistentes, sendo possível a observação através das variáveis de adultos emergidos, perda de massa seca dos grãos e ciclo biológico. A utilização de variedades que possuam genes que codifiquem inibidores de enzimas e influenciem negativamente o inseto, devem ser considerados, realizando combinações desses compostos inibidores para refletir no desenvolvimento do inseto-praga (FRANCO et al., 1999).

Diversos estudos investigaram a relação do comportamento e biologia dos insetos que se alimentaram de plantas com compostos químicos, impropriedades nutricionais, atribuídos ao tipo de resistência antibiose, no qual os insetos podem ser afetados em todas as fases de desenvolvimento, cujo efeitos adversos refletem na mortalidade na fase larval, prolongamento do período de desenvolvimento, taxas de emergência e fecundidade, período de oviposição (BALDIN; LARA, 2008; SALES et al., 2005; SOUZA et al., 2010; LOPES et al., 2016).

Acredita-se que com a evolução das plantas, surgiram mecanismos de defesa com compostos químicos, metabólitos secundários que afetam fatores bióticos e

abióticos. Esses compostos podem ser inibidores de proteinases (IPs) contra proteinases de insetos, encontrados nos tecidos de reserva das plantas, aqueles que o embrião utilizaria nos processos de germinação e fase inicial de crescimento. Entretanto, com a pressão de seleção sobre os insetos, há possibilidade de evolução dos mesmos (ARAÚJO; WATT, 1988; BALDIN; PEREIRA, 2010; MAZZONETTO; BOIÇA JÚNIOR, 1999; SILVA FILHO; FALCO, 2012).

Appleby e Credland (2003); Cruz et al. (2015); Sales et al. (2001); Uchôa et al. (2006); afirmam que variantes de vicilinas (globulinas 7s) em sementes de feijão-caupi (*V. unguiculata*) são consideradas como o principal fator de resistência a *C. maculatus*. As proteínas de reservas presentes no grão, quando ingeridas pelos insetos, atuam sobre a quitina, quando presente no intestino médio das larvas, geram efeitos adversos ao seu desenvolvimento.

Carvalho et. al. (2011) avaliaram a resistência de nove genótipos de feijão-caupi do Banco de Germoplasma da Embrapa-RR e concluíram que o genótipo BRS-Patativa foi o menos preferido para oviposição e dotado de antibiose juntamente com o BRS Paraguaçu. Os demais genótipos não apresentaram nenhum tipo de resistência. Melo et al. (2012) avaliando-se número de ovos, número de insetos emergidos, viabilidade de ovos (%) e taxa instantânea de crescimento populacional em quatro genótipos, BR 17-Gurguéia, BRS Rouxinol, TE96-290-12G e BRS Guariba, verificaram que o genótipo TE96- 290-12G apresentou resistência do tipo antibiose e o genótipo BRS Rouxinol foi o mais suscetível ao ataque de *C. maculatus*.

Diversos estudos têm procurado identificar os genótipos de feijão-caupi com resistência ao caruncho, a exemplo de Mársaro Júnior e Vilarinho (2011) e Da Costa e Boiça Júnior (2004). Mársaro Júnior e Vilarinho (2011) avaliaram 26 cultivares de feijão-caupi, verificando os parâmetros relacionados ao ciclo biológico, perda de massa seca dos grãos e número de insetos emergidos, verificaram que todas as cultivares de feijão-caupi investigadas, apresentaram um grau de suscetibilidade ao ataque de *C. maculatus*, porém nas cultivares mais resistentes ocorreu menor emergência de adultos, menor consumo de massa seca dos grãos e maior período para que o inseto complete o ciclo biológico. Da Costa e Boiça Júnior (2004) objetivando a determinação de tipos de resistência nos genótipos de *V. unguiculata* ao *C. maculatus*, realizaram testes com e sem chance de escolha, através das variáveis: número de ovos viáveis e inviáveis, ciclo biológico de ovo a adulto, massa de semente consumida e massa de

semente consumida por inseto, identificando acessos com níveis considerados de resistência e susceptibilidade ao caruncho, apresentando resistência do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose.

Estudos realizados por Eduardo et al. (2016) e Uchôa et al. (2006) afirmam que o efeito de resistência de plantas estão associados diretamente ao seu comportamento e biologia, devido à composição química presente no hospedeiro, no caso do caupi, as proteínas de reservas conhecidas como vicilinas refletem negativamente no ciclo biológico dos bruquídeo. Em estudo realizado por Barreto e Quinderé (2000) constataram que os genótipos avaliados apresentaram ampla variabilidade quanto à preferência para postura, à antibiose, no que se refere ao número de ovos eclodidos, e ao número de sementes danificadas, demonstrando que os genótipos EVx 37-15E e EVx 37-2E são as mais resistentes ao ataque do caruncho e as variáveis número de ovos, número de insetos emergidos e número de sementes danificadas são positivas e significativamente correlacionadas entre si.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CRIAÇÕES DOS INSETOS

As criações dos insetos e os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Acre, localizada na BR 364, Km 04, no município de Rio Branco-Acre. A colônia-estoque foi estabelecida por meio de exemplares de *C. maculatus* coletados numa propriedade rural localizada no município de Rio Branco, Acre. Os insetos foram criados em frascos de vidro de 1.5 L, contendo feijão, com teor de água de 13% base úmida (w.b.), previamente expurgados e mantidos a -18 °C para evitar reinfestação.

3.2 BIOENSAIOS DE DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL

Os bioensaios de desenvolvimento populacional foram realizados em recipientes de plástico de 350 mL, contendo 150 g de grãos de feijão como substrato de alimentação para *C. maculatus*, conforme metodologia adaptada (TREMATERRA et al., 1996; FRAGOSO et al., 2005; SOUSA et al., 2009). Foram realizados grãos com teores de água variando de 12.1 a 12.7% w.b. e 100% de germinação. Os grãos de cada variedade foram infestados com 50 adultos não-sexados, com idade variando de uma a três semanas. Passados 13 dias do início dos bioensaios, os insetos foram removidos. A progênie adulta obtida no substrato de alimentação foi contabilizada e removida em dias alternados a partir da primeira emergência, até o final do período de emergência, considerando as três últimas contagens iguais à zero.



Variedade Arigozinho



Variedade Baiano



Variedade Corujinha



Variedade Feijão de Corda



Variedade Manteigão



Variedade Manteiguinha Vermelho



Variedade Manteiguinha



Variedade Quarentão

Figura 1 – Variedades de Feijão caupi (*Vigna unguiculata*)

3.3 GENÓTIPOS DE CAUPI

Os seguintes genótipos de feijão-caupi foram avaliados: Arigozinho, Baiano, Corujinha, Feijão-de-corda, Manteigão, Manteiguinha Vermelho, Manteiguinha e Quarentão (Figura 1). Estes genótipos foram adquiridos de produtores dos municípios de Brasiléia, Sena Madureira, Rodrigues Alves e Rio Branco. Estes municípios pertencem ao estado do Acre, Brasil.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Contabilizou-se a média do total de insetos, massa de 100 grãos (g) e perda de massa de grãos (%). A massa de 100 grãos foi determinada para cada genótipo de feijão-caupi, antes do início dos bioensaios de desenvolvimento populacional. A aferição da massa foi realizada em balança eletrônica com precisão de 0,01 g. Os resultados foram expressos em grama (g), segundo metodologia adaptada de Resende et al. (2008). A perda de massa (%) de cada variedade de caupi foi determinada por meio das diferenças entre as massas iniciais (150,0 g) e finais (final do período de emergência) conforme a metodologia descrita por Marcondes et al. (2013), através da seguinte fórmula:

$$PM = \frac{Mi - Mf}{Mi} * 100$$

Em que:

PM = perda de massa (%);

Mi = massa inicial (g);

Mf = massa final (g).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados obtidos referentes a emergência dos insetos foram submetidos a modelos não-lineares de emergência acumulada normalizada, diária normalizada e diária, utilizando o SigmaPlot, versão 13.1 (SYSTAT SOFTWARE, 2015). Os dados referentes ao total de insetos, massa de 100 grãos (g) e perda de massa dos grãos (%), foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de

agrupamento de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), utilizando-se os softwares SAS e SISVAR (FERREIRA et al., 2011; PROC GLM, SAS Institute, 2011). Adicionalmente, foram feitas análises de correlação de Pearson entre: total de insetos x perda de massa, massa de 100 grãos x total de insetos, e massa de 100 grãos x perda de massa, utilizando-se o procedimento PROC CORR do software SAS (SAS INSTITUTE, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS

Os resultados de emergência acumulada normalizada, emergência diária normalizada e emergência diária de *C. maculatus* variaram entre as variedades de feijão ($p < 0,001$). O modelo sigmóide de três parâmetros ($y = a/1 + \exp(-(x-b)/c)$) foi o que melhor se ajustou à emergência acumulada normalizada ($p < 0,0001$; $R^2 \geq 0,99$; Figura 2 e Tabela 1). As curvas de emergência acumulada variaram entre as variedades, com ponto de inflexão (taxa máxima de emergência) variando entre cinco e nove dias. A curva da variedade Manteiguinha vermelho apresentou o maior ponto de inflexão ($9,30 \pm 0,06$ dias), ou seja, esta variedade que apresentou a emergência mais tardia, seguida das variedades Baiano ($8,88 \pm 0,04$ dias), Manteiguinha ($8,86 \pm 0,11$ dias), Arigozinho ($8,72 \pm 0,04$ dias), Corujinha ($8,49 \pm 0,05$ dias), Feijão de Corda ($8,38 \pm 0,07$ dias), Quarentão ($8,17 \pm 0,05$ dias) e Manteigão ($5,86 \pm 0,14$ dias).

A média da emergência total de insetos variou significativamente entre as variedades ($F_{7,24} = 21,29$; $p < 0,0001$) (Figura 3). Verificaram-se três agrupamentos referentes ao total de insetos entre as oito variedades. As variedades Corujinha, Manteguinha vermelho, Baiano e Arigozinho apresentaram o número total de insetos estatisticamente iguais entre si (média de $797,75 \pm 24,87$ a $705,00 \pm 36,19$ insetos/frasco), mas são significativamente maior que o total de insetos nas variedades Manteiguinha e Corda (médias de $635,00 \pm 49,95$ e $604,50 \pm 54,24$), as quais não diferem significativamente entre si. Por fim, estas duas variedades apresentaram número total de insetos maiores que as variedades Quarentão e Manteigão (médias de $397,75 \pm 18,96$ e $340,75 \pm 34,66$).

Tabela 1 - Resumo das análises de regressão não-lineares das curvas de emergência acumulada normalizada, emergência diária normalizada e emergência diária de *C. maculatus*. Sobre os parâmetros estimados das curvas de emergência: Acumulada Normalizada (a = valor máximo do curva; b = ponto de inflexão da curva e c = forma da curva); Diária Normalizada e Emergência Diária (a = pico máximo da emergência; b = tempo em dias que ocorre o pico da emergência e c = desvio padrão do parâmetro b , avaliadas em Rio Branco, 2015.

Variável	Modelo	Genótipo	Parâmetros estimados (\pm SEM)			g.l.erro	F	R ²
			a	B	C			
Emergência Acumulada Normalizada	$f = a/(1+\exp(-(x-b)/c))$	Arigozinho	99,98 \pm 0,42	08,72 \pm 0,04	1,65 \pm 0,04	9	12312,7755	0,99
		Baiano	99,65 \pm 0,39	08,88 \pm 0,04	1,53 \pm 0,03	9	13971,6198	0,99
		Corujinha	99,63 \pm 0,53	08,49 \pm 0,05	1,54 \pm 0,05	9	07300,3026	0,99
		Feijão de Corda	99,98 \pm 0,68	08,38 \pm 0,07	1,65 \pm 0,06	9	04367,6757	0,99
		Manteigão	99,46 \pm 1,20	05,86 \pm 0,14	1,48 \pm 0,12	9	00842,4631	0,99
		Manteiguinha vermelho	100,15 \pm 0,52	09,30 \pm 0,06	1,76 \pm 0,05	9	08750,7038	0,99
		Manteiguinha	99,95 \pm 1,00	08,86 \pm 0,11	2,05 \pm 0,10	9	02392,4767	0,99
		Quarentão	100,05 \pm 0,41	08,17 \pm 0,05	1,80 \pm 0,04	9	11583,2711	0,99
Emergência Diária Normalizada (%)	$f = a \exp(-0,5((x-b)/c)^2)$	Arigozinho	28,05 \pm 1,14	09,65 \pm 0,13	2,81 \pm 0,13	9	00259,1340	0,98
		Baiano	29,92 \pm 0,42	09,78 \pm 0,04	2,64 \pm 0,04	9	02275,4952	0,99
		Corujinha	29,60 \pm 1,28	09,39 \pm 0,13	2,68 \pm 0,13	9	00240,1403	0,98
		Feijão de Corda	27,58 \pm 0,87	09,24 \pm 0,11	2,94 \pm 0,11	9	00437,9803	0,99
		Manteigão	32,04 \pm 3,30	06,44 \pm 0,29	2,41 \pm 0,29	9	00043,9222	0,91
		Manteiguinha Vermelho	26,52 \pm 1,49	10,30 \pm 0,19	2,96 \pm 0,19	9	00130,0448	0,97
		Manteiguinha	22,27 \pm 1,13	09,62 \pm 0,21	3,64 \pm 0,21	9	00140,7966	0,97
		Quarentão	25,62 \pm 0,95	09,13 \pm 0,13	3,10 \pm 0,13	9	00295,9884	0,99
Emergência Diária	$f = a \exp(-0,5((x-b)/c)^2)$	Arigozinho	197,74 \pm 8,07	09,65 \pm 0,13	2,81 \pm 0,13	9	00259,1340	0,98
		Baiano	222,10 \pm 3,13	09,78 \pm 0,04	2,64 \pm 0,04	9	02275,4952	0,99
		Corujinha	236,15 \pm 10,21	09,38 \pm 0,13	2,68 \pm 0,13	9	00240,1403	0,98
		Feijão de Corda	166,69 \pm 5,25	09,24 \pm 0,11	2,94 \pm 0,11	9	00437,9803	0,99
		Manteigão	109,18 \pm 11,24	06,44 \pm 0,29	2,41 \pm 0,29	9	00043,9222	0,91
		Manteguinha Vermelho	204,76 \pm 11,52	10,30 \pm 0,19	2,96 \pm 0,19	9	00130,0448	0,97
		Manteiguinha	141,40 \pm 7,15	09,62 \pm 0,21	3,64 \pm 0,21	9	00140,7966	0,97
		Quarentão	101,90 \pm 3,76	09,13 \pm 0,13	3,10 \pm 0,13	9	00295,9884	0,99

Todos os parâmetros estimados foram significativos a $p < 0,01$ pelo teste t de Student e todos os modelos foram significativos a $p < 0,01$ pelo teste F de Fisher.

O modelo gaussiano com três parâmetros ($y = a \exp(-0.5((x-b)/c)^2)$) foi o que melhor se ajustou para emergência diária normalizada ($p < 0,0001$; $R^2 \geq 0,90$; Figura 4 e Tabela 1) e para a emergência diária dos adultos de *C. maculatus* ($p < 0,0001$; $R^2 \geq 0,90$; Figura 5 e Tabela 1). Foram constatadas claras diferenças nas taxas de emergência diária.

Os menores valores de emergência diária foram constatados nas variedades Manteigão e Quarentão (Figura 4), as quais atingiram a máxima emergência entre cinco e oito dias, havendo uma pequena sobreposição com as demais variedades (oito a nove dias) (Figuras 4 e 5).

Foram constatadas diferenças estatísticas entre a massa de 100 grãos (g), ($F_{7;24} = 1020,65$; $p < 0,001$), com variação de $7,18 \pm 0,07$ a $28,33 \pm 0,25$ (g) (Figura 7). A perda de massa dos grãos (%) significativamente entre as variedade ($F_{7;24} = 13,77$; $p < 0,0001$), com médias entre $3,81 \pm 0,29$ a $12,4 \pm 1,53\%$ (Figura 8). Constatou-se correlação de Pearson significativa entre o total de insetos e a perda de massa dos grãos ($n=8$; $r=0,79$; $P=0,02$). Por outro lado, a massa de 100 grãos não se correlacionou nem com o total de insetos ($n=8$; $r=0,87$; $P=0,06$) e nem com relação à perda de massa dos grãos ($n=8$; $r=0,14$; $P=0,73$).

Tabela 2- Análises de correlação de Pearson

Total de insetos x Perda de massa	$n = 8$; $r = 0,79$; $p = 0,02$
Massa de 100 grãos x Total de insetos	$n = 8$; $r = 0,87$; $p = 0,06$
Massa de 100 grãos x Perda de massa	$n = 8$; $r = 0,14$; $p = 0,73$

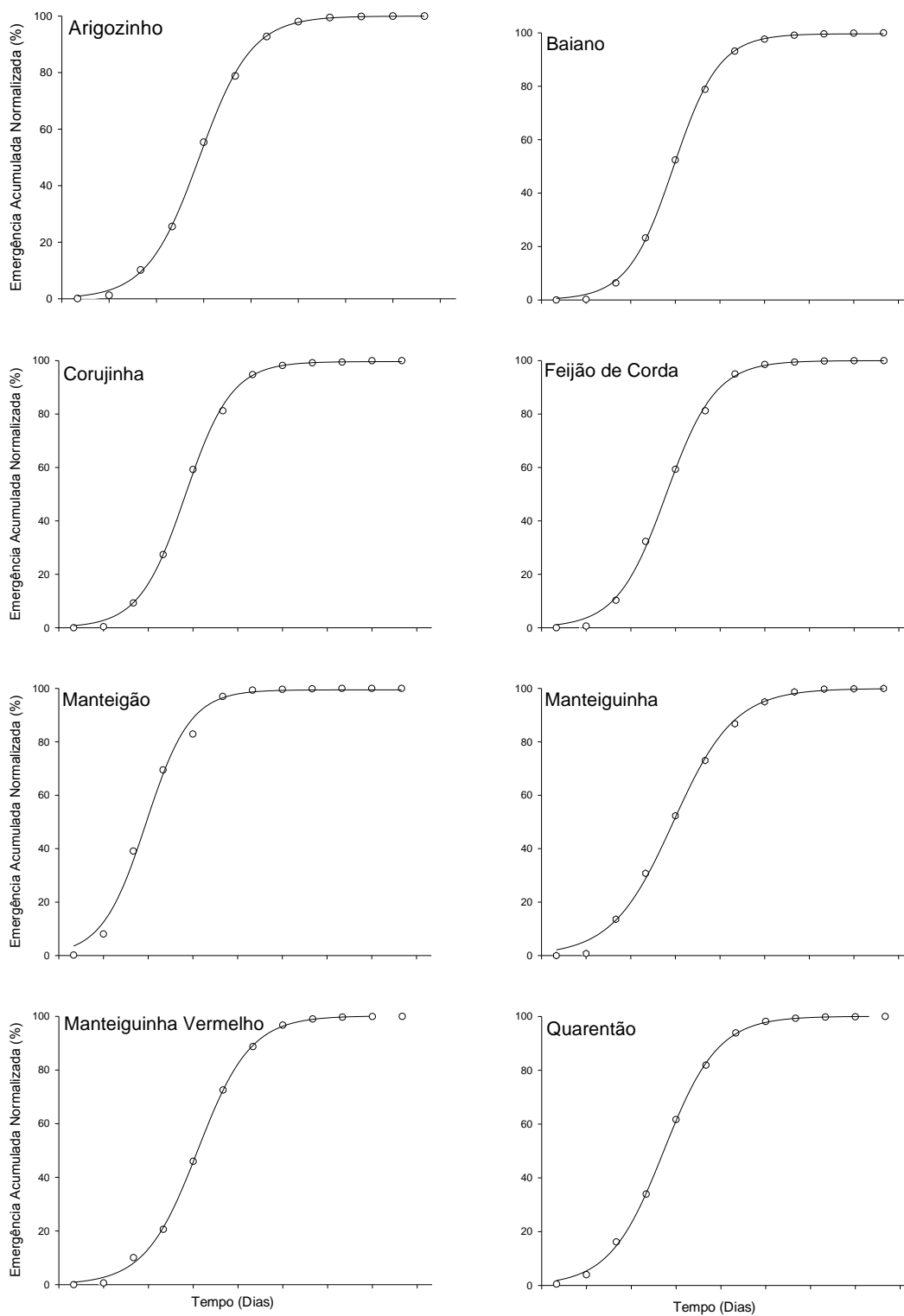


Figura 2 - Emergência acumulada normalizada de *C. maculatus* em oito variedades de feijão *V. unguiculata*

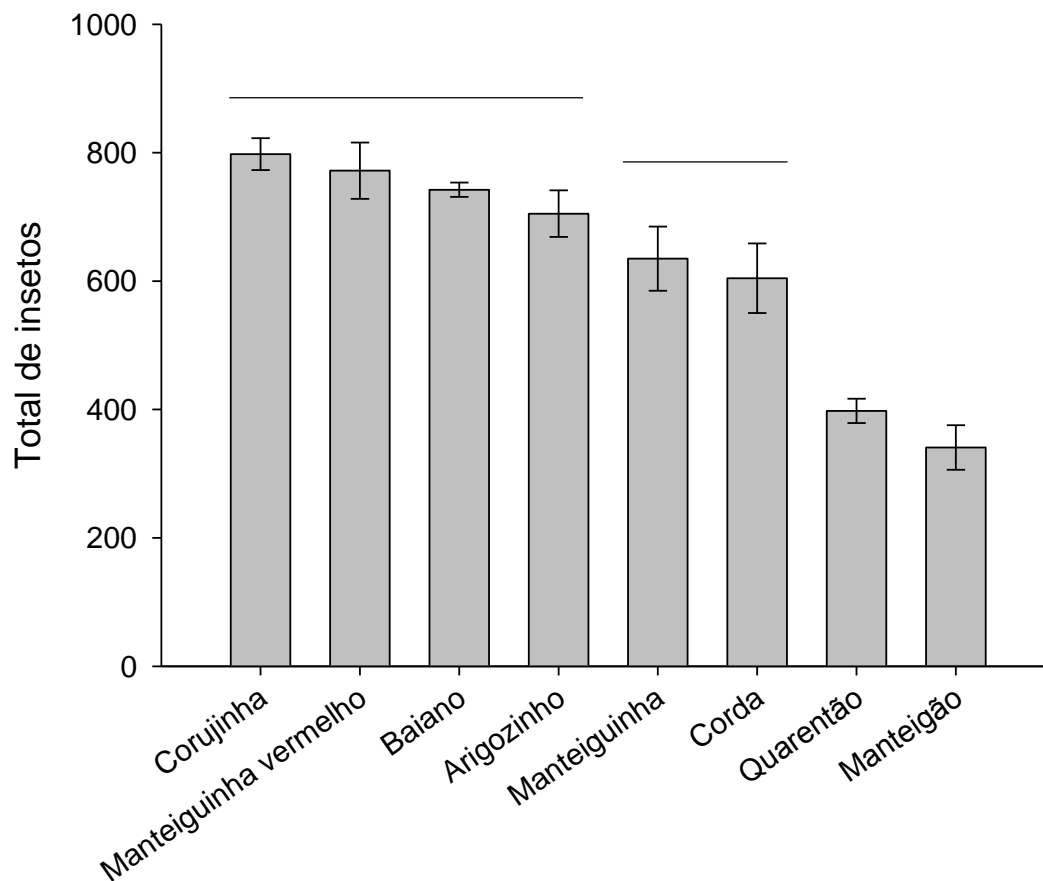


Figura 3 - Média do número total de adultos de *C. maculatus* emergidos em variedades de caupi. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,005$).

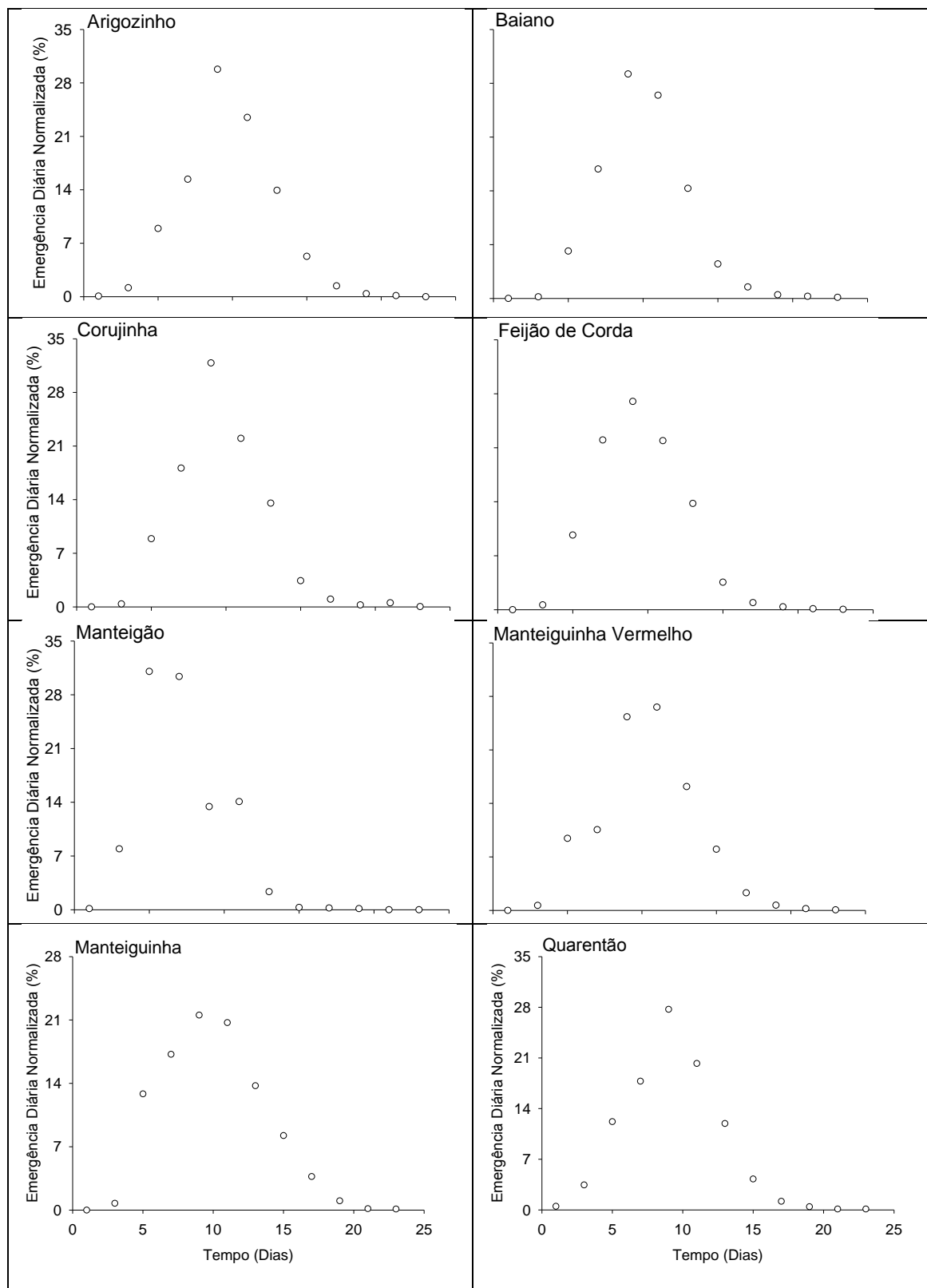


Figura 4 - Emergência diária normalizada de *C. maculatus* em oito variedades de feijão *V. unguiculata*

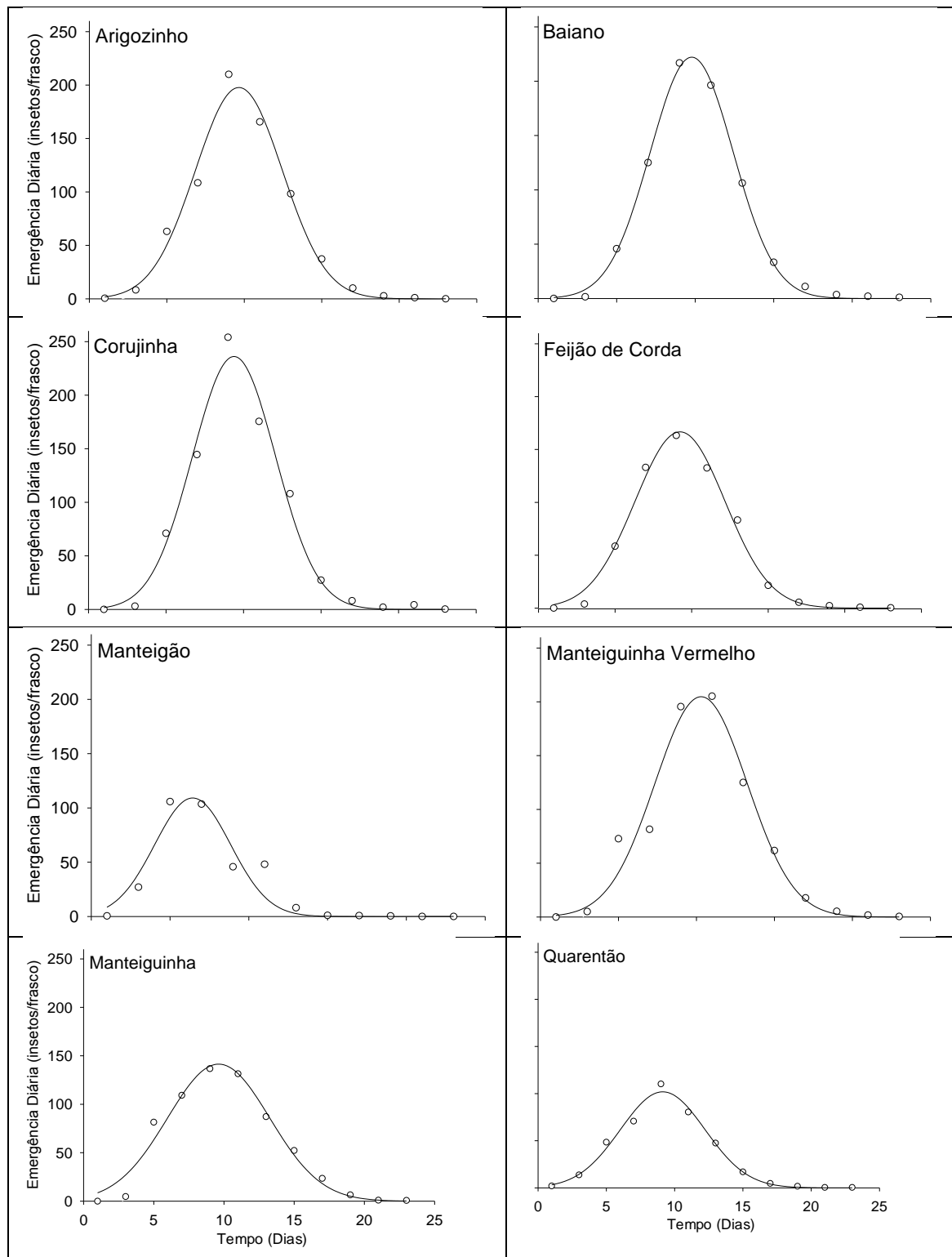


Figura 5 - Emergência diária (insetos/frasco) de *C. maculatus* em oito variedades de feijão *V. unguiculata*

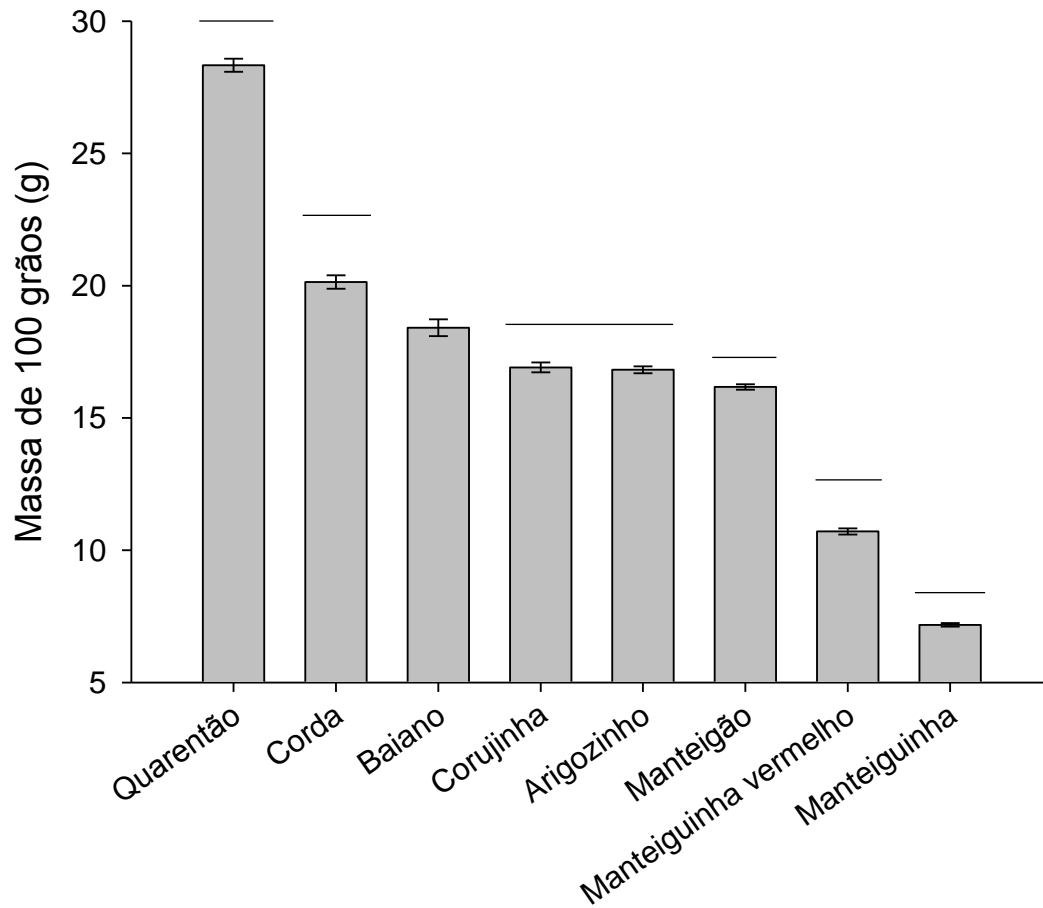


Figura 6 - Massa de 100 grãos (g) de variedades de caupi. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,005$).

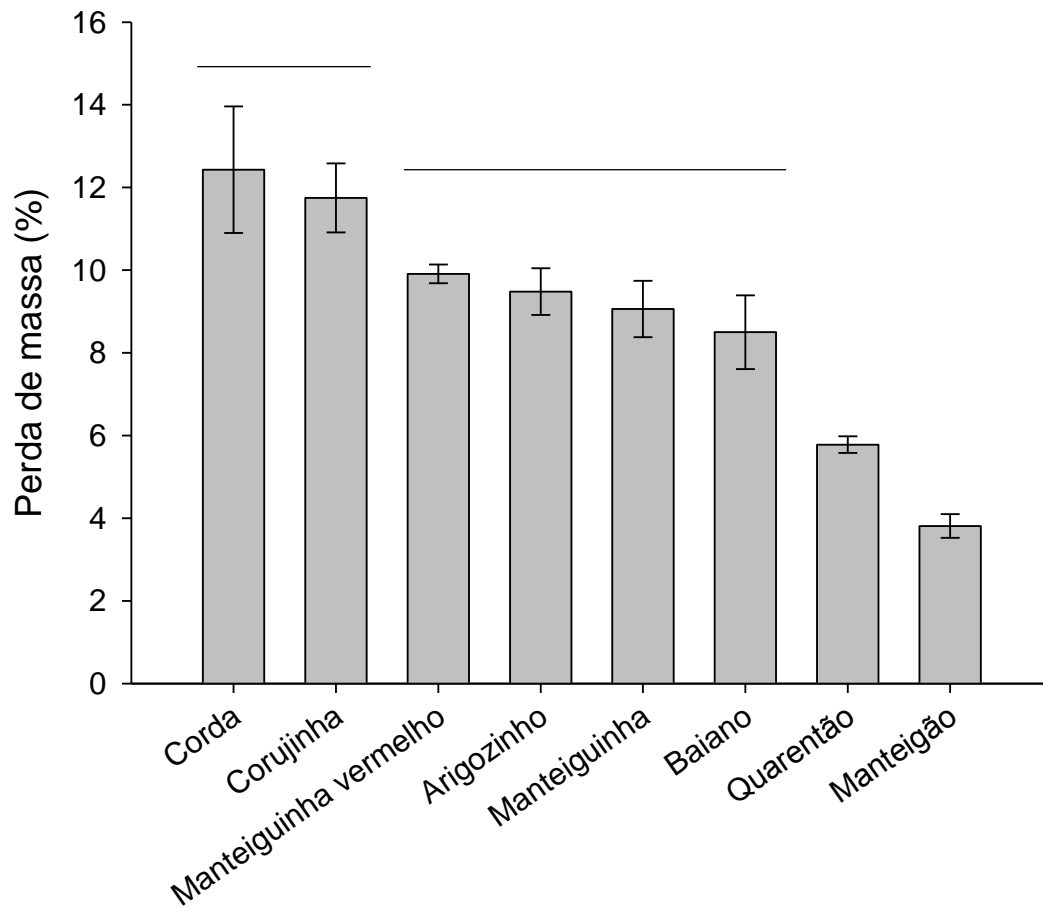


Figura 7- Perda de massa de feijões de variedades de caupi após o encerramento dos bioensaios de desenvolvimento populacional de *C. maculatus*. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,005$).

4.2. DISCUSSÃO

As variedades Manteigão e Quarentão exibiram maior resistência a *C. maculatus*, uma vez que apresentaram menores taxas de emergência e menores perdas de massa dos grãos (%) (Figura 7 e Tabela 1). Outros autores relataram variações nos padrões de susceptibilidade a bruquídeos em diferentes variedades de caupi (CARVALHO et al., 2011; CRUZ et al. 2015; MARSÁRO JÚNIOR; VILARINHO, 2011). A variabilidade genética do caupi tem sido associada a diferentes características agronômicas, como tamanho de sementes, coloração e textura, entre outros (BEAVER et al. 2003; CRUZ, 2009; HALL et al. 2003). Devido essa ampla variabilidade genética, torna-se compreensível a heterogeneidade dos padrões de desenvolvimento dos bruquídeos no presente estudo.

Os dados de emergência acumulada foram acessados inicialmente, conforme TREMATERRA et al. (1996). De acordo com estes autores, a interpretação dos dados de emergência diária é, evidentemente, mais difícil e menos confiável, em relação à emergência acumulada. Devido à influência dos tempos de cada avaliação sobre os dados, os erros são mais propensos quando se limita aos dados das avaliações diárias. Os resultados referentes às taxas de desenvolvimento populacional indicaram variações de resposta dos insetos em relação às oitos variedades de feijão-caupi. Alguns autores consideram que a variável emergência de insetos é um forte indicador relacionado aos atributos de resistência em feijão-caupi ao *C. maculatus* por antibiose (ARAÚJO E WATT 1988; DA COSTA; BOIÇA JÚNIOR, 2015; EDUARDO et al., 2016; LOPES et al., 2016).

Embora as menores taxas de emergência diária de *C. maculatus* tenham sido verificadas nas variedades do tipo Manteigão e Quarentão (Tabela 1 e Figura 4), constatou-se que a variedade Manteigão apresentou a emergência acumulada mais precoce entre todas as variedades. Por outro lado, a variedade Quarentão é uma das variedades com emergência acumulada mais tardia. Desta forma, acredita-se que existem mecanismos distintos de resistência associados. Todavia, outros relatos consistentes mostraram que os efeitos de resistência de plantas a insetos estão associados consequentemente com seu ciclo de vida, podendo apresentar menor emergência e

prolongamento do desenvolvimento populacional, devido à presença de compostos químicos nos genótipos do hospedeiro (EDUARDO et al., 2016; PANDA; KUSH, 1995).

O menor índice de emergências nas variedades Manteigão e Quarentão, bem como a menor perda de massa, pode estar relacionado à ocorrência de antibiose como mecanismo de resistência, geralmente caracterizado pela elevada mortalidade larval (BALDIN; LARA, 2004). Trabalhando com mecanismos associados à resistência das variedades de feijão-caupi, vale ressaltar a influência negativa das proteínas de reservas conhecidas como vicilinas, presentes nos grãos, sobre a biologia do inseto, referentes à sua reprodução e desenvolvimento dos bruquídeos (MELO et al., 2012; OYENIYI et al. 2015; SOUZA et al., 2010; UCHÔA et al., 2006).

A massa dos grãos tem sido associada à competição por acomodação das larvas, a hipótese geral prevê maior sucesso reprodutivo nas maiores variedades, pois as chances das larvas se encontrarem reduzem (GUEDES et al., 2003; MESSINA et al., 1991). É previsto que nas variedades menores haja aumento de chances de canibalismos. Desta forma, o tamanho do grão pode influenciar no tamanho da população e no tempo de desenvolvimento (OFUYA; CREDLAND, 1995; HUANG et al., 2005). Entretanto, no presente estudo não houve correlação do tamanho do grão com o total de insetos emergidos, nem com a perda de massa. Desta forma, os resultados desta investigação não corroboram com os resultados de GUEDES et al. (2007); MALLQUI et al. (2013); OLIVEIRA, et al. (2015). Por outro lado, constatou-se correlação significativa e positiva (Tabela 2) entre perda de massa e total de insetos. Materiais altamente consumidos mostram-se com baixa presença de inibidores de crescimento, permitindo que a larva do inseto, após dar início ao processo de alimentação, o faça sem restrição até a fase adulta (CARVALHO et al., 2011).

A detecção da resistência das variedades de caupi (Manteigão e Quarentão) é de fundamental importância para os programas de melhoramento, cuja fonte de resistência seja objeto de estudo. Além disso, a recomendação dessas variedades nos sistemas de cultivo terão implicações econômicas positivas, considerando os interesses dos produtores familiares, em aumentar sua rentabilidade.

CONCLUSÕES

Constatou-se variações entre o desenvolvimento populacional de *C. maculatus* entre as variedades de feijão-caupi. As variedades Manteigão e Quarentão apresentam os melhores resultados de seleção em relação às características avaliadas, apresentando possivelmente resistência do tipo antibiose. As cultivares Corujinha, Manteiguinha Vermelho, Baiano, Arigozinho, Manteiguinha e Feijão-de-corda, apresentam baixa resistência ao *C. maculatus*.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de. B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da; S.; ROCHA, M. de. M; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Sistemas de produção, cultivo do feijão-caupi** (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Embrapa, Teresina, 108 p., 2002.
- ALMEIDA, F. de A.; ALMEIDA, S. A. de; SANTOS, N. R. dos; GOMES, J. P.; ARAÚJO, M. E. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 585-590, 2005.
- APPLEBY, J. H.; CREDLAND, P. F. Environmental conditions affect the response of West African *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) populations to and resistant cowpeas. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, n. 3, p. 269-287, 2004.
- ARAÚJO, P. P.; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. EMBRAPA – CNPAF, Brasília, 1988, 722 p.
- BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Efeito de temperaturas de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 365-369, may./jun. 2004.
- BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Resistance of stored bean varieties to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). **Insect Science**, Beijing, v. 15, n. 4, p. 317-326, 2008.
- BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M. Resistance of genotypes to *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, 1507-1513, dez. 2010.
- BARRETO, P. D.; QUINDERÉ, M. A. W. RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE CAUPI AO CARUNCHO. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 779–785, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n4/4744.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2016.
- BEAVER, J. S., ROSAS, J.C.; MYERS, J.; ACOSTA, J.; KELLY, J. D.,; NCHIMBI-MSOLLA, S.; MISANGU, R.; BOKOSI, J.; TEMPLE, S.; ARNAUD-SANTANA, E.; COYNE, D. P. Contributions of the Bean/Cowpea CRSP to cultivar and germplasm development in common bean. **Field Crops Research**, v. 82, n. 2-3, p. 87-102, maio, 2003.
- BOIÇA JÚNIOR. AL.; SOUZA. B. H. de.; COSTA,, E. N.; RIBEIRO, Z.. A.; STOUT, M. J. Factors Influencing Expression of Antixenosis in Soybean to *Anticarsia gemmatilis* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 108, n. 1, p. 317-325, 2015.

CARVALHO, R. O.; LIMA, A. C. S.; ALVES, J. M. A. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao *Callosobruchus Maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Agro@ambiente**, v. 5, n. 1, p. 50-56, jan./abr., 2011.

CONAB. **Acompanhamento da safra 2015/2016 - 3º Levantamento de grãos**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_4_11_21_34_boletim_graosevereiro_2016_ok.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2016.

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**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 77-83, 2004.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: **Imprensa Universitária**. 390 p., 2009.

CRUZ, L. P.; SÁ, L. F. R. de; SANTOS, L. A.; GRAVINA, G. A.; CARVALHO, A. O.; FERNANDES, K. V. S.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMES, V. M.; OLIVEIRA, A. E. A. Evaluation of resistance in different cowpea cultivars to *Callosobruchus maculatus* infestation. **Journal of Pest Science**, v. 89, n. 1, p. 117-128, mar. 2015.

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**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 77-83, 2004.

EDUARDO, W. I.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MORAES, R. F. O. de; CHIORATO, A. F.; PERLATTI, B.; FORIM, M. R. Antibiosis levels of common bean genotypes toward *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) and its correlation with flavonoids. **Journal of Stored Products Research**, v. 67, p. 63-70, maio, 2016.

FARONI, L. R. D. A.; SOUSA, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. In: ALMEIDA, F. de A. C.; DUARTE, M. E. M.; MATA, E. R. M. C. (Org.). **Tecnologia de Armazenagem em sementes**. 1ed. Campina Grande: UFCG, 2006, cap. 7, p. 371-402.

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

FRAGOSO, D. B.; GUEDES, R. N. C.; PETERNELLI, L. A. Developmental rates and population growth of insecticide-resistant and susceptible populations of *Sitophilus zeamais*. **Journal of Stored Products Research**, v. 41, p. 271-281, 2005.

FRANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D. **Resistência de plantas a insetos**. AGRONECIO/AGRICULTURA - Pragas e doenças/Artigo - Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23709>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

FRANCO, O. L., RIGDEN, D. J.; MELO, F. R.; BLOCH JÚNIOR, C., SILVA, C. P.; GROSSI DE SÁ, M. F. Recent Advances in Polyphenol Research. **Plant Molecular Biology**, 1999.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. F. **Melhoramento genético de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região do Nordeste**. Embrapa Meio-Norte, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento, avanço e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 84 p., 2011.

GUEDES, G. F.; HUDON, J.; MILLIE, D. F. P. Host suitability, respiration rate and the outcome of larval competition in strains of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. **Physiological Entomology**, Oxford, 298 p., 2003.

GUEDES, R. N. C.; GUEDES, N. M. P.; SMITH, R. H. Larval competition within seeds: from the behavior process to the ecological outcome in the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. **Austral Ecology**, v. 32, n. 6, p. 697-707, 2007.

HALL, A. E.; CISSE, N.; THIAW, S.; ELAWAD, H. O. A.; EHLERS, J. D.; ISMAIL, A. M.; FERY, R. L.; ROBERTS, P. A.; KITCH, L. W.; MURDOCK, L. L.; BOUKAR, O.; PHILLIPS, R. D.; MCWATTERS, K. H. Development of cowpea cultivars and germplasm by the Bean/Cowpea CRSP. **Field Crops Research**, v. 82, n. 2, p. 103-134, maio, 2003.

HUANG, C. C.; YANG, R. L.; LEE, H. J.; HORNG, S. B. Beyond fecundity and longevity: trade-offs between reproduction and survival mediated by behavioural responses of the seed beetle, *Callosobruchus maculatus*. **Physiological Entomology**, v. 30, n. 4, p. 381-387, dez., 2005.

HUIGNARD, J.; LEORI, B.; ALZOMA I.; GERMAIN J. F. Oviposition and development of *Bruchidius atrolineatus* (Pic) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in *Vigna unguiculata* (Walp) cultures in Niger. **Insect Science and its Application**, v. 6, n. 6, p. 691-696, 1985.

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

LIMA, M. P. L. de; OLIVEIRA, J. V. de; BARROS, R.; TORRES, J. B.; GONÇALVES, M. E. C de. C. Estabilidade da resistência de genótipos de caupi a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em gerações sucessivas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 275-280, abr./jun., 2001.

LOECK, A. E. **Principais pragas de produtos armazenados**. In: LOECK, A. E. (Ed) *Pragas de produtos armazenados*. Pelotas: EGUFPEL, p. 23, 2002.

LOPES, L. M.; ARAÚJO, A. E. F.; SANTOS, A. C. V.; SANTOS, V. B.; SOUSA, A. H. Population development of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in landrace bean varieties occurring in southwestern Amazonia. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, 2015. In press.

LOPES, L. M.; NASCIMENTO, J. M.; SANTOS, A. C. V.; SANTOS, V. B.; SOUSA, A. H. Population development of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) landrace cowpea varieties occurring in southwestern Amazonia. **Journal of Stored Products Research**, 2016. In press.

MAIA, M. C. C., RESENDE, M. D. V., PAIVA, J. R., CAVALCANTI, J. J. V., & BARROS, L. M. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genóticas em clones de cajueiro, via modelos misto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 43-50, jan./mar. 2009.

MALQUI, K. S. V.; OLIVEIRA, E.; GUEDES, R. N. C. Competition between the bean weevils *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus* in common bean. **Journal of Stored Products Research**, v. 55, p. 32-35, out. 2013.

MARCONDES E.; RIBEIRO, M. A.; STANGERLIN, D. M.; SOUZA, A. P.; MELO, R. R. de; GATTO, D. A. Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. **Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 9, n. 6, p. 1-9, jun. 2013.

MÁRSARO JÚNIOR, A. L. M.; VILARINHO, A. A. Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em condições de armazenamento. **Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 51-55, jan./mar. 2011.

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.

MELO, A. F. de; FONTES, L. S.; BARBOSA, D. R. S.; ARAÚJO, A. A. R.; SOUSA, E. P. S.; SOARES, L. L. L.; SILVA, P. R. R. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775)(COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHIDAE). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 3, p. 425-429, 2012.

MELLO, M. O.; SILVA FILHO, M. C. Plant-insect interactions: na evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant. Physiology**, v. 14, n. 2, p. 71-81, 2002.

MESSINA, F. J. Life-history variation in a seed beetle: adult egg-laying vs. larval competitive ability. **Oecologia**, v. 85, n. 3, p. 447-455, jan., 1991.

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

MOTA, A.C.; FERNANDES, K.V.S.; SALES, M.P.; FLORES, V.M.Q.; XAVIER FILHO, E. Cowpea vicilins: fraction of urea denatured sub-units and effects on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) development. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 1, p. 1-5, 2002.

NASCIMENTO, F. S. S. do; SIVIERO, A.; BORGES, V.; MARINHO, J. T. de S.; PEREIRA, A. A. A.; MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. **Caracterização de sementes e variedades locais de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) do Acre**. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/941797/1/24496.pdf>>. Acesso em: 21 de jan. 2016.

OFUYA, T. I.; CREDLAND, P. F. Responses of three populations of the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) to seed resistance in selected varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Journal of Stored Products Research**, v. 31, p. 17-27, jan. 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022474X9591807D>>. Acesso em: 3 mar. 2016.

OLIVEIRA, G. P. de; MORAIS, O. M.; ROCHA, P. A. da; NUNES, R. T. C.; ÁVILA, J. S. Avaliação de plântulas como indicador da maturação de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: Congresso Nacional de Feijão-Caiupi, 3., 2013, Recife. **Resumos...** Recife, abr., 2013.

OLIVEIRA, M. R. C.; CORRÊA, A. S.; SOUZA, G. A.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, L. O. Mesoamerican origin and pre- and post-columbian expansions of the ranges of *Acanthoscelides obtectus* say, a cosmopolitan insect pest of the common bean. **PLoS ONE**, v. 8, jul., 2013.

OLIVEIRA, S. O. D.; RODRIGUES, A. S.; VIEIRA, J. L.; ROSI-DENADAI, C. A.; GUEDES, N. M. P.; GUEDES, R. N. C. Bean type modifies larval competition in *Zabrotes subfasciatus* (Chrysomelidae: Bruchinae). **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 108, n. 4, aug. 2015.

OYENIYI, E. A.; GBAYE, O. A.; HOLLOWAW, G. J. The influence of geographic origin and food type on the susceptibility of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) to *Piper guineense* (Schum and Thonn). **Journal of Stored Products Research**, v. 63, p. 15-21, 2015.

PANDA, N.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**. Wallingford, CAB International, 431 p., 1995.

PEREIRA, A. C. R. L.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. da. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.] **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 32, n. 3, p.717-724, maio/jun. 2008.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D. A.; CORRÊA, A. S.; GUEDES, R. N. C. Phosphine-induced walking response of the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica*). **Pest Management Science**, v. 68, n. 10, p.1368-1373, out., 2012.

QUINTELA, E.D., NEVES, B.P. DAS, QUINDERÉ, M.A.W., ROBERTS, D.W. (1991). **Principales plagas del caupi en el Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. (Embrapa-Cnpaf. Documentos, 35).

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A. C.; JOST, E.; POERSH, N. L.; MALLMANN, C. A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1393-1399, out. 2007.

RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; CERUTTI, T.; MAZIERO, S.M.; POERSCH, N.L. Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 267-272, 2008.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RIBEIRO, D. M. Propriedades Físicas do Feijão Durante a Secagem: determinação e modelagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 32, n. 1, p. 225-230, jan./fev., 2008.

SALES, M. P.; PIMENTA, N. S.; GROSSI-DE-SÁ, M. F.; XAVIER-FILHO, J. Vicillins(7s storage globulins) of cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds bind to chinous structures of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) larvae. **Brazilian Journal of Medical Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 34, n. 1, jan., 2001.

SALES, M.P., ANDRADE, L.B.S., ARY, M.B., MIRANDA, M.R.A., TEIXEIRA, F.M., OLIVEIRA, A.S., FERNADES, K.V.S., XAVIER-FILHO, J. Performance of bean bruchids *Callosobruchus maculatus* and *Zabrtptes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) reared on resistant (IT81D-1045) and susceptible (Epace-10) *Vigna unguiculata* seeds: relationship with trypsin inhibitor and vicilin excretion. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 142, p. 422-426, 2005.

SANTOS, V. B.; COSTA, K. . A. da; MARINHO, J. T.; SIVIERO, A.; PEREIRA, A. A.; NASCIMENTO, F. S. S. Dissimilaridade de variedades tradicionais de feijão-caupi no Acre por variáveis multicategóricas. **3 CONAC**. Recife, 2013.

SAS, 2011. **SAS/STAT(R) 9.3 User's Guide**. SAS Institute, Cary, NC, USA. Disponível em: <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63962/HTML/default/viewer.htm#chap0_toc.htm>. Acesso em: 22 fev. 2016.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, set., 1974.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M.C. Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteases produzidos pelas plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Disponível em: < <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio/interação.pdf>>. Acesso em 8 dez. 2015.

SILVA, A. L. J. da.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 702-713, jul./set., 2011.

SOARES, W. L.; FREITAS, E. A. V.; COUTINHO, J. G. Trabalho rural e saúde: intoxicações por agrotóxicos no município de Teresópolis - RJ. **Revista Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 685-701, out./dez 2005.

SOMTA, P.; TALEKAR, N. S.; SRINIVES, P. Characterization of *Callosobruchus chinensis* (L.) resistance in *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi. **Journal of Stored Products Research**, v. 42, n. 3, p. 313-327, 2006.

SOUSA, A. H., FARONI, L. R. D.; PIMENTEL, M. A. G.; GUEDES, R. N. C. Developmental and population growth rates of phosphine-resistant and susceptible populations of stored product insect-pests. **Journal of Stored Products Research**, v. 45, n. 4, p. 241-246, 2009.

SOUZA, S. M.; UCHÔA, A. F.; SILVA, J. R.; SAMUELS, R. I.; OLIVEIRA, A. E. A.; OLIVEIRA, E. M.; LINHARES, R. T.; ALEXANDRE, D.; SILVA C. P. The fate of vicilins, 7S storage globulins, in larvae and adult *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Journal of Insect Physiology**, v. 56, n. 9, p. 1130-1138, 2010.

SUBRAMANYAM B; HAGSTRUM DW. **Resistance measurement 5468 African Journal of Agricultural Research and Management**. (Ed BH Subramanyam, DW Hagstrum), Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Decker: New York, p. 331-398, 1995.

TAVARES, A. O. M.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade da erva-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 319-323, mar./abr., 2005.

TREMATERRA, P.; FONTANA, F.; MANCINI, M. Analysis of development rates of *Sitophilus oryzae* (L.) in five cereals of the genus *Triticum*. **Journal of Stored Products Research**, v. 32, p. 315-322, out., 1996.

UCHÔA, A. F.; DAMATA, R.A.; RETAMAL, C. A.; ALBUQUERQUE-CUNHA, J. M.; SOUSA, S. M.; SAMUEL, R. I.; SILVA, C. P.; XAVIER-FILHO, J. Presence of the storage seed protein vicilin in internal organs of larval *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 52, n. 2, p. 169-178, fev., 2006.