

ANA MARIA CAMELO DA SILVA MEDEIROS

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI
Vigna unguiculata (L.) Walp. AO ATAQUE DE *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)
(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)

Serra Talhada-PE

Abril 2020

**M
E
D
E
I
R
O
S**

**A
M
C
S**

**A
V
A
L
I
A
Ç
Ã
O**

**D
A**

**R
E
S
I
S
T
Ê
N
C
I
A**

**·
·
·
2
0
2
0**

ANA MARIA CAMELO DA SILVA MEDEIROS

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI
Vigna unguiculata (L.) Walp. AO ATAQUE DE *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)
(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Profa. Dra. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira
Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira

Serra Talhada-PE

Abril 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M488a Medeiros, Ana Maria Camelo da Silva
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
AO ATAQUE DE *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) / Ana Maria Camelo
da Silva Medeiros. - 2020.
76 f. : il.
- Orientadora: Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.
Coorientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal
, Serra Talhada, 2020.
1. Entomologia. 2. Caruncho do feijão. 3. Feijão-caupi. 4. Sementes crioulas. 5. Grãos armazenados. I. Oliveira,
Claudia Helena Cysneiros Matos de, orient. II. Oliveira, Carlos Romero Ferreira de, coorient. III. Título

ANA MARIA CAMELO DA SILVA MEDEIROS

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI
Vigna unguiculata (L.) Walp. AO ATAQUE DE *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)
(Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em ____/____/_____.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira – UAST/UFRPE
Orientadora

Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira – UAST/UFRPE
Co-orientador, Examinador Interno

Prof. Dr. Thieres George Freire da Silva
Examinador Interno

Dra. Célia Siqueira Ferraz
Examinadora Externa

A meu esposo Rômulo Medeiros e a meus filhos Gabriela e Miguel que sempre me apoiam em todas as minhas decisões, com todo meu amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Só tenho a agradecer a todos que colaboraram direta ou indiretamente para que este sonho se tornasse realidade! E é com imenso prazer e satisfação que eu agradeço a cada um!

A Deus, pela vida, por seu infinito amor e por tudo o que Ele significa para mim. Por está sempre presente mostrando que tudo podemos quando nos esforçamos para atingir nossas metas, além de dar forças quando necessário.

Aos meus pais Cicera Dantas Neta e João Camelo da Silva (*in memorian*), pelo seu exemplo e amor, por toda atenção e esforços na criação de todos os filhos, em especial a minha mãe, sendo peça fundamental para o meu sucesso.

Aos meus irmãos, Bevenuto, Daiana, Jaiana, Naiana e Maria José (*in memorian*), por todo o incentivo.

Ao meu esposo Rômulo Medeiros, obrigada por tudo. Por estar sempre ao meu lado, pela paciência, pelo apoio moral, pelo exemplo, pela compreensão ilimitada, pelo carinho e amor demonstrado a mim todos os dias e por acreditar em minha capacidade, até mesmo quando eu não acredito! Obrigada por tudo! Amo você!

Aos meus filhos Gabriela e Miguel, que são os tesouros da minha vida, por mesmo na tenra idade compreenderem os motivos pelos quais às vezes estive ausente e a importância deste curso para minha vida pessoal e profissional. Obrigada!! Amo vocês!!

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, pela liberação de minhas funções na instituição para a realização deste curso.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização deste curso.

Aos Professores Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira e Carlos Romero Ferreira de Oliveira pela orientação, ensinamentos, paciência e amizade. E em especial a professora Cláudia por ter aceito me orientar.

Aos Professores Monalisa Diniz, Neilza Reis Castro, Josimar Bento Simplicio e Vicente Imbroisi Teixeira da UAST/UFRPE pelas contribuições.

Ao professor Thieres Gerorge Freire da Silva pela valiosa colaboração com as análises estatísticas e pelas palavras de incentivo para que eu participasse das seleções de Mestrado do PGPV.

Ao Coordenador da Pós-Graduação em Produção Vegetal, Prof. Sérgio Luiz Ferreira da Silva, por sua dedicação ao curso.

A todos os professores do PPGPV pelos valiosos ensinamentos.

Ao Núcleo de Ecologia de Artrópodes – NEA pela disponibilidade da estrutura física para manutenção das criações dos insetos e pelos equipamentos utilizados na pesquisa.

Aos amigos do NEA, principalmente do Grupo de grãos armazenados, pela ajuda no transcorrer das atividades relacionadas ao projeto de pesquisa, em especial a Aline, Marynara e Priscila.

Aos amigos do Mestrado, em especial aos da minha turma 2018.1, Yuri, Janaína, Cinara, Marcela, Nielson, Philipe, Fernanda e Regina, e a Jordão pela disposição e boa vontade em ajudar.

A Dra. Kelem Fonseca pela amizade, aconselhamentos, ensinamentos e boas conversas que tivemos.

Aos funcionários da UAST, em especial a Iago Pereira, por todo suporte técnico e auxílio em questões de cunho administrativo, assim como a Andryelle e Janaína, estagiárias que o substituíram. Ao Sr. Nogueira pelo bom humor e disponibilidade em ajudar.

“Você não sabe o quanto
Eu caminhei
Pra chegar até aqui
Percorri milhas e milhas
Antes de dormir
Eu não cochilei...”

(A estrada - Toni Garrido, Lazão, Da Gama e Bino)

RESUMO GERAL

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) tem significativa importância socioeconômica como suprimento alimentar e, no Nordeste Brasileiro, contribui no fortalecimento da agricultura familiar. Uma de suas limitações é o ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) durante o armazenamento dos grãos, cujo manejo é realizado por controle químico. Entretanto, diante da procura por métodos sustentáveis merece atenção o uso de genótipos crioulos de feijão-caupi como alternativa, pois podem conferir resistência a esta praga. Assim, o presente estudo avaliou o efeito de 13 genótipos de feijão caupi (11 crioulos e dois comerciais) sobre parâmetros biológicos de *C. maculatus*. No primeiro capítulo foi apresentada uma revisão geral sobre o tema estudado. No segundo capítulo foi avaliada a susceptibilidade dos genótipos de feijão-caupi ao ataque de *C. maculatus* através de testes sem chance de escolha. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 13 tratamentos e 10 repetições. Foram analisados parâmetros biológicos do bruquídeo (número de ovos, emergência diária, final e acumulada, taxa instantânea de crescimento populacional, e perda de massa dos grãos). Cada tratamento foi composto por 30g de cada genótipo e 20 insetos adultos. Após sete dias os insetos foram retirados e foi contabilizado o número de ovos, e finalizada a emergência foi verificada a perda de massa dos grãos. Realizou-se análise de agrupamento para identificar similaridade entre genótipos, resultando em três grupos: grupo 1 (Bala, Canapú, Corujinha, Manteiguinha, Moita, Seridó e Sempre Verde); grupo 2 (Azulão, Costela de Vaca e Rabo de Tatu); e grupo 3 (BRS Pujante, Ligeiro e Tardão). Para verificar se houve associação entre os grupos foi realizada análise de componentes principais. No grupo 3 observou-se maiores taxas de oviposição, emergência diária e total, maior crescimento populacional, e maior prolongamento da fase imatura da praga. No grupo 2 ocorreram valores intermediários dos parâmetros biológicos e no grupo 1 os menores valores destes parâmetros. Concluiu-se que os genótipos do grupo 3 são susceptíveis ao ataque de *C.*

maculatus e os do grupo 1 resistentes por antibiose. No terceiro capítulo, avaliou-se a atratividade e a preferência para oviposição dos insetos nos genótipos de feijão-caupi avaliados, através de testes com chance de escolha. Foram utilizados os mesmos genótipos e condições do segundo capítulo. Foram montadas arenas com três frascos interligados entre si. No frasco central foram liberados os insetos e nos frascos laterais os genótipos de feijão-caupi (tratamentos e testemunha). Foram analisados os Índices de Atratividade (IA), Preferência para Oviposição (IPO) e a Emergência. O delineamento foi inteiramente casualizado com 13 tratamentos, e cinco repetições. O genótipo Moita foi mais atrativo; BRS Pujante, Ligeiro e Tardão repeliram a praga, e os demais genótipos foram neutros. Quanto ao IPO, os genótipos Costela de Vaca, Moita e Ligeiro foram preferidos para oviposição. No que se refere a emergência apenas o genótipo BRS Pujante apresentou diferença, com menor emergência do que na testemunha. Assim, concluiu-se que os genótipos Moita e Costela de Vaca são susceptíveis a praga, BRS Pujante é resistente a *C. maculatus* por antixenose e antibiose, e os outros genótipos apresentaram susceptibilidade intermediária.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, genótipos resistentes, pragas de grãos armazenados, sementes crioulas.

GENERAL ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) has significant socioeconomic importance as a food supply and, in the Northeast of Brazil, contributes to the strengthening of family farming. One of its limitations is the attack of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) during the storage of the grains, which are managed by chemical control. However, given the search for sustainable methods, the use of cowpea creole genotypes deserves attention as an alternative, as they can provide resistance to this pest. Thus, the present study evaluated the effect of 13 cowpea genotypes (11 creoles and two commercial ones) on biological parameters of *C. maculatus*. In the first chapter, a general review on the topic studied was presented. In the second chapter, the susceptibility of the cowpea genotypes to the attack of *C. maculatus* was evaluated through tests with no choice. The experimental design was completely randomized, with 13 treatments and 10 repetitions. Biological parameters of the bruid were analyzed (number of eggs, daily, final and accumulated emergence, instantaneous rate of population growth, and loss of grain mass). Each treatment consisted of 30g of each genotype and 20 adult insects. After seven days the insects were removed and the number of eggs was counted, and after the emergence, the loss of mass of the grains was verified. Cluster analysis was performed to identify similarity between genotypes, resulting in three groups: group 1 (Bala, Canapú, Corujinha, Manteiguinha, Moita, Seridó and Semper Verde); group 2 (Azulão, Rib of Beef and Rabo de Tatu); and group 3 (BRS Pujante, Ligeiro and Tardão). To check if there was an association between the groups, principal component analysis was performed. In group 3, there were higher rates of oviposition, daily and total emergence, greater population growth, and greater prolongation of the immature phase of the pest. In group 2 there were intermediate values of biological parameters and in group 1 the lowest values of these parameters. It was concluded that group 3 genotypes are susceptible to attack by *C. maculatus* and those of group 1 resistant to antibiosis. In the third chapter, the attractiveness and

preference for oviposition of insects in the evaluated cowpea genotypes were evaluated, through tests with a chance of choice. The same genotypes and conditions as the second chapter were used. Arenas were set up with three interconnected flasks. Insects were released in the central flask and cowpea genotypes in the side flasks (treatments and control). The Attractiveness Indices (AI), Preference for Oviposition (IPO) and the Emergency were analyzed. The design was completely randomized with 13 treatments, and five replications. The Moita genotype was more attractive; BRS Pujante, Ligeiro and Tardão repelled the pest, and the other genotypes were neutral. As for the IPO, the Costela de Vaca, Moita and Ligeiro genotypes were preferred for oviposition. Regarding the emergency, only the BRS Pujante genotype showed a difference, with less emergence than in the control. Thus, it was concluded that the genotypes Moita and Costela de Vaca are susceptible to pest, BRS Pujante is resistant to *C. maculatus* by antixenosis and antibiosis, and the other genotypes showed intermediate susceptibility.

Keywords: *Vigna unguiculata*, resistant genotypes, pests of stored grains, creole seeds.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1	Figura 1. Criações de <i>C. maculatus</i> , sob condições controladas, em câmara climática tipo B.O.D. (temperatura de 27 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase).....	40
Figura 2	Genótipos de feijão-caupi utilizadas na pesquisa.....	41
Figura 3	Montagem do Teste sem chance de escolha.....	43
Figura 4	Dendrograma de agrupamento dos genótipos de feijão-caupi com base no número total de insetos emergidos, aplicando o método de ligação de Ward e combinação de cluster de distância redimensionado.....	47
Figura 5	Emergência diária (A) e Emergência acumulada normalizada (B) de <i>C. maculatus</i> (nº de insetos emergidos / recipiente) em 13 genótipos de feijão-caupi agrupados em 3 grupos. O símbolo representa a média de dez repetições. As barras representam o erro padrão da média. Os parâmetros da equação são apresentados na Tabela 3.....	49
Figura 6	Análise de componentes principais dos parâmetros biológicos utilizados para explicar a associação entre os grupos 1, 2 e 3. a = pico de emergência diário de adultos; b = dias necessários para a ocorrência do pico diário de emergência; c = desvio padrão do parâmetro b; d = assíntota, geralmente a emergência acumulada máxima; e = dias necessários para atingir 50% da emergência acumulada ou o ponto de inflexão e f = parâmetro da forma/inclinação da curva; NTO = número total de ovos; Nf = número final de insetos emergidos; PM = perda de massa; ri = taxa instântanea de crescimento populacional.....	50

CAPÍTULO III

Figura 1	Genótipos de feijão-caupi utilizados na pesquisa.....	63
Figura 2	Arenas confeccionadas para o teste de atratividade do <i>C. maculatus</i> em genótipos de feijão-caupi.....	64
Figura 3	Atração média de adultos de <i>C. maculatus</i> em 13 genótipos de feijão-caupi. Temperatura: 27 ± 2 °C; UR: 70%; Fotofase: 12h. Os valores estão representados em percentagem	67

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1	Formato e cor das sementes de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) utilizados na pesquisa.....	42
Tabela 2	Estatística descritiva (média e erro padrão) dos parâmetros número de ovos, perda de massa, número total de adultos emergidos e taxa instantânea de crescimento de <i>C. maculatus</i> em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste sem chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\% \pm 10\%$; fotofase: 12h.....	46
Tabela 3	Número total de ovos, perda de massa, número final de insetos emergidos e taxa instantânea de crescimento de <i>C. maculatus</i> de acordo com o agrupamento dos genótipos, em teste sem chance de escolha. T: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: $70\% \pm 10\%$; fotofase: 12h.....	47
Tabela 4	Resumo das análises de regressão não linear das curvas mostradas na Fig. 2.....	49

CAPÍTULO III

Tabela 1	Determinação do Índice de Atratividade de <i>Callosobruchus maculatus</i> em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste com chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h.....	66
Tabela 2	Determinação do Índice de Preferência para Oviposição de <i>Callosobruchus maculatus</i> em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste com chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h.....	68
Tabela 3	Emergência de <i>Callosobruchus maculatus</i> em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste com chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h.....	69

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	18
CAPÍTULO 1 – ATUALIDADES SOBRE <i>Callosobruchus maculatus</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) EM SEMENTES CRIOULAS DE FEIJÃO CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i>): UMA REVISÃO.....	19
1.1. FEIJÃO-CAUPI: NOMES POPULARES E TIPOS.....	19
1.1.1. PRODUÇÃO E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DO FEIJÃO-CAUPI..	20
1.2. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DOS BANCOS DE SEMENTES CRIOULAS.....	21
1.2.1. AS SEMENTES CRIOULAS E A LEGISLAÇÃO.....	23
1.3. BIOECOLOGIA DE <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius, 1975) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae).....	24
1.4. RESISTÊNCIA DE PLANTAS A INSETOS.....	26
1.4.1. RESISTÊNCIA DO FEIJÃO-CAUPI A <i>C. maculatus</i>	27
1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO 2 – ASPECTOS BIOLÓGICOS DE <i>Callosobruchus maculatus</i> (fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) EM GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 CONDIÇÕES DA CRIAÇÃO ESTOQUE DE <i>C. maculatus</i> E DOS BIOENSAIOS	40
2.2 OBTENÇÃO DOS GENÓTIPOS DE SEMENTES CRIOULAS DO FEIJÃO-CAUPI.....	40
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	42
2.4 AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE DOS GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI A <i>C. maculatus</i>	42
2.4.1 TESTE SEM CHANCE DE ESCOLHA.....	42
2.4.2 EFEITO DOS GENÓTIPOS SELECIONADOS SOBRE A TAXA INSTANTÂNEA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL (R_t) DE <i>C. maculatus</i>	43

2.4.3 PERDA DE MASSA.....	44
2.4.4 TAXAS DE EMERGÊNCIA DIÁRIA E ACUMULADA DE <i>C. maculatus</i>	44
2.4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
3 RESULTADOS.....	45
4 DISCUSSÃO.....	50
5 AGRADECIMENTOS.....	54
REFERÊNCIAS.....	54

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) POR VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	
	58
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	59
1 INTRODUÇÃO.....	59
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
2.1 CONDIÇÕES DA CRIAÇÃO ESTOQUE DE <i>C. maculatus</i> E DOS BIOENSAIOS	62
2.2 OBTENÇÃO DAS VARIEDADES DE SEMENTES CRIOULAS DO FEIJÃO-CAUPI.....	62
2.3 AVALIAÇÃO DA ATRATIVIDADE E PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO (ANTIXENOSE) DE <i>C. maculatus</i> EM GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI ATRAVÉS DO TESTE COM CHANCE DE ESCOLHA.....	64
2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	65
3 RESULTADOS.....	66
4 DISCUSSÃO.....	69
5 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS.....	72

APRESENTAÇÃO

Um dos principais obstáculos enfrentados durante a produção e estocagem de feijão-caupi é o ataque de pragas, que prejudicam o desenvolvimento da cultura no campo e durante o período de armazenamento dos grãos. O caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) é considerado a principal praga do feijão-caupi armazenado. Essa praga causa sérios prejuízos aos grãos, resultando em perda de peso; desvalorização comercial; redução do valor nutritivo; do grau de higiene do produto e do poder germinativo das sementes. Assim, é imprescindível seu controle, que normalmente ocorre por meio de produtos químicos fumigantes, o que acarreta danos ao meio ambiente e ao aplicador.

O feijão-caupi possui uma grande variabilidade genética, dentre a qual destacam-se os genótipos crioulos, por se tratar de materiais que não tiveram sua estrutura genética modificada pela indústria e que podem ser geneticamente resistentes ao *C. maculatus*, constituindo uma alternativa promissora e sustentável no controle deste bruquídeo. Visto que existe um número considerável de estudos que avaliaram a resistência de genótipos comerciais de feijão-caupi a *C. maculatus*, também são necessários estudos que comprovem e identifiquem quais materiais crioulos são resistentes, para serem utilizados como alternativa no manejo desta praga.

No primeiro capítulo é apresentada uma revisão geral sobre o tema estudado e a situação atual das pesquisas. No segundo capítulo foi avaliada a susceptibilidade de 13 genótipos de feijão-caupi (sendo 11 crioulos e dois comerciais) ao ataque de *C. maculatus* através de testes sem chance de escolha. E no terceiro capítulo avaliou-se a atratividade de adultos e a preferência para a oviposição por genótipos de feijão-caupi pelo coleóptero por meio de testes com chance de escolha.

CAPÍTULO 1 - ATUALIDADES SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) EM SEMENTES CRIOULAS DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna unguiculata*): UMA REVISÃO

1.1. Feijão-caupi: nomes populares e tipos

De origem africana, o feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae), foi introduzido no Brasil em meados do século XVI, especificamente pela região Nordeste, no Estado da Bahia, através dos colonizadores portugueses, sendo então distribuído para todo o território nacional (FREIRE-FILHO et al, 2011). Há relatos do cultivo de diversos tipos de feijão no Brasil em 1568 (GANDAVO, 2001) e em meados de 1587, quando juntamente com favas foram cultivados no estado da Bahia (SOUZA, 1974). Mesmo não constatando que o feijão-caupi estivesse presente entre as espécies cultivadas no país naquela época, muitos pesquisadores afirmam que estava considerando que em 1549 o estado da Bahia mantinha intenso comércio com o oeste da África, o que reforça os indícios de que essa leguminosa já estava sendo cultivada no país antes de 1700 (BARRACLOUGH, 1995).

O feijão-caupi tem vários nomes populares o que dificulta o seu reconhecimento. Dentre os nomes mais usados no Brasil estão: feijão-macassa e feijão-de-corda, na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada, na região Norte; e feijão-miúdo, na região Sul (NEVES et al., 2011). Na região Norte, há um tipo de feijão-caupi muito importante para a culinária local denominado manteiguinha, o qual apresenta grãos muito pequenos e de cor creme. O feijão-caupi é também chamado de feijão-gurutuba e feijão-catador em algumas regiões do Estado da Bahia e do norte de Minas Gerais. Além dessas denominações, há um tipo de grão que tem o tegumento branco com um grande halo preto, que é chamado de feijão-fradinho nos estados de Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro. Este feijão é o preferido para o preparo do acarajé, comida típica da Bahia (FREIRE FILHO et al. 2011).

Dentre os vários tipos de feijão-caupi, também são encontrados grãos das mais variadas cores, tamanhos e formatos. No Brasil, para efeito de regulamento técnico, definido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 12, de 28 de março de 2008, considera-se feijão apenas os grãos provenientes das espécies *Phaseolus vulgaris* (L.) (Grupo I) e *V. unguiculata* (Grupo II), denominadas feijão comum e feijão-caupi, respectivamente (BRASIL, 2008a).

1.1.1. Produção e importância socioeconômica do feijão-caupi

Dentre os países produtores de feijão-caupi, a Nigéria destaca-se como o maior produtor e consumidor, seguido pelo Níger e Brasil (TIMKO; SINGH, 2008; FREIRE FILHO et al., 2011). A estimativa da safra 2019/20 de feijão-caupi no Brasil, até março/20 foi de 476 kg/ha de produtividade, 641 mil toneladas de produção numa área cultivada de 1.285,9 mil hectares, superando a safra de 2018/19 que teve uma produção de 637 mil toneladas (CONAB, 2020).

De acordo com Akande (2007), o feijão-caupi tem significativa importância socioeconômica como suprimento alimentar, em razão de apresentar altos níveis de proteínas e aminoácidos em suas sementes. Além disso, essa cultura contribui para a fixação de mão de obra no campo e como componente da produção agrícola, especialmente nas regiões Norte e Nordeste (BEZERRA et al., 2008).

A produção de feijão-caupi no Brasil ocorre tanto na primeira como na segunda safra nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A expansão dessa cultura tem ocorrido, principalmente para as regiões de cerrado, no período de safrinha, devido a precocidade e a tolerância ao déficit hídrico em relação a outros cultivos, como milho e soja, além do porte ereto e adaptação ao cultivo mecanizado (FREIRE FILHO et al., 2011).

Na região Nordeste, a produção concentra-se nas áreas semiáridas, onde outras culturas leguminosas anuais não se desenvolvem satisfatoriamente, em razão da irregularidade das chuvas e das altas temperaturas. O cultivo é realizado por empresários e agricultores familiares que ainda utilizam práticas tradicionais. Já na região Centro-Oeste, onde o feijão-caupi passou a ser cultivado em larga escala a partir de 2006, a produção provém principalmente de médios e grandes empresários que utilizam tecnologias altamente tecnificada (FREIRE FILHO et al., 2011).

A maior parte da produção de feijão-caupi tem sido comercializada no mercado interno brasileiro, especialmente na região Nordeste, mas nos últimos anos, tem-se verificado a ocorrência de exportações para Índia, Egito, Paquistão, Vietnã e Indonésia (SILVA et al., 2016).

No Brasil, três segmentos de mercados merecem destaque para o feijão-caupi: grãos secos, feijão verde (vagem ou grão imaturo) e sementes. O mercado de grãos secos é o mais importante da cadeia do feijão-caupi. O feijão-verde é um segmento de mercado atrativo, de grande volume, sobre o qual há poucas informações. Tanto a produção quanto a comercialização ocorrem em torno dos centros urbanos. Trata-se de um mercado atendido

especialmente por agricultores familiares. O segmento de mercado referente a sementes é também muito promissor, contudo, o uso de sementes certificadas é recente e baixo (FREIRE FILHO et al., 2011; SILVA et al., 2016).

É importante mencionar que esse mercado está crescendo e avançando em termos de organização, já havendo produtores de sementes de feijão-caupi nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste, e associações de produtores de sementes em vários estados. A cultura do feijão-caupi é socioeconomicamente importante e apresenta inúmeras potencialidades a serem desenvolvidas no âmbito da produção, do consumo e dos mercados nacional e internacional. Para tanto, exige maior organização da sua cadeia produtiva para que haja benefício mútuo entre os seus diferentes segmentos (FREIRE FILHO et al., 2011; SILVA et al., 2016).

1.2. Importância da manutenção dos bancos de sementes crioulas

Desde que a humanidade passou a domesticar as plantas, no início da agricultura, a semente representava a garantia de proteção da produção da família e da soberania alimentar de comunidades e de povos. Ao longo do tempo, o intercâmbio das sementes e as seguidas migrações contribuíram na constituição de uma grande diversidade de espécies e variedades cultivadas, adaptadas aos diferentes climas e aos ecossistemas do planeta, conhecidas como sementes crioulas. Esse legado nos foi proporcionado pelos povos nativos, pelos indígenas e pelos camponeses (LOPES et al., 2008).

As sementes crioulas podem ser denominadas como aquelas que não sofrem modificações genéticas por meio de técnicas como as realizadas no processo de melhoramento genético. Estas sementes são chamadas de sementes crioulas, nativas ou tradicionais porque, habitualmente, seu manejo foi desenvolvido pelos agricultores familiares das comunidades rurais (BARBOSA et al., 2015).

Nos últimos 70 anos as tecnologias introduzidas no meio rural pela Revolução Verde (adubos químicos, agrotóxicos, mecanização agrícola; etc.) tem acelerado as transformações no modo de vida das populações rurais. Neste novo ambiente, as sementes crioulas nem sempre conseguem se adaptar, sendo este um dos motivos da perda ou desaparecimento das mesmas (ALMEIDA, 2005; MEIRELLES; RUPP, 2006). Tal fenômeno se deve, em grande medida, ao agronegócio, que por meio das empresas multinacionais passaram a produzir e massificar a comercialização de sementes híbridas, em substituição às sementes locais. Neste sentido, iniciou-se, portanto, um amplo processo de perda e de extinção de uma grande

diversidade, associado aos cultivos agrícolas (LOPES et al., 2008; BEVILAQUA et al., 2014).

Dentre as principais sementes crioulas de diferentes culturas cultivadas no semiárido nordestino destacam-se o feijão-caupi e o milho (*Zea mays* - Poaceae), as quais são exploradas em regime de sequeiro. Pequenos produtores de base familiar são os principais responsáveis por cultivar estas espécies que representam grande importância socioeconômica e cultural (QUEIROGA et al., 2011; BEVILAQUA et al., 2014; BARBOSA et al., 2015; SILVA; LOPES, 2016; KIRCHOFF et al., 2017). Estas variedades possuem grande variabilidade e são armazenadas, ano após ano, em silos de zinco, tonéis de metal, garrafas pet e garrafões de vidro. Pelo sistema de cultivo, seleção de sementes e forma de armazenamento, pode-se considerar que estas sementes foram acriouladas (MEIRELLES; RUPP, 2006; LOPES et al., 2008).

No entanto, devido aos frequentes anos de seca, muitas vezes o pequeno produtor consome estas sementes e quando vão plantar no ano seguinte têm que adquirir sementes no comércio local, que na maioria das vezes, são híbridos de variedades com produções e nível tecnológico elevado, tecnologia esta que a grande maioria dos agricultores de base familiar não detêm e, com isso, a produtividade é baixa. No caso específico dos híbridos de segunda geração, existe uma segregação natural, que poderá agravar ainda mais essa situação (MEIRELLES; RUPP, 2006; LOPES et al., 2008).

Nesse contexto, surgem os “guardiões” de sementes crioulas, responsáveis pela criação e manutenção dos bancos de sementes, são personagens imprescindíveis na preservação desse patrimônio genético (PELWING et al., 2008). São eles quem as cultivam e conservam tornando-as uma expressão da cultura de povos que sempre viveram da terra. Esses produtores preservam o conhecimento que atravessa gerações e produzem novos saberes sobre o plantio de sementes de cultivares crioulas. Através da prática da preservação dessas sementes se contribui para a preservação desse patrimônio, para o meio ambiente e para a renda dessas famílias produtoras, pois não terão que comprar sementes para plantar. As sementes crioulas são, portanto, parte componente do patrimônio cultural rural (SILVA; LOPES, 2016).

A origem das sementes crioulas está vinculada a seleção dos melhores exemplares de cada espécie, de modo que as novas plantas resultam de um constante processo de aprimoramento. Como seu processo de melhoramento é natural, e ocorre a longo prazo, as sementes crioulas possuem menor rendimento em relação às sementes melhoradas, porém são mais resistentes e menos dependentes de insumos. Possuem características regionais e

culturais, e são o resultado do trabalho árduo de pequenos agricultores, que perpassa gerações para chegar até o plantio (KIRCHOFF et al., 2017).

As sementes selecionadas são guardadas, reutilizadas e compartilhadas através de trocas, o que proporciona sua diversidade. O resgate destas sementes visa o aumento da biodiversidade e a valorização da identidade local e cultural. As sementes crioulas se tornam cada vez mais raras, pois possuem rendimento menor que as sementes melhoradas, não atendendo à demanda de produção capitalista, o que muitas vezes leva a marginalização do agricultor familiar no que se refere às políticas públicas (KIRCHOFF et al., 2017). Nesse sentido, a identificação, o resgate, o manejo e a conservação de bancos comunitários de culturas crioulas, podem auxiliar na autonomia do pequeno agricultor, bem como na segurança alimentar da população, para a manutenção da história, da cultura e dos costumes das comunidades locais, além de conservar o patrimônio genético (CONTI et al., 2015).

1.2.1. As sementes crioulas e a legislação

A venda e a distribuição de sementes passaram a ser regularizadas em países desenvolvidos a partir da década de 1950, e nos subdesenvolvidos entre 1960 e 1980, configurando uma estratégia mercadológica de pressão de nações de grande porte para com as menos desenvolvidas como uma forma de trazer benefícios para os empreendimentos exteriores. No Brasil, esse movimento se concretiza com a Lei Federal nº 9.456/1997 - Lei de Proteção de Cultivares (BRASIL, 1997), a qual impedia a comercialização de sementes locais, também conhecidas como sementes crioulas, por parte dos agricultores de baixa renda (PAULINO; GOMES, 2015).

Em 2003 foi promulgada a Lei Federal nº 10.711/2003 que estabeleceu o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (BRASIL, 2003). Este marco legal permitiu aos agricultores produzirem, trocarem ou venderem sementes e mudas entre si, sem precisarem aderir ao Registro Nacional de Sementes (Renasem) e ao Registro Nacional de Cultivares (RNC), responsáveis pela fiscalização das trocas mercantis de sementes e mudas. Essa lei reforçou a tentativa de legitimação das sementes crioulas por parte dos cientistas e dos agricultores ecológicos (PAULINO; GOMES, 2015).

Em agosto de 2006, o Brasil passou a adotar o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (TIRFAA), o qual foi promulgado por meio do Decreto Federal nº 6.476/2008 (BRASIL, 2008b). Este tratado tem como objetivos centrais promover a conservação e a utilização sustentável dos recursos fitogenéticos para a

alimentação e a agricultura, garantindo uma partilha justa e equitativa dos benefícios resultantes da utilização desses recursos, em prol de uma agricultura sustentável, da segurança alimentar e nutricional. Um aspecto muito relevante do documento é o reconhecimento dos homens do campo e dos povos indígenas como sujeitos de inovação e melhoramento genético dos recursos biológicos (ZANONI; FERMENT, 2011).

Debates em torno das sementes ganharam destaque entre 2003 e 2007, mas a legislação que respalda o trabalho com as sementes no Brasil desfavorece a racionalidade técnica da agricultura familiar e a conservação da biodiversidade. Através de lutas nos últimos anos, os movimentos sociais conseguiram mudanças que permitem que as sementes crioulas sejam comercializadas nos programas públicos de distribuição de sementes. Entretanto, esse ainda é um fato que necessita da “boa vontade” dos gestores e pressão popular para concretização desse direito das famílias agricultoras (PAULINO; GOMES, 2015).

1.3. Bioecologia de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1975) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae)

Os insetos constituem um dos mais importantes agentes responsáveis pelas perdas no período de pós-colheita, quando ocorre o armazenamento dos grãos, sendo a maioria das espécies cosmopolitas, em razão dos intercâmbios comerciais. Eles também causam danos significativos na qualidade e quantidade do produto (FARONI; SOUSA, 2006).

O caruncho *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) é considerado a praga mais importante do feijão-caupi armazenado em regiões tropicais e subtropicais (PEREIRA et al., 2008). É uma espécie originária da África, com distribuição nos continentes americano, europeu e asiático (HAINES, 1989; BRITO, 2015).

A duração completa do ciclo de vida do caruncho é de 26 dias a 30°C de temperatura. Durante o ciclo, os ovos são colocados em um líquido claro e pegajoso expelido pela fêmea, o qual serve de apoio para a penetração da larva no interior do grão. As larvas são do tipo curculioniforme, enquanto as pupas apresentam coloração branca leitosa, medindo cerca de 3 mm de comprimento (GALLO et al., 2002).

Os adultos de *C. maculatus* são besouros com aproximadamente 3 mm de comprimento, de coloração escura, com cabeça, tórax e abdome pretos, apresentando élitros estriados e pubescência no tórax. Nos élitros distinguem-se três manchas mais escuras, de tamanhos diferentes. A fase larval dura cerca de 14 dias e a pupal, 16. Os adultos apresentam longevidade de sete a nove dias, na proporção de uma fêmea para um macho, sendo, portanto,

a razão sexual apresentada de 1:1. As fêmeas, são em geral maiores que os machos, apresentam quatro manchas claras bem definidas no pronoto, contrastando com a cor escura e brilhante do corpo (GALLO et al., 2002).

O ataque dessa praga ao feijão-caupi pode ocorrer ainda quando a cultura se encontra no campo (QUINTELA et al., 1991, CARVALHO et al., 2011). As fêmeas ovipositam uma média de 80 ovos nas superfícies dos grãos. Após a eclosão, as larvas penetram nas sementes, se alimentam e empupam, e após a emergência, os adultos perfuram orifícios de saída para iniciarem novo ciclo biológico (QUINTELA et al., 1991). A injúria é causada quando as larvas penetram nos grãos, alimentam-se do seu conteúdo interno, provocando a perda de peso, redução do valor nutritivo e do poder germinativo das sementes. A presença de excrementos, de ovos e de adultos na massa de grãos também reduz o seu valor comercial (MELO et al. 2014; OLIVEIRA et al., 1984).

Segundo Santos; Vieira (1971), a ação de *C. maculatus* deixa os grãos vulneráveis ao ataque de patógenos, que também interferem no poder germinativo das sementes. Porém, o maior dano consiste na alteração qualitativa da semente, onde a simples presença de ovos ou insetos adultos nos grãos, e o odor característico que estes exalam, deprecia o valor comercial e caracteriza o produto de baixa qualidade (BASTOS, 1973).

Devido grande perda na produção, os agricultores realizam medidas de controle do caruncho antes e durante o armazenamento, já que pequenas infestações, entre 3% e 5%, são suficientes para provocarem grandes perdas de grãos (MAINA; LALE, 2004). O método de controle mais empregado contra o *C. maculatus* é o químico, cujo ingrediente ativo registrado é um fumigante a base de fosfeto de magnésio, precursor da fosfina. Estes produtos apresentam como vantagens baixo custo e alta eficiência no manejo de insetos que atacam produtos armazenados (ZETTLER; ARTHUR, 2000), porém o uso constante pode provocar diversos problemas como, o surgimento de insetos resistentes, toxicidade a aplicadores, acúmulo de resíduos tóxicos nos alimentos, poluição ambiental e aumento dos custos de produção (MARTINAZZO et al., 2000; PIMENTEL et al., 2010).

Quanto ao controle químico, à inobservância das recomendações de uso tais como, aplicação de subdosagens e desrespeito quanto ao período residual dos inseticidas, tem provocado o desenvolvimento de resistência de vários insetos-praga a diversos ingredientes ativos. Além disso, as condições de armazenamento disponíveis para a maioria dos agricultores permitem reinfestações, aumentando a frequência de utilização de inseticidas (ALMEIDA et al., 2006; AZEVEDO, et al., 2007).

Como alternativa ao controle químico, outros métodos vêm sendo pesquisados sem desencadear os problemas causados pelos inseticidas sintéticos (FARONI et al., 1995), como pós, extratos e óleos de origem vegetal (ARRUDA; BATISTA, 1998; TAVARES; VENDRAMIM, 2005), além de cultivares geneticamente resistentes (LARA, 1991; PANDA; KHUSH, 1995; SMITH, 2005).

1.4. Resistência de Plantas a Insetos

Uma alternativa ao controle químico é a seleção de plantas que possuem características de resistência, as quais apresentam vantagens como maior produção, facilidade na utilização, redução do custo de produção e compatibilidade com outros métodos de controle (FRANCO et al., 1999).

Durante o processo evolutivo as plantas desenvolveram diferentes mecanismos para se protegerem do ataque de insetos, incluindo respostas específicas que ativam diferentes vias metabólicas as quais alteram suas características químicas e físicas. Entretanto, os insetos também desenvolveram estratégias para superar as barreiras defensivas das plantas, permitindo a sua alimentação, desenvolvimento e reprodução em seus hospedeiros (MELLO; SILVA FILHO, 2002). Sendo assim, uma planta é considerada genotipicamente resistente quando é menos danificada que outra, ao ser atacada por insetos em condições de igualdade, agindo como mecanismo de defesa (ROSSETO, 1973; LARA, 1991; MAIA et al., 2009).

A resistência é um caráter relativo, uma vez que sua expressão e efetividade podem variar de acordo com a situação, de forma que uma planta pode manifestar resistência em certas condições e manter ou não esse caráter em outras condições. Além disso, a resistência está diretamente relacionada com o inseto, visto que a planta pode ser resistente a certa espécie, mas suscetível a outra (LARA, 1991).

A resistência de plantas a insetos ocorre através dos seguintes mecanismos: (1) Antixenose ou não-preferência, que é uma característica da planta que dificulta a alimentação, oviposição e abrigo pelos insetos e pode ter como causas a presença de aleloquímicos ou características morfológicas indesejáveis, como cor ou estruturas presentes nas plantas; (2) Antibiose constitui em um conjunto de caracteres da planta que causa um efeito adverso na biologia dos insetos que dela se alimentam. A antibiose pode afetar o potencial reprodutivo do inseto devido à mortalidade da fase imatura, baixa emergência de adultos, além de redução no tamanho e peso dos indivíduos. Também pode ter efeito sobre a longevidade, oviposição, mortalidade, fecundidade, além de promover o alongamento do ciclo do inseto, entre outros.

Os aleloquímicos estão entre as principais causas da antibiose pelas plantas; (3) Tolerância é uma característica da planta que a permite resistir ou recuperar-se do ataque dos insetos, sem afetar a biologia e o comportamento destes, sem que haja queda significativa na quantidade e qualidade da produção (KOGAN, 1975; PANDA, 1979; LARA, 1991; PANDA; KUSH, 1995; SMITH, 2005).

1.4.1. Resistência do feijão-caupi a *C. maculatus*

O feijão-caupi possui uma grande variabilidade genética, sendo viável para várias finalidades sob diversos sistemas de cultivos. É uma cultura de fácil adaptação à diferentes condições ambientais, constituindo-se uma espécie de grande valor e com amplas possibilidades de uso (FREIRE FILHO et al., 2005).

O uso de cultivares de feijão-caupi que possui alguma resistência genética, constitui-se um método de controle promissor para o manejo de *C. maculatus*. Visando identificar esses genótipos resistentes ao caruncho, bem como os possíveis mecanismos atuantes, várias pesquisas vêm sendo conduzidas (PESSOA et al., 1993; CHAVES; VENDRAMIN, 1995; BARRETO; QUINDERÉ, 2000; COSTA; BOIÇA JÚNIOR, 2004; CARVALHO et al., 2011). A maioria desses autores, encontraram vários níveis de resistência, porém recomendam a realização de mais pesquisas em programas de melhoramento genético, para aumentar a resistência de genótipos do feijão caupi ao *C. maculatus*.

Segundo Mazzoneto; Boiça Júnior (1999), a utilização de plantas resistentes a insetos apresenta vantagens como: não oferece riscos para a saúde humana e animal, reduz perdas quantitativas e qualitativas, não polui o meio ambiente, de baixo custo, é compatível com outras estratégias de controle. O emprego de genótipos resistentes é uma opção promissora a fim de minimizar as perdas causadas pelo caruncho durante o armazenamento de sementes crioulas de feijão-caupi.

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 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*.

Outros autores também verificaram resistência de genótipos comerciais de feijão-caupi ao *C. maculatus*. Mársaro Júnior; Vilarinho (2011) testaram 12 cultivares de feijão-caupi, verificaram os parâmetros relacionados ao ciclo biológico, perda de massa seca dos grãos e número de insetos emergidos. Os autores observaram que as cultivares de feijão-caupi testadas apresentaram 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 o inseto completar o ciclo biológico. Com o objetivo de determinar os tipos de resistência nos genótipos de *V. unguiculata* ao *C. maculatus*, Costa; Boiça Júnior (2004) realizaram testes com e sem chance de escolha, através das variáveis: número de ovos viáveis e inviáveis, ciclo biológico de ovo a adulto e massa de semente consumida, identificando acessos com níveis consideráveis de resistência e susceptibilidade ao caruncho, e observaram resistência do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose.

1.5. Considerações Finais

O feijão-caupi é uma leguminosa de ocorrência mundial, com grande valor nutricional, importância socioeconômica e de significativa diversidade genética. Isso torna necessário o desenvolvimento de mais pesquisas relacionadas ao potencial genético de seus genótipos crioulos, os quais se destacam devido sua rusticidade e fácil adaptação a condições edafoclimáticas adversas. A utilização de genótipos resistentes às pragas, em especial ao coleóptero *C. maculatus* que causa enormes prejuízos aos grãos armazenados, é de suma importância, já que estes genótipos podem ser usados como ferramenta no controle de pragas, uma vez que consiste num método de controle sustentável e promissor, além de contribuir para a manutenção da diversidade genética e cultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT: SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso: 27 mai 2020.

AKANDE, S.R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, v.2, n.2, p.163-168, 2007.

ALMEIDA, S. A.; ALMEIDA, F. A. C.; SANTOS, N. R.; MEDEIROS, S. S. A.; ALVES, H. S. Controle do Caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleóptera:

Bruchidae) utilizando extratos de *Piper nigrum* L. (Piperaceae) pelo método de vapor. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 793-797, 2006.

ALMEIDA, F. de A.C.; ALMEIDA, S.A. de; SANTOS, N.R. dos; GOMES, J.P.; ARAÚJO, M.E.R. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão *Vigna* (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 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**, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 269-287, 2004.

ARRUDA, F.P.; BATISTA, J. de L. Efeito de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1/2, p. 53-57, 1998.

AZEVEDO, F.R.; LEITÃO, A.C.L.; LIMA, M.A.A.; GUIMARÃES, J.A. Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p.182-187, 2007.

BARRACLOUGH, G. (Ed.). **Atlas da história do mundo da Folha de São Paulo/Times**. 4. ed. rev. São Paulo: Folha da Manhã, 1995. p. 154-157. In: FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues; RIBEIRO, Valdenir Queiroz; ROCHA, Maurisrael de Moura; SILVA, Kaesel Jackson Damasceno e; NOGUEIRA, Maria do Socorro da Rocha; RODRIGUES, Erina Vitória. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina-PE: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

BARBOSA, V. L.; VIDOTTO, R. C.; ARRUDA, T. P. Erosão genética e segurança alimentar. In: **Simpósio Internacional de Ciências Integradas**, UNAERP, Campus Guarujá, 2015. 6p. Disponível em: <<http://www.unaerp.br/documentos/1868-erosao-genetica-e-seguranca-alimentar/file>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

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.

BASTOS, J. A. M. Avaliação dos prejuízos causados pelo gorgulho, *Callosobruchus maculatus*, em amostras de feijão-de-corda, *Vigna sinensis*, colhidos em Fortaleza, Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.8, n.7, p.131-132, 1973.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; BARBIERI, R. L.; SCHWENGBER, J. E.; SILVA, S. D. A. e; LEITE, D. L.; CARDOSO, J. H. Agricultores guardiões de sementes e ampliação da agrobiodiversidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 99-118, jan./abr. 2014.

BEZERRA, A.A. de C.; TÁVORA, F.J.A.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.85-93, 2008.

BRASIL. Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9456.htm>. Acesso em: 15 jul. 2018.

_____. Lei n. 10.711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm>. Acesso em: 15 jul. 2018.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008a**. Disponível em: <http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-12-2008_76992.html>. Acesso. 14 jul. 2018.

_____. Decreto n. 6.476, de 05 de junho 2008b. Promulga o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, aprovado em Roma, em 3 de novembro de 2001, e assinado pelo Brasil em 10 de junho de 2002. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6476.htm>. Acesso em: 15 jul. 2018.

CARVALHO, R. de O.; LIMA, A. C. S.; ALVES, J. M. A. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Ciência Agronômica**, v.5, n.1 p. 50-56, jan-abril, 2011.

CHAVES, J.W. M.; VENDRAMIM, J. D. Não-preferência para oviposição e desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares de caupi. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 239-245, 1995.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. v. 7 - Safra 2019/20, n.6 - Sexto levantamento, Brasília, p. 189, Março, 2020.

CONTI, V.; REINIGER, L. R. S.; WIZNIEWSKY, C. R. F.; CASSOL, K. P.; SCHUMASCHER, J. D. Mapeamento teórico da agrobiodiversidade crioula no município de Lagoa Bonita do Sul/RS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.

COSTA, N. P.; 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.

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

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, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 28-92.

FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues; RIBEIRO, Valdenir Queiroz; ROCHA, Maurisrael de Moura; SILVA, Kaesel Jackson Damasceno e; NOGUEIRA, Maria do Socorro da Rocha; RODRIGUES, Erina Vitório. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina-PE: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, 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. 920 p.

GANDAVO, P. de M. **Tratado da terra do Brasil: tratado segundo, das coisas que são gerais por toda costa do Brasil**. 2001. In: FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues; RIBEIRO, Valdenir Queiroz; ROCHA, Maurisrael de Moura; SILVA, Kaesel Jackson Damasceno e; NOGUEIRA, Maria do Socorro da Rocha; RODRIGUES, Erina Vitório. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina-PE: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

HAINES, C. P. Observation on *Callosobruchus analis* (F.) in Indonesia, including a key to storage *Callosobruchus* spp. (Col.: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, n. 25, n. 1, p. 9-16, 1989.

KIRCHOFF, A. B.; MOCELIN, C. E.; DRESCHER, J. J.; OLIVEIRA, K. R. de. As sementes crioulas e a agricultura familiar no Brasil: um modo de enfrentamento das desigualdades sociais no meio rural. In: **VIII Jornada Internacional de Políticas Públicas**, UFMA, 12p. 2017.

KOGAN, M. Plant resistance in pest management. In: METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. **Introduction to insect pest management**. New York: Wiley, 1975. p.103-46.

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

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.

LOPES, N. F. A.; DAYRELL, C. A.; TEIXEIRA, T. S. Produzindo sementes agroecológicas em sistemas diversificados de produção. Montes Claros-MG: **Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas**, 2008. 28p.

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 genotípicas em clones de cajueiro, via modelos misto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 43-50, jan./mar. 2009.

MAINA, Y. T.; LALE, N. E. S. Effects of initial infestation and interspecific competition on the development of *Callosobruchus subinnotatus* (Pic.) in bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. **Inter. J. Agric. Biol.**, Faisalabad, v.6, n.6, p. 1059-1061, 2004.

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.

MARTINAZZO, A. P.; FARONI, L. R. D.; BERBERT, P. A.; REIS, F. P. Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhyzopertha dominica* (F.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1063-1069, 2000.

MAZZONETTO, F.; BOIÇA JR, A. L. Determination of the types of resistance of bean genotypes to the attack of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 307-311, 1999.

MEIRELLES, L. G.; RUPP, L. C. D. Biodiversidade: passado, presente e futuro da humanidade. Ipê-RS: **Centro Ecológico**, 2006. 83p.

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

MELO, A.F. de; FONTES, L.S.; BARBOSA, D.R.S.; ARAÚJO, A.A.R.; SOUZA, 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: Bruchinae). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.79, n.3, p.425-429, 2012.

MELO, B. A. de; MOLINA-RUGAMA, A. J.; LEITE, D. T.; GODOY, M. S. de; ARAUJO, E. L. de. Bioatividade de pós de espécies vegetais sobre a reprodução de *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 346-353, 2014.

NEVES, A. C. das; CÂMARA, J. A. da S.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; SOBRINHO, C. A.. **Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar**. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 2011. 15p. (Circular Técnica, 51). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/905184/1/CT51.pdf>>. Acesso: 14 jul.2018.

OLIVEIRA, F. J. de; SANTOS, J. H. R. dos; ALVES, J. F.; PAIVA, J. B.; ASSUNÇÃO, M. V. Perdas de peso em sementes de cultivares de caupi, atacadas pelo caruncho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.1, p.47-52, 1984.

PANDA, N.; KHUSH, G.S. **Host Plant Resistance to Insects**. CAB International, Oxon, UK. 1995, 431p.

PANDA, N. **Principles of host-plant resistance to insect pests**. New York: Osmun, 1979, 386 p.

PAULINO, J. S.; GOMES, R. A. Sementes da paixão: agroecologia e resgate da tradição. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba-SP, v. 53, n. 3, p. 517-528, Jul/Set 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032015000300517. Acesso: 14 jul. 2018.

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 e Sociologia Rural**. Piracicaba-SP, v. 46, n. 02, p. 391-420, abr/jun 2008. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/resr/v46n2/v46n2a05.pdf>>. Acesso: 13 jul.2018.

PEREIRA, A.C.R.L.; OLIVEIRA, J.V. de; GONDIM JUNIOR, 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**, v.32, n.3, p.717-724, 2008.

PESSOA, G.P.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J.V. de. Avaliação da resistência de cultivares de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em confinamento em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 259-266, 1993.

PIMENTEL, M. A G.; FARONI, L. R. D.; SILVA, F. H. da; BATISTA, M. D.; GUEDES, R. N C. Spread of phosphine resistance among brazilian populations of three species of stored product insects. **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v.39, n.1, p. 101-107, 2010.

QUEIROGA, V. de P., SILVA, O. R. R. F.; ALMEIDA, F. de A. C. **Tecnologias para o desenvolvimento da agricultura familiar: bancos comunitários de sementes**. 1. ed. Campina Grande-PB: Fraternidade de São Francisco de Assis/Universidade Federal de Campina Grande, 2011, p. 157.

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P. das; QUINDERÉ, M. A. W.; ROBERTS, D. W.. **Principais pragas do caupi no Brasil**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1991.

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

SANTOS, J. H. R.; VIEIRA, F. V. Ataque do *Callosobruchus maculatus* (L.) a *Vigna sinensis*: Influência sobre o poder germinativo de semente da cv. Seridó. **Ciência Agrônômica**, v.1, n.2, p.71-74, 1971.

SILVA, M. H. B. da; LOPES, K. P. Importância da semente na agricultura familiar no nordeste brasileiro. In: **CONIDIS: I Congresso da Diversidade do Semiárido**. Campina Grande-PB, 10p. 2016. Disponível em: <
http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA2_ID2137_20102016210331.pdf>. Acesso 07 jul 2018.

SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. de M.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de. **Socioeconomia**, p. 6-12. In: BASTOS, Edson Alves. A cultura do feijão caupi no Brasil. Teresina-PI: Embrapa Meio-Norte, 71p. 2016.

SMITH, C.M. **Plant Resistance to Arthropods**. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2005, 423p.

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.

SOUZA, G. de. **Notícias do Brasil**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1974. p. 94-95. In: FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues; RIBEIRO, Valdenir Queiroz; ROCHA, Maurisrael de Moura; SILVA, Kaesel Jackson Damasceno e; NOGUEIRA, Maria do Socorro da Rocha; RODRIGUES, Erina Vitória. Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina-PE: **Embrapa Meio-Norte**, 2011. 84p.

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

TIMKO, M. P.; SINGH, B. B. Cowpea, a multifunctional legume. In: MOORE, P. H.; MING, R. (Eds). **Genomics of tropical crop plants**. Springer Science + Business Media. New York, NY: LLC, 2008. p. 227-258.

ZANONI, M.; FERMENT, G. Transgênicos para quem? **Agricultura, ciência e sociedade**. Brasília-DF: MDA, 2011. 520p. Disponível em: http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/08/Transgenicos_para_quem.pdf. Acesso: 14 jul. 2018.

ZETTLER, J. L.; ARTHUR, F. H. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. **Crop Prot.**, Guildford, v.19, n.8-10, p. 577-582, 2000.

CAPÍTULO 2 - ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Callosobruchus Maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE) EM GENÓTIPOS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna Unguiculata* L.)¹

Ana Maria Camelo da Silva Medeiros ^a, Cláudia Helena Cysneiros Matos ^{b*}, Carlos Romero Ferreira de Oliveira ^b, Thieres George Freire Silva ^b

^a Campus Serra Talhada, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Serra Talhada, PE, Brasil

^a Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil

^b Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil

RESUMO

Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil destaca-se o cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), devido sua importância social e econômica. Entretanto, o ataque de bruquídeos inviabiliza o armazenamento do produto pós colheita. Os genótipos crioulos apresentam resistência caracterizada por sua rusticidade, constituindo-se numa alternativa para o controle de pragas. Neste estudo avaliou-se a susceptibilidade de genótipos crioulos de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775), através de bioensaios com 13 genótipos (11 crioulos e dois comerciais). Analisou-se parâmetros biológicos (número de ovos, emergência diária, acumulada e final, taxa instantânea de crescimento populacional e perda de massa dos grãos), sendo os tratamentos compostos por 30g de cada um dos genótipos e 20 insetos adultos, em delineamento inteiramente casualizado, em 10 repetições. Realizou-se análise de agrupamento devido à similaridade entre os genótipos, definindo-se três grupos, sendo também realizada análise de componentes principais. No grupo 3 (BRS Pujante, Ligeiro e Tardão) ocorreram maiores taxas de oviposição, emergência, crescimento populacional e maior prolongamento das fases imaturas de *C. maculatus*. O grupo 2 (Azulão, Costela de Vaca e Rabo de Tatu) apresentou valores intermediários e o grupo 1 (Bala, Canapú, Corujinha, Manteiguinha, Moita, Seridó e Sempre Verde) os menores valores. Os genótipos comerciais agruparam-se nos grupos 1 e 3, mostrando um comportamento similar

¹ Este capítulo está de acordo com as normas da Revista Journal of Stored Products Research.

aos genótipos crioulos daqueles grupos. Concluiu-se que os genótipos do grupo 3 são susceptíveis ao ataque de *C. maculatus* enquanto que os do grupo 1 apresentam resistência do tipo antibiose.

Palavras-chave: caruncho-do-feijão, feijão-caupi, resistência, armazenamento, sementes crioulas.

ABSTRACT

In the North and Northeast regions of Brazil, the cultivation of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) stands out due to its social and economic importance. However, the attack of bruchids makes it impossible to store the post-harvest product. Creole genotypes show resistance characterized by their rusticity, constituting an alternative for pest control. In this study, the susceptibility of cowpea creole genotypes to the attack of *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) was evaluated, using bioassays with 13 genotypes (11 creoles and two commercial). Biological parameters were analyzed (number of eggs, daily emergence, accumulated and final, instantaneous rate of population growth and loss of grain mass), with treatments consisting of 30g of each genotype and 20 adult insects, in a completely randomized design, in 10 repetitions. Cluster analysis was carried out due to the similarity between the genotypes, defining three groups, and also the analysis of main components. In group 3 (BRS Pujante, Ligeiro and Tardão) there were higher rates of oviposition, emergence, population growth and greater prolongation of the immature stages of *C. maculatus*. Group 2 (Azulão, Costela de Vaca and Rabo de Tatu) presented intermediate values and group 1 (Bala, Canapú, Corujinha, Manteiguinha, Moita, Seridó and Semper Verde) the lowest values. The commercial genotypes were grouped into groups 1 and 3, showing a behavior similar to the Creole genotypes of those groups. It was concluded that group 3 genotypes are susceptible to attack by *C. maculatus* whereas those in group 1 show antibiosis resistance.

Keywords: bean weevil, cowpea, resistance, storage, landrace seeds.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em especial no semiárido nordestino, destaca-se o cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), espécie de grande importância social, econômica e alimentar (Araújo et al., 2018), por se tratar de um componente básico da alimentação das populações rurais e urbanas, rico em proteínas, fibras e minerais (Akande, 2007; Gbaye; Holloway, 2011). Porém, uma das principais dificuldades enfrentadas durante sua produção e estocagem é o ataque de pragas, as quais prejudicam os diversos estágios de desenvolvimento da cultura em campo e, principalmente, durante o período de armazenamento dos grãos (Arruda; Batista, 1998).

O caruncho, *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae), é considerado a praga mais importante do caupi armazenado em regiões tropicais e subtropicais (Pereira et al., 2008). O ataque desse bruquídeo pode iniciar antes da colheita e intensifica-se na estocagem, chegando a provocar perdas totais (Arruda; Batista, 1998). Como prejuízos aos grãos ocorre a perda de peso, a desvalorização comercial, a redução do valor nutritivo, e a redução do grau de higiene do produto devido à presença de excrementos, ovos e insetos, além de afetar o poder germinativo das sementes (Gallo et al., 2002; Almeida et al., 2005).

O controle de *C. maculatus* tem sido realizado em larga escala, por meio de produtos químicos fumigantes (Melo et al., 2012). No entanto, o uso de variedades que apresentem algum tipo de resistência genética pode ser uma alternativa para o controle deste bruquídeo (Costa; Boiça Júnior, 2004; Somta et al., 2006; Carvalho et al., 2011; Lopes et al., 2016). A resistência de plantas a insetos pode ser de três tipos: (1) antixenose ou não-preferência (causas morfológicas e químicas), (2) antibiose (causas antinutricionais) e (3) tolerância (Lara, 1991; Panda; Kush, 1995; Smith, 2005).

Genótipos de feijão-caupi resistentes a pragas conferem vantagens como não oferecer riscos para a saúde humana e animal, reduzir perdas quantitativas e qualitativas, não poluir o meio ambiente, ser de baixo custo, manter as pragas abaixo do nível de dano econômico, apresenta compatibilidade com outras estratégias de controle (Panda; Kush, 1995; Mazzoneto, Boiça Júnior, 1999; Appleby; Credland, 2004; Boiça Júnior et al., 2015) e, além disso, permite o armazenamento dos grãos, de forma que os preços de mercado se estabilizam e garantem maior lucro para os pequenos agricultores (Velten et al., 2007 a, b). Portanto, o uso de genótipos resistentes mostra-se como uma opção promissora para o controle de *C. maculatus* no âmbito da agricultura familiar.

Sabe-se que há uma grande variabilidade genética de feijão-caupi (Melo et al., 2012), o que o torna viável para seleção de genótipos resistentes a *C. maculatus*, como comprovado por Barreto; Quinderé (2000), Somta et al. (2006) e Lopes et al. (2016), que verificaram a existência de genótipos de feijão-caupi resistentes à esta praga. Alguns estudos também apontam que características como tamanho dos grãos, textura, espessura e compostos tóxicos no revestimento das sementes afetam a oviposição por *Callosobruchus* spp. (Huignard et al., 1985; de Sá et al., 2014). Bhattacharya; Banerjee (2001) e Mainali et al. (2015), observaram que tanto *C. maculatus* como *Callosobruchus chinensis* (L.) preferem grãos com maior área superficial, o que sugere que feijões com grãos maiores são mais susceptíveis ao ataque de pragas.

As características relevantes para analisar se um genótipo é resistente a *C. maculatus*, são: (1) a porcentagem de emergência de adultos em um determinado período, (2) a data média de emergência de adultos, (3) a taxa natural de aumento da população por geração, (4) a porcentagem de sementes infestadas e, (5) a porcentagem da perda de peso das sementes (Redden; Mcguire, 1983; Jackai; Asante, 2003; Lephale et al., 2012; Amusa et al., 2014). Contudo, Redden, Mcguire (1983), estudando Avaliação genética de resistência bruquida em

sementes de feijão-caupi, com o propósito de simplificar procedimentos de triagem, encontrou que as variáveis mais sensíveis para determinar a resistência de um genótipo foram a porcentagem de insetos emergidos e o período médio de desenvolvimento dos insetos.

Dentre a grande variabilidade genética de feijão-caupi, destacam-se as sementes crioulas, cujo germoplasma vem sendo multiplicado por agricultores através do tempo e, dessa maneira, não tiveram sua composição genética modificada pela indústria, através do processo de melhoramento genético, não sendo patenteadas por nenhuma empresa (Pereira et al., 2017) e por possuírem uma base genética mais ampla refletindo numa maior diversidade genética (Tigist et al., 2018). Elas são chamadas de crioulas, nativas ou tradicionais porque, habitualmente, o manejo dessas sementes foi desenvolvido pelos agricultores familiares das comunidades rurais, tradição mantida por gerações dentro dessas famílias (Bevilaqua et al., 2014). Neste contexto, é necessário que haja o resgate e a conservação destas sementes, para manter a preservação do patrimônio genético e cultural das comunidades locais (Bevilaqua et al., 2009). Além disso, a agricultura familiar é responsável por produzir 70% dos alimentos consumidos pelos brasileiros (Niederle, 2017), e parte desta produção vem de material crioulo.

Apesar de haver um número considerável de estudos que avaliaram a resistência de genótipos comerciais de caupi a *C. maculatus* (Costa; Boiça Júnior, 2004; Carvalho et al., 2011; Mársaro Júnior; Vilarinho, 2011; Melo et al. 2012) o mesmo não se observa para os genótipos crioulos. Nesse sentido, considerando a variabilidade genética do feijão-caupi, este trabalho teve como objetivo avaliar a susceptibilidade de genótipos crioulos de feijão-caupi ao ataque de *C. maculatus*. Foram testadas as seguintes hipóteses:

- 1 - *C. maculatus* tem menor crescimento populacional em genótipos crioulos de feijão-caupi.
- 2 - *C. maculatus* provoca menor perda de massa em genótipos crioulos de feijão-caupi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condições da criação estoque de *C. maculatus* e dos bioensaios

As criações dos insetos e os bioensaios foram conduzidos no Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA) e no Núcleo de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Serra Talhada – PE, Brasil. Todos os bioensaios foram realizados sob condições controladas (temperatura $27 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12 horas) em câmaras climáticas tipo B.O.D. (Fig. 1). A população inicial de *C. maculatus* foi obtida da criação estoque já existente no NEA, a qual vem sendo mantida sobre feijão-caupi do genótipo Sempre-verde há vários anos.



Fig. 1. Criações de *C. maculatus*, sob condições controladas, em câmara climática tipo B.O.D. (temperatura de $27 \pm 2^\circ \text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e 12h de fotofase).

2.2 Obtenção dos genótipos de sementes crioulas do feijão-caupi

Foram utilizados 11 genótipos de feijão-caupi adquiridos do Banco de Germoplasma da UAST/UFRPE e de produtores dos municípios de Cabrobó (Lat. $8^\circ 29' 40'' \text{S}$ e Long. $39^\circ 18' 1'' \text{W}$) (genótipo Corujinha), Santa Cruz da Baixa Verde (Lat. $7^\circ 48' 40'' \text{S}$ e Long. $38^\circ 8' 43'' \text{W}$) (genótipos Ligeiro e Tardão), São José do Egito (Lat. $7^\circ 28' 49'' \text{S}$ e Long. $37^\circ 16' 26'' \text{W}$)

(genótipos bala, canapú, costela de vaca, moita e rabo de tatu) e Serra Talhada (Lat. 7° 59' 7" S e Long. 38° 17' 34" W) (genótipo Sempre Verde), todos pertencentes ao estado de PE, Brasil. Também houve aquisição de genótipos provenientes de produtores do município de Carnaúba dos Dantas (Lat. 6° 32' 56" S e Long. 36° 35' 36" W) (genótipos azulão e manteiguinha), RN, Brasil. Foram avaliados os seguintes genótipos de crioulos de feijão-caupi: Azulão (T1), Bala (T2), Canapú (T3), Corujinha (T4), Costela de Vaca (T5), Manteiguinha (T6), Moita (T7), Rabo de Tatu (T8), Seridó (T9), Ligeiro (T12) e Tardão (T13) (Fig. 2, Tabela 1). Também foram utilizados os genótipos BRS Pujante (T11) (Fig. 2, Tabela 1), adquirido na Embrapa Semiárido – Petrolina-PE (Lat. 09° 23' 55" S e Long. 40° 30' 03" W) e Sempre Verde (T10) (Fig. 2, Tabela 1), adquirido no comércio local e que foi utilizado como substrato alimentar para manutenção das criações estoque.



Fig. 2. Genótipos de feijão-caupi utilizados na pesquisa.

Antes da realização dos bioensaios os grãos foram acondicionados em sacos plásticos no freezer à temperatura de -5° C durante cinco dias para eliminação de eventuais infestações. Previamente a instalação dos experimentos, os grãos foram retirados do freezer e colocados

em recipientes plásticos cobertos com tecido fino, tipo organza, para atingirem a temperatura ambiente ($\approx 27^{\circ}\text{C}$).

Tabela 1.

Formato e cor das sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) utilizados na pesquisa.

Genótipo / Tratamentos	Procedência	Formato do grão	Cor do tegumento
Azulão (T1)	Crioulo	Arredondado	Azulado
Bala (T2)	Crioulo	Arredondado	Marron-claro
Canapú (T3)	Crioulo	Arredondado	Marron-claro
Corujinha (T4)	Crioulo	Arredondado	Mosqueado cinza
Costela de Vaca (T5)	Crioulo	Reniforme	Marron-mesclado
Manteiguinha (T6)	Crioulo	Arredondado	Creme-amarelado
Moita (T7)	Crioulo	Arredondado	Marron-mesclado
Rabo de Tatu (T8)	Crioulo	Quadrangular	Marron
Seridó (T9)	Crioulo	Arredondado	Creme
Sempre Verde (T10)	Comercial	Quadrangular	Esverdeado-claro
BRS Pujante (T11)	Comercial	Reniforme	Marron-avermelhado
Ligeiro (T12)	Crioulo	Quadrangular	Marron-escuro
Tardão (T13)	Crioulo	Reniforme	Marron-escuro

2.3 Delineamento experimental

O experimento foi desenvolvido no delineamento estatístico inteiramente casualizado, utilizando-se 13 tratamentos (11 genótipos crioulos de feijão-caupi e os genótipos comerciais, BRS Pujante e Sempre Verde), em 10 repetições (Fig. 3).

2.4 Avaliação da susceptibilidade dos genótipos crioulos de feijão-caupi a *C. maculatus*

2.4.1 Teste sem chance de escolha

Foi realizado utilizando-se 20 insetos adultos, não sexados, com idade de até 48h. Os insetos foram acondicionados em frascos plásticos transparentes (140 mL), fechados na parte superior com tampa, na qual foi feita uma abertura quadrada que foi vedada com tecido do tipo organza, para permitir as trocas gasosas. Em cada frasco foram colocadas 30 g de grãos de um dos genótipos estudados de acordo com os tratamentos utilizados. Os insetos ficaram confinados em contato com os grãos por sete dias, sendo em seguida retirados. Logo depois,

procedeu-se a contagem do número de ovos em cada tratamento, e posteriormente os grãos foram novamente armazenados (Melo et al., 2012; Castro et al., 2013).



Fig. 3. Montagem do Teste sem chance de escolha sob condições controladas (temperatura $27 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12 horas) em câmaras climáticas tipo B.O.D.

Após 27 dias de armazenamento foi avaliada diariamente, durante 17 dias, a emergência dos insetos adultos, através da contagem do número de insetos em cada tratamento. Depois de três dias consecutivos sem a ocorrência de emergência dos insetos, os grãos foram pesados para verificar a perda de massa decorrente do consumo das larvas (Costa; Boiça Júnior, 2004) e as avaliações foram encerradas.

2.4.2 Efeito dos genótipos selecionados sobre a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) de *C. maculatus*

Utilizando-se os dados obtidos no teste sem chance de escolha, foi calculada a taxa instantânea de crescimento populacional (r_i) dos insetos, por meio da equação proposta por Walthall; Stark (1997), a qual é função do número total de insetos obtidos ao final do armazenamento (47 dias) e o número inicial de insetos, sendo:

$$r_i = \frac{\left[\ln \left(\frac{N_f}{N_0} \right) \right]}{\Delta T}$$

Onde,

\ln = Logarítmo neperiano;

N_f = Número final de insetos;

N_0 = Número inicial de insetos;

ΔT = Variação de tempo (número de dias em que o bioensaio foi executado).

Um valor positivo de r_i significa que a população está em crescimento, $r_i = 0$ indica que a população está estável, enquanto um valor negativo de r_i quer dizer que a população está em declínio e caminhando para a extinção.

2.4.3 Perda de Massa

A massa seca de grãos consumida pelas larvas foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Marcondes et al. (2013), através da equação:

$$PM = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100$$

Em que:

PM = Perda de massa (%)

M_i = Massa inicial (gramas)

M_f = Massa final (gramas)

2.4.4 Taxas de emergência diária e acumulada de *C. maculatus*

A progênie adulta de *C. maculatus*, obtida do substrato alimentar, foi contabilizada diariamente e removida a partir da primeira emergência, que ocorreu 27 dias após o início dos bioensaios. O número de insetos emergidos foi contabilizado até 47 dias após o início do experimento, quando a emergência cessou em todos os tratamentos.

O modelo Gaussiano de três parâmetros ($y = a \cdot \exp(-0.5((x-b)/c)^2)$) foi o que melhor se ajustou a emergência diária ($P < 0,0001$, $R^2 > 0,95$) (Figura 5A, Tabela 3). Para este modelo temos, a = pico máximo de emergência diária dos insetos; b = dias necessários para a ocorrência do pico diário de emergência e c = desvio padrão do parâmetro b . Para as análises da emergência acumulada o modelo sigmoidal de três parâmetros ($y = d/(1-\exp(-(x-e)/f))$) foi

o que melhor se ajustou ($P < 0,0001$, $R^2 > 0,96$, Fig. 5B e Tabela 3), onde d = assíntota, geralmente a emergência acumulada máxima; e = dias necessários para atingir 50% da emergência acumulada ou o ponto de inflexão, e f = dias necessários para alcançar a emergência acumulada máxima de adultos, ou seja, parâmetro da forma/inclinação da curva.

2.4.5 Análise Estatística

Os dados obtidos dos parâmetros biológicos número de ovos, perda de massa dos grãos, emergência final e taxa de crescimento populacional (ri), foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Bonferroni, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos referentes a emergência foram submetidos a análises não-lineares para determinar as taxas de emergência diária e acumulada de acordo com Trematerra et al. (1996), utilizando-se o software SigmaPlot versão 14 para a confecção dos gráficos e o XLSTAT (Addinsoft, 2019) para as análises estatísticas. A soma da emergência diária (SEd) foi acumulada desde a emergência inicial e resultou na soma da emergência acumulada (SEa, % dia), calculada por $SEa = \sum SEd$ (Lopes et al., 2018). As possíveis variações entre os modelos utilizados para as taxas de emergência diária e acumulada foram ajustadas de acordo com a correção de Bonferroni ($P < 0,05$) (Bonferroni, 1936). Também foi realizada análise multivariada do tipo Análise de Componentes Principais (ACP).

3 RESULTADOS

Os valores referentes a estatística descritiva das variáveis número de ovos, perda de massa, número total de insetos emergidos e taxa instantânea de crescimento populacional encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2.

Estatística descritiva (média e erro padrão) do número de ovos, perda de massa, número total de adultos emergidos e taxa instantânea de crescimento de *Callosobruchus maculatus* em 13 genótipos de feijão-caupi, em teste sem chance de escolha (Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $70\% \pm 10\%$; fotofase: 12h).

Genótipos	Código	Nº de ovos	PM	NIE	<i>ri</i>
Azulão	1	493 ± 47	17 ± 2	407 ± 41	0,063 ± 0,003
Bala	2	367 ± 50	12 ± 2	305 ± 41	0,056 ± 0,003
Canapú	3	371 ± 47	14 ± 2	273 ± 32	0,054 ± 0,003
Corujinha	4	412 ± 42	18 ± 2	368 ± 39	0,061 ± 0,002
Costela de vaca	5	515 ± 77	21 ± 3	436 ± 65	0,064 ± 0,003
Manteiguinha	6	324 ± 47	14 ± 2	291 ± 43	0,053 ± 0,005
Moita	7	472 ± 59	18 ± 2	394 ± 47	0,062 ± 0,003
Rabo de tatu	8	537 ± 76	24 ± 3	442 ± 63	0,064 ± 0,003
Seridó	9	476 ± 52	16 ± 2	382 ± 45	0,061 ± 0,003
Sempre verde	10	456 ± 38	21 ± 2	386 ± 35	0,062 ± 0,002
BRS Pujante	11	695 ± 55	22 ± 2	538 ± 40	0,069 ± 0,002
Ligeiro	12	650 ± 60	25 ± 2	549 ± 51	0,069 ± 0,003
Tardão	13	559 ± 42	22 ± 1	476 ± 38	0,067 ± 0,002

PM – Perda de Massa (%); NIE – Número de insetos emergidos; *ri* – Taxa Instantânea de Crescimento Populacional. Valores expressos por média ± erro padrão.

Devido à similaridade observada entre os genótipos crioulos de feijão-caupi, considerando-se os parâmetros da Tabela 2, foi realizada uma análise de agrupamento utilizando a variável número total de insetos emergidos. Desta forma, os 13 genótipos foram agrupados da seguinte forma: Grupo 1 (genótipos Bala, Canapú, Corujinha, Manteiguinha, Moita, Seridó e Sempre Verde); Grupo 2 (genótipos Azulão, Costela de Vaca e Rabo de Tatu); e Grupo 3 (genótipos BRS Pujante, Ligeiro e Tardão) (Fig. 4).

Definidos os grupos foi realizado o teste de médias Bonferroni ($P < 0,05$), onde constatou-se que para as variáveis número de ovos e número total de insetos emergidos não houve diferença entre os genótipos que compõem os grupos 1 e 2; já para variável perda de massa os grupos 2 e 3 foram mais afetados do que o Grupo 1. As taxas instantâneas de crescimento populacional foram diferentes entre os três grupos (Tabela 3).

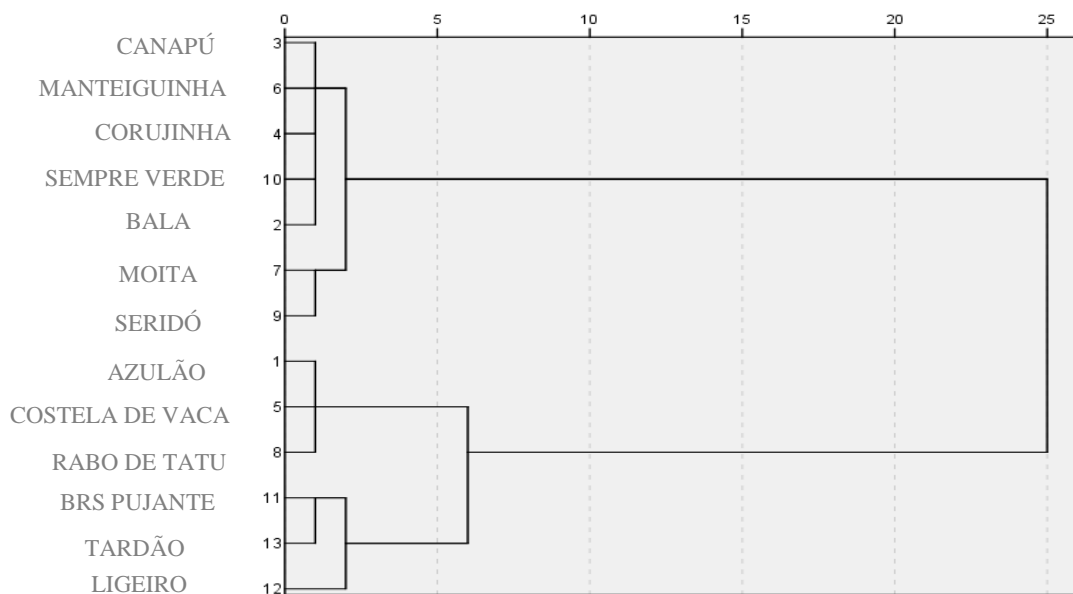


Fig. 4. Dendrograma de agrupamento dos genótipos de feijão-caupi com base no número total de insetos emergidos, aplicando o método de ligação de Ward e combinação de cluster de distância redimensionado.

Tabela 3.

Número total de ovos, perda de massa, número final de insetos emergidos e taxa instantânea de crescimento de *Callosobruchus maculatus* de acordo com o agrupamento dos genótipos, em teste sem chance de escolha. T: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: $70\% \pm 10\%$; fotofase: 12h.

Agrupamento	Nº total de Ovos	PM	NIE	<i>ri</i>
Grupo 1	411 ± 19 b	16 ± 1 b	343 ± 16 b	$0,058 \pm 0,001$ c
Grupo 2	515 ± 38 b	21 ± 1 a	428 ± 32 b	$0,064 \pm 0,002$ b
Grupo 3	635 ± 31 a	23 ± 1 a	521 ± 25 a	$0,069 \pm 0,001$ a

PM – Perda de Massa; NIE – Número de insetos emergidos; *ri* – Taxa instantânea de crescimento populacional. Valores expressos por média \pm erro padrão. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de significância.

Com relação a emergência diária e acumulada de *C. maculatus* verificou-se diferença significativa entre os grupos (Figs, 5A, 5B e Tabela4). Os genótipos do Grupo 3 ($87,15 \pm 2,94$ insetos/recipiente) apresentaram significativamente um maior número de insetos emergidos diariamente do que os genótipos que compõem o Grupo 1 ($64,17 \pm 3,57$ insetos/recipiente), não diferindo estatisticamente dos genótipos do Grupo 2 ($75,07 \pm 6,31$) (Fig. 5A e Tabela 4). De acordo com a correção de Bonferroni ($P > 0,05$) o tempo para atingir o pico de emergência

do grupo 3 ($4,26 \pm 0,06$ dias) foi significativamente maior que o dos grupos 1 ($2,42 \pm 0,07$ dias) e 2 ($2,61 \pm 0,08$ dias).

Quanto aos pontos de inflexão todos os grupos diferiram entre si, porém quem apresentou maior tempo para atingir 50% da emergência acumulada foi o Grupo 3 ($4,09 \pm 0,05$), seguido pelo Grupo 2 ($3,02 \pm 0,06$) e Grupo 1 ($2,78 \pm 0,03$). O parâmetro “d” não variou significativamente entre os grupos, enquanto os parâmetros “e” e “f” apresentaram diferenças significativas segundo com a correlação de Bonferroni ($P < 0,05$) (Fig. 5B e Tabela 4).

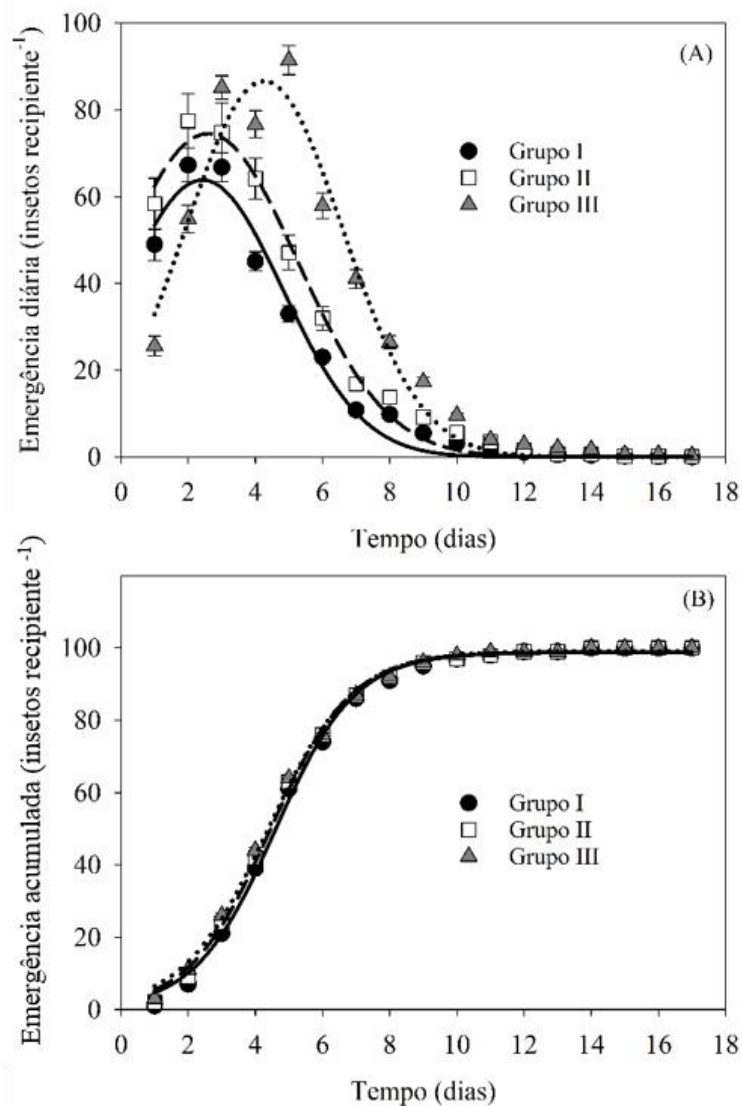


Fig. 5. Emergência diária (A) e Emergência acumulada normalizada (B) de *Callosobruchus maculatus* (nº de insetos emergidos / recipiente) em 13 genótipos de feijão-caupi agrupadas em três grupos. O símbolo representa a média de dez repetições. As barras representam o erro padrão da média. Os parâmetros da equação são apresentados na Tabela 3.

Tabela 4

Resumo das análises de regressão não linear das curvas mostradas na Fig. 5, referentes aos seguintes genótipos: 1 - Azulão, 2 - Bala, 3 - Canapú, 4 - Corujinha, 5 – Costela de Vaca, 6 – Manteiguinha, 7 – Moita, 8 – Rabo de Tatu, 9 – Seridó, 10 – Sempre Verde, 11 – BRS Pujante, 12 – Ligeiro, 13 – Tardão.

Variável (Figura 5)	Modelo	Grupo	Genótipo	Parâmetros estimados (\pm EP)			GL	F	R ²
				a	b	c			
Emergência Diária	$y = a \cdot \exp(-0.5((x-b)/c)^2)$	II	1	72,69 \pm 7,83 ab	2,88 \pm 0,16bc	2,65 \pm 0,07 ab	14	604,48	0,990
		I	2	60,22 \pm 8,99 b	3,20 \pm 0,08 b	2,25 \pm 0,17abc	14	253,18	0,977
		I	3	56,62 \pm 7,46 b	2,84 \pm 0,10bc	2,32 \pm 0,12 abc	14	171,03	0,964
		I	4	70,17 \pm 8,05 ab	1,89 \pm 0,20cd	2,44 \pm 0,18 abc	14	161,34	0,962
		II	5	80,42 \pm 10,94 ab	2,23 \pm 0,15bcd	2,53 \pm 0,13 abc	14	441,43	0,986
		I	6	62,26 \pm 9,39 b	2,49 \pm 0,13bcd	2,13 \pm 0,12 abc	14	288,04	0,979
		I	7	80,02 \pm 14,35 ab	2,02 \pm 0,47cd	2,57 \pm 0,25 abc	14	357,35	0,984
		II	8	76,96 \pm 10,42 ab	2,80 \pm 0,18bc	2,70 \pm 0,11a	14	867,53	0,993
		I	9	76,20 \pm 8,57 ab	2,21 \pm 0,19bcd	2,40 \pm 0,19 abc	14	287,28	0,979
		I	10	72,50 \pm 7,57 ab	1,47 \pm 0,31 d	2,89 \pm 0,15 a	14	598,07	0,989
		III	11	97,24 \pm 5,58 ab	2,13 \pm 0,20bcd	2,39 \pm 0,27 abc	14	81,90	0,926
		III	12	109,15 \pm 12,25 a	4,51 \pm 0,24 a	2,88 \pm 0,07 bc	14	139,20	0,955
		III	13	100,03 \pm 7,53 ab	5,00 \pm 0,09 a	1,84 \pm 0,03 c	14	149,53	0,957
		I		64,17 \pm 3,57b	2,42 \pm 0,07b	2,39 \pm 0,06b	14	365,54	0,979
		II		75,07 \pm 6,31ab	2,61 \pm 0,08b	2,66 \pm 0,06a	14	742,49	0,989
		III		87,15 \pm 2,94a	4,26 \pm 0,06a	2,34 \pm 0,05b	14	232,70	0,967
Variável (Figura 5)	Modelo	Grupo	Genótipo	Parâmetros estimados (\pm EP)			GL	F	R ²
				d	e	f			
Emergência acumulada normalizada	$y = d / (1 - \exp(-(x-e)/f))$	II	1	98,96 \pm 0,17 ab	3,21 \pm 0,10 bc	1,40 \pm 0,03 a	14	1599,98	0,996
		I	2	98,81 \pm 0,22 ab	3,26 \pm 0,12 b	1,30 \pm 0,06 abc	14	1375,60	0,995
		I	3	98,90 \pm 0,12 ab	3,05 \pm 0,08 bcd	1,33 \pm 0,03 ab	14	1119,52	0,994
		I	4	98,74 \pm 0,15 ab	2,60 \pm 0,07 e	1,35 \pm 0,04 ab	14	667,40	0,991
		II	5	98,99 \pm 0,07 ab	2,77 \pm 0,04 cde	1,34 \pm 0,03 ab	14	1134,22	0,994
		I	6	98,99 \pm 0,12 ab	2,72 \pm 0,07 de	1,23 \pm 0,03 abc	14	1096,33	0,994
		I	7	98,05 \pm 0,08 ab	2,85 \pm 0,09bcde	1,26 \pm 0,05 abc	14	1078,94	0,995
		I	8	99,25 \pm 0,09 ab	3,17 \pm 0,11 bc	1,40 \pm 0,03 a	14	1856,23	0,997
		II	9	99,13 \pm 0,11 ab	2,70 \pm 0,06 de	1,28 \pm 0,05 abc	14	996,50	0,993
		I	10	99,37 \pm 0,09 a	2,56 \pm 0,06 e	1,32 \pm 0,02 ab	14	1744,23	0,996
		III	11	98,83 \pm 0,15 ab	2,80 \pm 0,07 cde	1,41 \pm 0,04 a	14	567,54	0,988
		III	12	98,65 \pm 0,14 b	4,49 \pm 0,13 a	1,20 \pm 0,03 bc	14	2046,92	0,997
		III	13	98,57 \pm 0,16 b	4,78 \pm 0,10 a	1,12 \pm 0,02 c	14	2030,34	0,997
		I		98,98 \pm 0,05a	2,78 \pm 0,03c	1,30 \pm 0,01b	14	2553,77	0,997
		II		99,07 \pm 0,04a	3,02 \pm 0,06b	1,39 \pm 0,02a	14	3226,14	0,998
		III		99,06 \pm 0,09a	4,09 \pm 0,05a	1,36 \pm 0,02ab	14	3490,67	0,998

Todas as estimativas de parâmetros foram significativas em $P < 0,0003$ pelo teste t de Student e todos os modelos foram significativas em $P < 0,0001$ pelo teste F de Fisher. Parâmetros estimados para emergência diária: a = pico de emergência diário de adultos; b = dias necessários para a ocorrência do pico diário de emergência e c = desvio padrão do parâmetro b. As estimativas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pela correção de Bonferroni ($P < 0,05$). Parâmetros estimados para emergência acumulada: d = assíntota, geralmente a emergência acumulada máxima; e = dias necessários para atingir 50% da emergência acumulada ou o ponto de inflexão e f = parâmetro da forma/inclinação da curva.

Com o propósito de entender quais variáveis explicam melhor a associação de cada grupo de genótipos de feijão-caupi foi realizada a análise de componentes principais (ACP), cujos resultados podem ser observados na fig. 6. Como observado, foram gerados dois

componentes principais, sendo que o componente principal 1 explica 77,84% das variáveis analisadas e o componente principal 2 explica 22,16% dessas variáveis. Diante disto, os grupos 1 e 3 são explicados pelo componente principal 1 e o grupo 2 pelo componente principal 2.

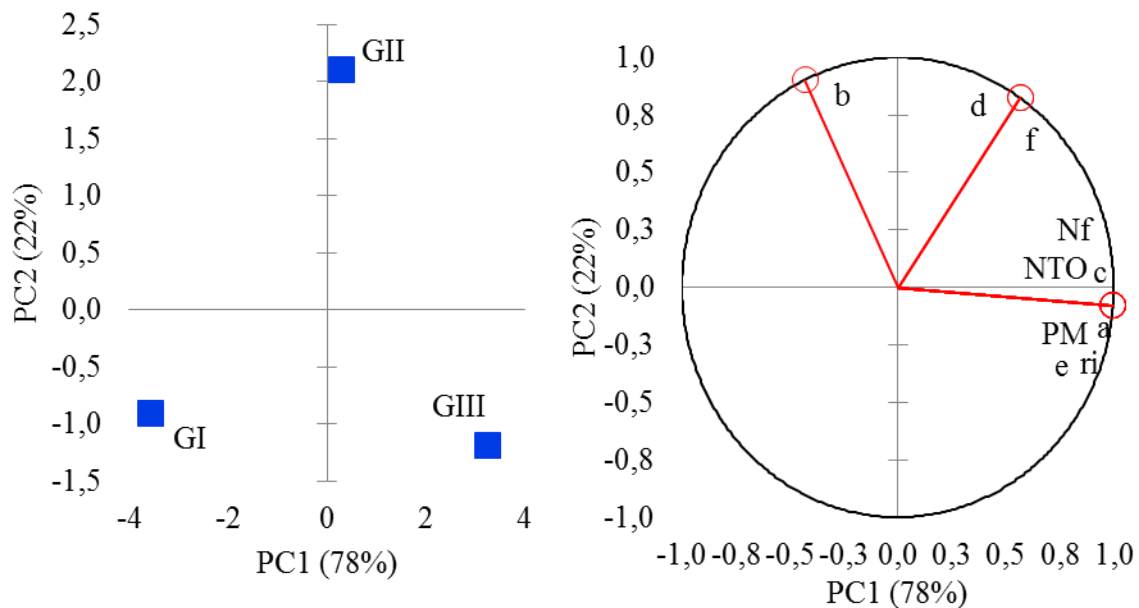


Fig. 6. Análise de componentes principais dos parâmetros biológicos utilizados para explicar a associação entre os grupos 1, 2 e 3. a = pico de emergência diário de adultos; b = dias necessários para a ocorrência do pico diário de emergência; c = desvio padrão do parâmetro b; d = assíntota, geralmente a emergência acumulada máxima; e = dias necessários para atingir 50% da emergência acumulada ou o ponto de inflexão e f = parâmetro da forma/inclinação da curva; NTO = número total de ovos; Nf = número final de insetos emergidos; PM = perda de massa; ri = taxa instântanea de crescimento populacional.

4. DISCUSSÃO

Os maiores valores de oviposição, número de insetos emergidos e taxa de crescimento populacional de *C. maculatus* foram observados no Grupo 3 dos genótipos de feijão-caupi, quando comparadas aos grupos 1 e 2 (Tabela 3), demonstrando que os genótipos do Grupo 3 são mais susceptíveis ao ataque deste inseto do que os dos outros grupos. Medeiros et al. (2017), avaliando diferentes genótipos de feijão-caupi também observaram que os genótipos com maior oviposição e emergência de *C. maculatus* foram os mais susceptíveis ao ataque

deste inseto. Barreto; Quinderé (2000) afirmaram que as variáveis número de ovos, número de insetos emergidos e quantidade de sementes danificadas estão correlacionadas entre si, o que corrobora com os resultados obtidos neste estudo. Por outro lado, Costa; Boiça Júnior (2004), estudando o efeito de genótipos de feijão-caupi sobre o desenvolvimento de *C. maculatus*, encontraram maior número e porcentagem de insetos emergidos nos genótipos Canapú, Corujinha, Sempre Verde (pertencentes ao grupo 1) e Rabo de Tatu (pertencente ao grupo 2), o que não foi observado neste estudo, pois apesar destes genótipos não pertencerem ao mesmo grupo, não ocorreram diferenças entre essas variáveis. Além disso, foi observado, menor oviposição e emergência nos genótipos destes grupos em relação aos do grupo 3.

Um inseto pode apresentar alta fecundidade num determinado genótipo e este genótipo não ser suscetível, uma vez que outros fatores podem atuar na fase larval do inseto limitando seu desenvolvimento e caracterizando assim a ocorrência de resistência por antibiose (Lara, 1991; Barreto; Quinderé, 2000). No entanto, tal fato não foi observado neste estudo, já que os genótipos mais ovipositados também foram os que apresentaram maior emergência. Souza et al. (2016), avaliando a resistência de 25 genótipos de feijão-caupi a *C. maculatus*, observaram que a viabilidade dos ovos diferiu entre os genótipos testados. Os autores chamam a atenção para o fato de que mesmo que haja alta oviposição a resistência pode ser caracterizada se houver uma baixa viabilidade dos ovos, fazendo com que o inseto nem chegue à fase larval. Porém, isso não foi o observado no presente estudo, pois nos genótipos em que ocorreu maior fecundidade de *C. maculatus* também foi observada maior emergência de insetos adultos, o que indica também uma alta fertilidade e reforça a susceptibilidade dos mesmos ao ataque desta praga.

No que se refere à perda de massa dos grãos, esta foi maior nos grupos 2 e 3 (Tabela 3), o que pode ser decorrente do fato de alguns genótipos desses grupos terem grãos maiores e, conseqüentemente, mais massa disponível para servirem de alimento para as larvas de *C.*

maculatus. Além disso, demonstram que os substratos que compõem estes grupos foram preferidos por *C. maculatus*, ao passo que os genótipos do Grupo 1 foram menos consumidos, sugerindo que podem apresentar resistência do tipo antibiose, que em feijão-caupi é atribuída a inibidores de tripsina e/ou α -amilase (Gatehouse et al., 1989) ou a vicilina (Uchôa et al., 2006). Marsaro Jr.; Vilarinho (2011), estudando a resistência de cultivares de feijão-caupi a *C. maculatus* em condições de armazenamento, consideraram a perda de massa como um dos parâmetros de resistência, pois as variedades em que ocorreu maior oviposição também apresentaram maior perda de massa, o que demonstra maior susceptibilidade a este inseto. A preferência de bruquídeos por grãos maiores também foi observada por Mainali et al. (2015), ao estudar a preferência de oviposição e desenvolvimento do gorgulho *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) em cinco sementes de leguminosas diferentes, reforçando o observado no presente estudo.

A análise da taxa instantânea de crescimento populacional (*ri*) de *C. maculatus* nos três grupos de genótipos de feijão-caupi demonstrou que as populações deste inseto estão em crescimento, sendo maiores nos genótipos do Grupo 3 ($0,069 \pm 0,001$) do que nos dos grupos 1 ($0,058 \pm 0,001$) e 2 ($0,064 \pm 0,002$), o que confirma a susceptibilidade dos genótipos do Grupo 3 ao bruquídeo.

Os resultados referentes à emergência de *C. maculatus* apresentados na tabela 3 estão de acordo com as análises da emergência diária observadas na fig. 5A e tabela 4, onde verifica-se que os genótipos do grupo 3 apresentaram maior pico de emergência diária. Embora o tempo de emergência máxima tenha ocorrido depois dos genótipos dos grupos 1 e 2, percebe-se maior magnitude de emergência e persistência ao longo do tempo ($t = 3$ a $t = 10$) para os genótipos do grupo 3. Tal fato sugere que os genótipos do grupo 3 sejam susceptíveis ao ataque de *C. maculatus*.

Foi estudada por Amusa et al. (2018) a resistência genética do feijão-caupi a bruquídeos constataram que a emergência dos insetos tende a se acumular à medida que os dias após a infestação aumentam. Isso foi observado neste estudo, uma vez que a emergência acumulada no grupo 3 levou mais tempo para se normalizar (Tabela 4). Estes autores relataram que características como período médio de desenvolvimento e porcentagem de emergência de adultos são importantes para determinar a resistência. Também verificaram que os genes que codificam essas características se segregam independentemente, demonstrando que um genótipo pode expressar um período médio de desenvolvimento tardio e uma porcentagem de emergência alta ou vice-versa, o que corrobora com os resultados do presente estudo, onde o grupo 3 apresentou uma alta emergência diária de insetos e um período mais longo para atingir este pico (Figura 5A, Tabela 4).

Ao avaliar o desenvolvimento populacional de *C. maculatus* nas variedades de feijão-caupi estudadas (Corda, Manteiguinha, Midubim, Quarentão), Lopes et al. (2018) encontraram variação no desenvolvimento desta praga, verificando que os genótipos que apresentaram menores taxas de emergência diária e atraso na emergência acumulada podem apresentar antibiose. Resultados semelhantes foram observados, neste estudo, para os genótipos do grupo 1 quanto a taxa de emergência diária, sugerindo que estes genótipos são resistentes.

A análise de componentes principais (ACP) foi usada para identificar que variáveis eram responsáveis pela variação dentro e entre os grupos estudados. Verificou-se que os grupos 1 e 3 foram explicados pelas variáveis: pico de emergência diário de adultos; desvio padrão dos valores referentes ao período para se atingir o pico de emergência diário; dias necessários para atingir 50% da emergência acumulada; número total de ovos; número final de insetos emergidos; perda de massa e *ri*. Porém, estes grupos se encontraram em quadrantes diferentes e o grupo 1 apresentou os menores valores dessas variáveis indicando que seus

genótipos são resistentes ao *C. maculatus*, enquanto que o grupo 3 apresentou valores maiores indicando susceptibilidade à praga. O grupo 2, foi explicado pelas variáveis: dias necessários para a ocorrência do pico diário de emergência; emergência acumulada máxima e forma/inclinação da curva, colocando-o numa posição intermediária entre resistência e susceptibilidade.

Em todos os genótipos de feijão-caupi avaliados ocorreu oviposição de *C. maculatus* e consumo dos grãos por este inseto. Entretanto, considerando o número total de ovos, a perda de massa dos grãos, o número total de insetos emergidos, a taxa de emergência diária e a taxa de crescimento populacional do inseto, sugere-se que os genótipos do Grupo 1 (todos crioulos exceto o genótipo Sempre Verde) apresentam resistência do tipo antibiose, sendo esses os genótipos a serem indicados para os agricultores cultivarem, para que tenham menos perdas e maior controle de *C. maculatus* no armazenamento dos grãos. Em relação aos grupos 2 e 3 observou-se que os genótipos que formam o grupo 3 são susceptíveis ao *C. maculatus*, enquanto o grupo 2 é intermediário. Também se verificou que nestes grupos houve maior perda de massa dos grãos, mostrando que *C. maculatus* se desenvolve melhor em genótipos com grãos maiores e confirmando a susceptibilidade dos mesmos. Assim, conclui-se que o genótipo BRS Pujante (comercial, neste estudo pertencente ao grupo 3) mostrou-se susceptível à praga, enquanto que genótipos crioulos (aqueles pertencentes ao grupo 1) se apresentam resistentes nas mesmas condições.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UAST/UFRPE e ao IF Sertão-PE.

REFERÊNCIAS

- Addinsoft, 2019. XLSTAT statistical and data analysis solution. Boston, USA. <https://www.xlstat.com>
- Akande, S.R., 2007. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. Amer.-Euras. J. Agric. & Environ. Sci., 2, 163-168.

- Almeida, F. de A.C.; Almeida, S.A. de; Santos, N.R. dos; Gomes, J.P.; Araújo, M.E.R., 2005. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão *Vigna (Callosobruchus maculatus)*. Rev. Bras. Eng. Agr. Amb., 9, 585-590.
- Amusa, O. D.; Ogunkanmi, L. A.; Adetumbi, J. A.; Akinyosoye, S. T.; Ogundipe, O. T., 2018. Genetics of bruchid (*Callosobruchus maculatus* Fab.) resistance in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). J. Stored Prod. Res. 75, 18-20.
- Amusa, O. D.; Ogunkanmi, L. A.; Adetumbi, J. A.; Akinyosoye, S. T.; Bolarinwa, K.; Ogundipe, O. T., 2014. Assessment of bruchid (*Callosobruchus maculatus*) tolerance of some elite cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties. J. Agric. Sustain. 6, 164-178.
- Appleby, J. H.; Credland, P. F., 2004. Environmental conditions affect the response of West African *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) populations to and resistant cowpeas. J. Stored Prod. Res., Amsterdam, 40, p. 269-287.
- Araújo, E. D.; Melo, A. S.; Rocha, M. S.; Carneiro, R. F.; Rocha, M. M., 2018. Germination and initial growth of cowpea cultivars under osmotic stress and salicylic acid. Rev. Caatinga, 31, 80- 89.
- Arruda, F.P.; Batista, J. de L., 1998. Efeito de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)) (Coleoptera: Bruchidae). Rev. Caatinga, 11, 53-57.
- Barreto, P. D.; Quinderé, M. A.W., 2000. Resistência de genótipos de caupi ao caruncho. Pesq. Agrop. Bras., 35, 779-785.
- Bevilaqua, G. A. P.; Antunes, I. F.; Barbieri, R. L.; Silva, S. D. dos A., 2009. Desenvolvimento in situ de cultivares crioulas através de agricultores guardiões de sementes. Rev. Bras. Agroec., 4, 1273-1275.
- Bevilaqua, G. A. P.; Antunes, I. F.; Barbieri, R. L.; Schwengber, J. E.; Silva, S. D. A.; Leite, D. L.; Cardoso, J. H., 2014. Agricultores guardiões de sementes e ampliação da agrobiodiversidade. Cad. Ciênc. Tecn., 31, 99-118.
- Bhattacharya, B., Banerjee, T.C., 2001. Factors affecting egg-laying behavior and fecundity of *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) infesting stored pulses. Orient. Insects 35, 373-386.
- Boiça Júnior, A. L., B.H.S. Souza, E. N. Costa, Z. A. Ribeiro, and M. J. Stout. 2015. Factors Influencing Expression of Antixenosis in Soybean to *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. 108, 317-325.
- Bonferroni, C.E., 1936. Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità. Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze 8, 3-62.
- Carvalho, R. O.; Lima, A. C. S.; Alves, J. M. A., 2011. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). Rev. Agro@mb. Online, 5, 50-56.
- Castro, M.J. P., E.L.L. Baldin, P.L Cruz, C.M.D. Souza & P.H.S.D. Silva. 2013. Characterization of cowpea genotype resistance to *Callosobruchus maculatus*. Pesq. Agrop. Bras., 48, 1201-1209.
- Costa, N. P.; Boiça Júnior, A. L., 2004. Efeito de genótipos de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). Neotrop. Entomol., 33, 77-83.
- de Sá, L.F., Wermelinger, T.T., Ribeiro, E. da, S., Gravina, G. de, A., Fernandes, K.V., Xavier-Filho, J., Venancio, T.M., Rezende, G.L., Oliveira, A.E.A., 2014. Effects of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) seed coat on the embryonic and larval development of the cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). J. Insect Physiol. 60, 50-57.

- Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Batista, 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., 2002. Entomologia Agrícola, Piracicaba: FEALQ, pp. 920.
- Gatehouse, A.M.R., J.A. Gatehouse, P. Dobie, A.M. Kilminster & D. Boulter, 1989. Biochemical basis of insect resistance in *Vigna unguiculata*. J. Sci. Food Agric., 30, 948-958.
- Gbaye, O. A.; Holloway G. J., 2011. Varietal effects of cowpea, *Vigna unguiculata*, on tolerance to malathion in *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) J. Stored Prod. Res., 47, 65-371.
- Huignard, J., Leroi, B., Alzouma, I., Germain, J.F., 1985. Oviposition and development of *Bruchidius atrolineatus* and *Callosobruchus maculatus* in *Vigna unguiculata* cultures in Niger. Insect Sci. Appl. 6, 691-699.
- Jackai, L.E.N., Asante, S.K., 2003. A case for the standardization of protocols used in screening cowpea, *Vigna unguiculata* for resistance to *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). J. Stored Prod. Res., 39, 251-263.
- Lara, F.M., 1991. Princípio de resistência de Plantas a insetos. São Paulo: Ícone, pp. 336.
- Lephale, S., Addo-Bediako, A., Ayodele, V., 2012. Susceptibility of seven cowpea cultivars (*Vigna unguiculata*) to cowpea beetle (*Callosobruchus maculatus*). Agric. Sci. Res. J., 2, 65-69.
- Lopes, L.M., Araújo, A.E.F., Santos, W.B., Sousa, A.H., 2016. Population development of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in landrace bean varieties occurring in southwestern Amazonia. J. Econ. Entomol. 109, 467-471.
- Lopes, L. M.; Sousa, A.H.; Santos, V.B.; Silva, G. N.; Abreu, A. O., 2018. Development rates of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in landrace cowpea varieties occurring in southwestern Amazonia. J. Stored Prod. Res. 76, 111-115.
- Mainali, B.P., Kim, H.J., Park, C.G., Kim, J.H., Yoon, Y.N., OH, I.S., Bae, S.D., 2015. Oviposition preference and development of azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis*, on five different leguminous seeds. J. Stored Prod. Res. 61, 97-101.
- Marcondes E.; Ribeiro, M. A.; Stangerlin, D. M.; Souza, A. P.; Melo, R. R. de; Gatto, D. A., 2013. Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. Rev. Scient. Plen., 9, 1-9.
- Mársaro Júnior, A. L. M.; Vilarinho, A. A., 2011. Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em condições de armazenamento. Ciênc. Agr. Amb., 9, 51-55.
- Mazzonetto, F.; Boiça JR, A. L., 1999. Determination of the types of resistance of bean genotypes to the attack of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). An. Soc. Entomol. Bras., 28, 307-311.
- Medeiros, W.R., Silva, J.D.C., Silva, P.R.R., Girão Filho, J.E., Padua, L.E.M., França, S.M., 2017. Resistência de genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] ao Ataque do Caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Entomo. Brasilis, 10, 19-25.
- Melo, A.F. de; Fontes, L.S.; Barbosa, D.R.S.; Araújo, A.A.R.; Souza, E.P.S.; Soares, L.L.L.; Silva, P.R.R., 2012. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Arq. Inst. Biol., 79, 425-429.
- Niederle, P. A., 2017. Afinal, que Inclusão produtiva? A contribuição dos novos mercados alimentares. In: Delgado, G.C.; Bergamasco, S.M.P.P. (Org.). Agricultura familiar brasileira: desafios e perspectivas de futuro. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, pp. 168-196. Disponível em: https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/10/Agricultura_Familiar.pdf.

- Panda, N.; Khush, G.S., 1995. Host Plant Resistance to Insects. CAB International, Oxon, UK. pp.431.
- Pereira, V. C.; López, P. A.; Dal Soglio, F. K., 2017. A Conservação Das Variedades Crioulas Para A Soberania Alimentar De Agricultores: Análise Preliminar De Contextos E Casos No Brasil e no México. *Holos*, 4, 37-55.
- Pereira, A.C.R.L.; Oliveira, J.V. de; Gondim Junior, M.G.C.; Câmara, C.A.G. da., 2008. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Ciênc. Agrotec.*, 32, 717-724.
- Redden, R.J., Mcguire, J., 1983. The genetic evaluation of bruchid resistance in seed of cowpea. *Aust. J. Agric. Res.* 34, 707-715.
- Smith, C.M., 2005. Plant Resistance to Arthropods. Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp. 423.
- Somta, P.; Talekar, N. S.; Srinives, P., 2006. Characterization of *Callosobruchus chinensis* (L.) resistance in *Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi. *J. Stored Prod. Res.* 42, 313-327.
- Sousa, M.; Silva, P. R. R.; França, S. M.; Silva, J. D. C. Sousa, F. M., 2016. Seleção de genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) para resistência a *Callosobruchus maculatus*. *Rev. Ciênc. Agr.*, 59, 190-195.
- Tigist, S. G.; Melis, R. S.; Gemechu, J. K., 2018. Evaluation of different Ethiopian common bean, *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) genotypes for host resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Int. J. Trop. Insect Sci.*, 38, 1-15.
- Trematerra, P., Fontana, F., Mancini, M., 1996. Analysis of development rates of *Sitophilus oryzae* (L.) in five cereals of the genus Triticum. *J. Stored Prod. Res.* 32, 315-322.
- Uchôa, A. F.; Damatta, R. A.; Retamal, C. A.; Albuquerque-Cunha, J. M.; Souza, S. M.; Samuels, R. I.; Silva, C. P., 2006. Presence of the storage seed protein vicilin in internal organs of larval *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *J. Insect Physiol.*, 52, 169-178.
- Velten, G., A. S. Rott, C. Cardona, and S. Dorn. 2007a. Effects of a plant resistance protein on parasitism of the common bean bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) by its natural enemy *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Biol. Control* 43, 78–84.
- Velten, G., A. S. Rott, C. Cardona, and S. Dorn. 2007b. The inhibitory effect of the natural seed storage protein arcelin on the development of *Acanthoscelides obtectus*. *J. Stored Prod. Res.* 43, 550-557.
- Walthall, W.K.; Stark, J.D., 1997. A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effect. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 37, 45-52.

CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) POR VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L.)

RESUMO

O cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) representa importante fonte de renda no Norte e Nordeste Brasileiro, mas entraves à produção e ao armazenamento, como o ataque de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775), são responsáveis por perdas consideráveis. Seu controle é realizado com inseticidas químicos, por isso métodos sustentáveis como o uso de genótipos resistentes devem ser estimulados. Assim, este estudo analisou a resistência de 11 genótipos crioulos (Azulão, Bala, Canapú, Corujinha, Costela de Vaca, Manteiguinha, Moita, Rabo de Tatu, Seridó, Ligeiro e Tardão) e dois comerciais (Sempre Verde e BRS Pujante), de feijão-caupi ao ataque de *C. maculatus* através de testes com chance de escolha, utilizando arenas com três frascos interligados por dois tubos plásticos. No frasco central foram liberados 20 insetos adultos e nos frascos laterais os genótipos de feijão (tratamentos e testemunha). Foram analisados os Índices de Atratividade (IA), de Preferência para Oviposição (IPO) e a Emergência, em delineamento inteiramente casualizado com 13 tratamentos e cinco repetições. O genótipo Moita foi atrativo a *C. maculatus*, enquanto que BRS Pujante, Ligeiro e Tardão repeliram a praga. Os demais genótipos apresentaram-se neutros. Os genótipos Moita, Ligeiro e Costela de Vaca foram estimulantes para oviposição. Para a emergência apenas o genótipo BRS Pujante diferiu da testemunha (Sempre verde), apresentando menor número de insetos emergidos, enquanto os outros genótipos exibiram valores similares. Estes resultados, indicam que o genótipo comercial BRS Pujante é resistente a *C. maculatus*, por antixenose e antibiose, e sugerem que os outros genótipos se mostraram susceptíveis.

Palavras-chave: antixenose, antibiose, caruncho-do-feijão, grãos armazenados, sementes crioulas.

ABSTRACT

The cultivation of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) represents an important source of income in the North and Northeast of Brazil, but barriers to production and storage, such as the attack by *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775), are responsible for considerable losses. Its control is carried out with chemical insecticides, so sustainable methods such as the use of resistant genotypes should be encouraged. Thus, this study analyzed the resistance of 11 Creole genotypes (Azulão, Bala, Canapú, Corujinha, Rib of Beef, Butter, Moita, Rabo de Tatu, Seridó, Ligeiro and Tardão) and two commercials (Semper Verde and BRS Pujante), by cowpea to *C. maculatus* attack through tests with chance of choice, using arenas with three flasks connected by two plastic tubes. In the central flask 20 adult insects were released and in the weak flanks the bean genotypes (treatments and control). The Attractiveness Indices (AI), Preference for Oviposition (IPO) and Emergency were analyzed, in a completely randomized design with 13 treatments and five repetitions. The Moita genotype was attractive to *C. maculatus*, while BRS Pujante, Ligeiro and Tardão repelled the pest. The other genotypes were neutral. The genotypes Moita, Ligeiro and Costela de Vaca were stimulators for oviposition. For the emergency, only the BRS Pujante genotype differed from the control (Always green), presenting a smaller number of emerged insects, while the other genotypes showed similar values. These results indicate that the commercial genotype BRS Pujante is resistant to *C. maculatus*, due to antixenosis and antibiosis, and suggest that the other genotypes were susceptible.

Keywords: antixenosis, antibiosis, bean weevils, stored grains, landrace seeds.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi *Vigna unguiculata* L. é um dos alimentos de expressiva importância econômica e social no mundo, sendo consumido em mais de 65 países (SINGH, 2006). No Brasil, seu cultivo ocorre em todo o território nacional e representa uma importante fonte de

renda para os pequenos produtores rurais, além de ser reconhecido como cultura de subsistência (BEZERRA et al., 2008; FREIRE FILHO et al., 2011).

O feijão-caupi é cultivado principalmente no semiárido do Nordeste brasileiro, onde está bem adaptado às condições edafoclimáticas da região, especialmente aos baixos índices pluviométricos e a irregularidade na distribuição das chuvas. Soma-se a isso sua grande variabilidade genética, seu elevado valor nutricional e seu alto potencial produtivo, o que torna essa leguminosa de grande importância estratégica para as populações com poucas alternativas de renda (MAIA, 1996; GIAMI, 2005; MAIA, 2000; FROTA et al., 2008; FREIRE FILHO et al., 2011).

A maior parte da produção de feijão-caupi é proveniente da agricultura familiar (FREIRE FILHO, 2011). Ao final do período de colheita de cada safra, os pequenos agricultores habitualmente selecionam as melhores sementes, armazenando-as para o plantio do ano seguinte, de maneira a reduzir os gastos, que no caso do feijão representa cerca de 14% do custo total de produção (RICHETTI; ITO, 2015).

Dentre as sementes de feijão-caupi, destacam-se as crioulas que são durante um longo período tempo selecionadas, conservadas e cultivadas por agricultores em suas regiões, contribuindo com a diversidade nas comunidades rurais e com a sustentabilidade, além de serem mais rústicas e resistentes (MACEDO et al., 2016). Estas sementes crioulas foram inseridas na legislação com a nova Lei de Sementes e Mudas (Lei n. 10.711/03) a qual permitiu que os agricultores produzissem ou trocassem suas sementes e mudas (PETERSEN et al., 2013). Neste contexto, é muito comum nas pequenas propriedades rurais se encontrar diferentes genótipos de sementes crioulas, as quais são mantidas ao longo das gerações e apresentam grande valor genético (COPACHESKI et al., 2013).

A utilização de sementes crioulas pelos agricultores apresenta diversos benefícios tais como alta rusticidade, tornando-as mais adaptáveis às diferentes regiões do país (FREIRE

FILHO et al., 2005; TRINDADE, 2006). Isso tem despertado a atenção para o desenvolvimento de pesquisas na área de melhoramento vegetal visando o aprimoramento produtivo através da seleção de genótipos de feijão com este potencial para o estabelecimento de novas cultivares a serem inseridas no agronegócio (FREIRE FILHO et al., 2011).

Um dos principais entraves ao armazenamento do feijão-caupi, seja para comercialização ou consumo, é o ataque de insetos-praga, com destaque para o coleóptero *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Chrysomelidae: Bruchinae). Trata-se de uma praga de distribuição mundial, responsável por perdas consideráveis por reduzir o peso e a qualidade dos grãos, bem como o poder germinativo e a qualidade das sementes (OLIVEIRA et al., 1984; MELO et al., 2014). Seu controle é feito usualmente com produtos químicos sintéticos (ZETTLER; ARTHUR, 2000), o qual apresenta limitações, como o desenvolvimento de resistência nas populações deste bruquídeo e contaminação dos grãos destinados ao consumo, devido aos efeitos residuais desses produtos, ocasionando assim, malefícios à saúde humana (MARTINAZZO et al., 2000; PIMENTEL et al., 2010).

Atualmente há uma demanda por métodos sustentáveis de controle de pragas visando a redução ou a substituição dos produtos químicos sintéticos. Nesse sentido, há destaque para (a) utilização de inseticidas botânicos, na forma de pós, óleos e extratos - os quais podem ter efeito letal sobre a praga ou alterar o seu desenvolvimento, atuando ainda como repelentes e fagoinibidores (ARRUDA; BATISTA, 1998; TAVARES; VENDRAMIM, 2005), e (b) uso de genótipos de feijão resistentes – método considerado promissor, pois apresenta baixo custo (LARA, 1991), não exige conhecimentos específicos, por parte dos agricultores, para a sua utilização, não contamina os grãos, além de ser compatível com outros métodos de controle (BOTTEGA et al., 2012; MAZZONETO; BOIÇA JÚNIOR, 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002).

Algumas pesquisas têm mostrado a existência de genótipos de feijão-caupi resistentes a *C. maculatus* (BARRETO; QUINDERÉ, 2000; COSTA; BOIÇA Jr., 2004; LIMA et al., 2001). No entanto, levando-se em consideração às vantagens de se utilizar plantas resistentes como alternativa aos métodos químicos de controle de *C. maculatus*, ainda há carência na literatura de estudos sobre a resistência das sementes crioulas de feijão-caupi ao ataque deste bruquídeo.

Neste contexto, no presente trabalho foram testadas as seguintes hipóteses:

- 1 – Genótipos crioulos de feijão-caupi exercem maior atratividade a adultos de *C. maculatus* do que genótipos comerciais.
- 2 - *C. maculatus* tem preferência para oviposição em genótipos crioulos de feijão-caupi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições da criação estoque de *C. maculatus* e dos bioensaios

As criações dos insetos e os bioensaios foram conduzidos no Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA) e no Núcleo de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Serra Talhada – PE, Brasil, sob condições controladas (temperatura $27 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$ e fotofase = 12 horas) em câmaras climáticas tipo B.O.D. A população inicial de *C. maculatus* foi obtida da criação estoque já existente no NEA, a qual vem sendo mantida sobre feijão-caupi do genótipo Sempre Verde há vários anos.

2.2 Obtenção dos genótipos de sementes crioulas do feijão-caupi

Foram utilizados 11 genótipos crioulos de feijão-caupi adquiridos do Banco de Germoplasma da UAST/UFRPE e de produtores dos municípios de Cabrobó (Lat. $8^\circ 29' 40''$ S e Long. $39^\circ 18' 1''$ W) (genótipo Corujinha), Santa Cruz da Baixa Verde (Lat. $7^\circ 48' 40''$ S e Long. $38^\circ 8' 43''$ W) (genótipos Ligeiro e Tardão) e São José do Egito (Lat. $7^\circ 28' 49''$ S e Long. $37^\circ 16' 26''$ W) (genótipos Bala, Canapú, Costela de Vaca, Moita e Rabo de Tatu),

todos pertencentes ao estado de Pernambuco, Brasil (Figura 1). Também houve aquisição de genótipos provenientes de produtores do município de Carnaúba dos Dantas - RN (Lat. 6° 32' 56" S e Long. 36° 35' 36" W) (genótipos Azulão e Manteiguinha) (Figura 1). Além destes, também foram utilizados os genótipos comerciais provenientes de Serra Talhada-PE (Lat. 7° 59' 7" S e Long. 38° 17' 34" W) (genótipo Sempre Verde), adquirido no comércio local, e o genótipo BRS Pujante adquirido na Embrapa Semiárido - Petrolina-PE (Lat. 09° 23' 55" S e Long. 40° 30' 03" W) (Figura 1).

Para a realização dos experimentos, os genótipos utilizados como tratamentos (T) foram denominados da seguinte forma: Azulão (T1), Bala (T2), Canapú (T3), Corujinha (T4), Costela de Vaca (T5), Manteiguinha (T6), Moita (T7), Rabo de Tatu (T8), Seridó (T9), Sempre Verde (T10), Ligeiro (T12), BRS Pujante (T11) e Tardão (T13) (Figura 1).



Figura 1. Genótipos (tratamentos) de feijão-caupi utilizados na pesquisa.

Antes da realização dos bioensaios os grãos foram acondicionados em sacos plásticos no freezer, à temperatura de -5° C durante cinco dias, para eliminação de eventuais infestações. Previamente à instalação dos experimentos, os grãos foram retirados do freezer e colocados

em recipientes plásticos cobertos com tecido fino, tipo organza, para atingirem a temperatura ambiente ($\approx 27^{\circ}\text{C}$).

2.3 Avaliação da atratividade e preferência para oviposição (antixenose) de *C. maculatus* em genótipos crioulos de feijão-caupi através do Teste com chance de escolha

Foi realizado em arenas compostas de três frascos plásticos transparentes (140 mL), fechados na parte superior com tampa, na qual foi feita uma abertura quadrada que foi vedada com tecido do tipo organza, para permitir as trocas gasosas. Dois frascos foram interligados simetricamente a um frasco central (140 mL) por dois tubos plásticos (Figura 2). Em um dos frascos laterais de cada arena colocou-se 30 g de um dos genótipos crioulos de feijão-caupi (de acordo com os tratamentos) e no outro a mesma quantidade de feijão-caupi do genótipo Sempre Verde (testemunha). No frasco central foram liberados 20 insetos adultos não sexados de *C. maculatus* com idade de até 48 horas. Após 24 horas da infestação, as interligações entre os compartimentos das arenas foram fechadas com algodão. Em seguida foi quantificado o número de indivíduos presentes em cada compartimento, avaliando-se a atratividade dos insetos pelos genótipos. Os insetos permaneceram confinados por mais sete dias no interior das arenas, sendo em seguida retirados e realizada a contagem dos números de ovos em cada tratamento com sua respectiva testemunha (BRITO et al., 2015).

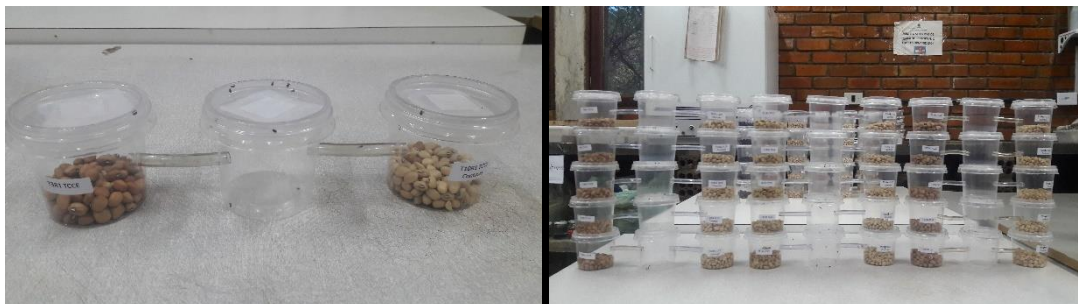


Figura 2. Arenas confeccionadas para o teste de atratividade do *C. maculatus* em genótipos de feijão-caupi.

Foi calculado o índice de atratividade através da fórmula: $IA = 2G / (G+P)$, onde: IA = índice de atratividade; G = % de insetos atraídos para o genótipo avaliado e P = % de insetos

atraídos para o genótipo adotado como padrão (testemunha). Os valores de IA variam entre zero e dois, sendo que $IA = 1$ indica atração semelhante entre o genótipo avaliado e o padrão (neutro), $IA > 1$ indica maior atração pelo genótipo avaliado em relação ao padrão e $IA < 1$ corresponde a uma menor atração. O intervalo de segurança (IS) utilizado para considerar se o tratamento é ou não atrativo foi obtido, usando-se a média dos IA (índice de atratividade) e o respectivo desvio padrão (DP), ou seja, se a média dos IA for menor que $1 - DP$, o genótipo é repelente; se for maior que $1 + DP$ o genótipo é atraente e se estiver entre $1 - DP$ e $1 + DP$ o genótipo é considerado neutro. Este índice é uma adaptação da fórmula citada por Lin et al. (1990) para índice de consumo (BALDIN, 2001).

Da mesma forma, foi realizado o cálculo do índice de preferência para oviposição, determinado pela fórmula: $IPO = [(G - P) / (G + P)] \times 100$, onde: G = número de ovos contados no genótipo avaliado e P = número de ovos contados no padrão. O índice varia de +100, para muito estimulante; 0, para neutro, até -100 para total deterrência. O intervalo de segurança (IS) utilizado para considerar se o tratamento é ou não deterrente foi obtido, usando-se a média dos IPO (índice de oviposição) e o respectivo desvio padrão (DP), ou seja, se a média dos IPO for menor que $1 - DP$, o genótipo é deterrente; se for maior que $1 + DP$ o genótipo é estimulante e se estiver entre $1 - DP$ e $1 + DP$ o genótipo é considerado neutro. Este índice é uma adaptação da fórmula citada por Lin et al. (1990) para índice de consumo.

Após 27 dias da montagem dos experimentos iniciou-se a emergência dos insetos adultos. Quando a emergência finalizou, ou seja, depois de três dias consecutivos sem emergência, foi contabilizado o número de insetos em cada tratamento e as avaliações foram encerradas.

2.4 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

O experimento foi desenvolvido no delineamento estatístico inteiramente casualizado com 12 tratamentos (11 genótipos crioulos de feijão-caupi, mais o genótipo BRS Pujante) e a testemunha (genótipo Sempre Verde) em cinco repetições. Os dados foram submetidos ao

Teste de normalidade de Shapiro-Wilk e as médias foram comparadas pelo Teste U de Mann-Whitney ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software SigmaPlot versão 14 para a confecção dos gráficos e o XLSTAT (ADDINSOFT, 2019) para as análises estatísticas.

3 RESULTADOS

A atratividade de *C. maculatus* pelos genótipos de feijão-caupi variou de $6 \pm 1,67$ insetos (Tardão) a $12 \pm 1,47$ insetos (Moita). Entretanto, de acordo com o Intervalo de Segurança utilizado para o Índice de Atratividade de *C. maculatus* nos genótipos estudados observou-se que apenas o genótipo Moita foi atraente enquanto o BRS Pujante, Ligeiro e Tardão foram repelentes a este inseto. Os demais genótipos analisados foram neutros quando comparados à testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Índice de Atratividade de *Callosobruchus maculatus* em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste com chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h.

Tratamento	Atração de <i>C. maculatus</i> (Média \pm Desvio Padrão)		IA \pm DP ¹	IS ²
	Tratamento	Testemunha (Sempre Verde)		
Azulão	$8 \pm 3,01$ ^{ns}	$10 \pm 2,50$	$0,88 \pm 0,29$	N
Bala	$9 \pm 2,23$ ^{ns}	$9 \pm 2,79$	$1,01 \pm 0,27$	N
Canapú	$9 \pm 2,23$ ^{ns}	$10 \pm 0,75$	$0,95 \pm 0,07$	N
Corujinha	$8 \pm 1,36$ ^{ns}	$10 \pm 1,36$	$0,89 \pm 0,14$	N
Costela de vaca	$11 \pm 1,72$ *	$8 \pm 1,47$	$1,16 \pm 0,16$	N
Manteiguinha	$9 \pm 3,93$ ^{ns}	$10 \pm 4,22$	$0,96 \pm 0,42$	N
Moita	$12 \pm 1,47$ *	$7 \pm 0,14$	$1,26 \pm 0,14$	A
Rabo de tatu	$9 \pm 2,28$ ^{ns}	$7 \pm 1,33$	$1,13 \pm 0,18$	N
Seridó	$10 \pm 2,53$ ^{ns}	$7 \pm 2,53$	$1,20 \pm 0,21$	N
BRS Pujante	$7 \pm 1,33$	$12 \pm 1,79$ *	$0,73 \pm 0,15$	R
Ligeiro	$7 \pm 1,17$	$12 \pm 0,75$ *	$0,71 \pm 0,10$	R
Tardão	$6 \pm 1,67$	$11 \pm 1,41$ *	$0,70 \pm 0,17$	R

* Médias, nas linhas, diferem entre si pelo teste "U" Mann-Whitney ($P < 0,05$).

^{ns} Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "U" Mann-Whitney ($P < 0,05$).

¹ Índice de Atratividade e Desvio Padrão.

² Intervalo de Segurança, onde R= Repelente, N= Neutro e A= Atraente.

Em relação ao percentual de insetos adultos de *C. maculatus* que foram atraídos para a testemunha ou para os genótipos de feijão-caupi avaliados, observa-se que houve preferência de *C. maculatus* pelos genótipos Costela de Vaca e Moita em

comparação com à testemunha (Sempre Verde) (Figura 3). Já em relação aos genótipos BRS Pujante, Ligeiro e Tardão a testemunha foi mais atrativa para o inseto, enquanto que para os demais genótipos não houve diferença significativa no número de insetos atraídos em relação à testemunha (Figura 3).

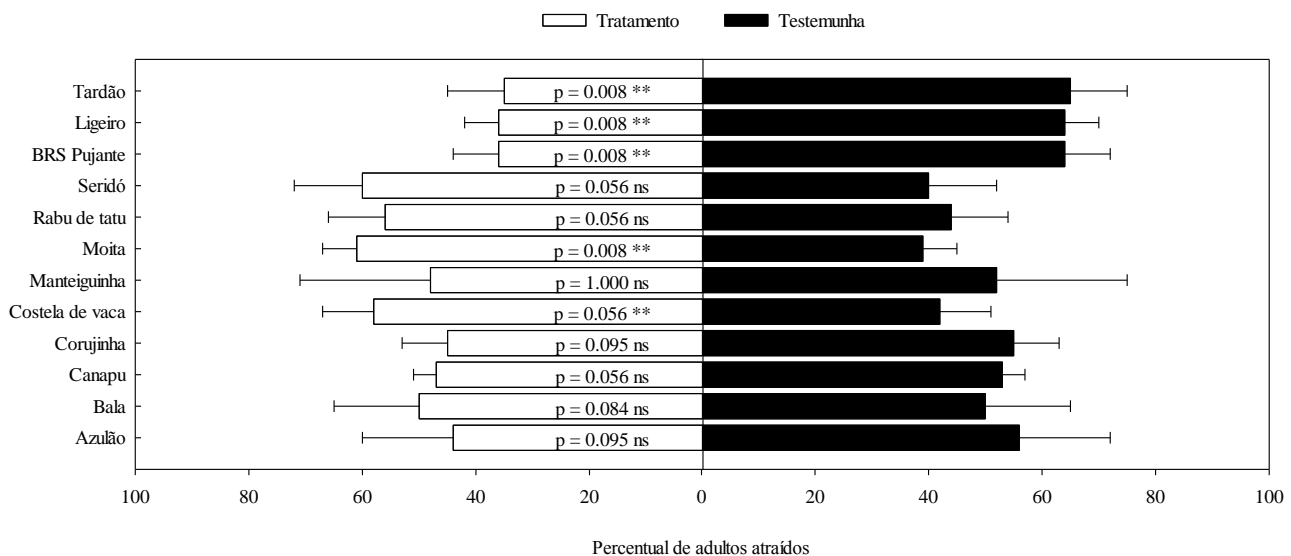


Figura 3. Atração média de adultos de *C. maculatus* em 13 genótipos de feijão-caupi. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h. Os valores estão representados em percentagem.

Para o Índice de Preferência para Oviposição de *C. maculatus* nos diferentes genótipos de feijão-caupi estudados (Tabela 2), observou-se diferença significativa para os genótipos Moita ($257,8 \pm 64,3$) e Ligeiro ($500,2 \pm 60,7$) quando comparados à testemunha (Sempre Verde) ($144,6 \pm 49,9$ e $254,2 \pm 98,8$). Quanto ao Intervalo de Segurança (IS) estes dois genótipos foram estimulantes para oviposição por *C. maculatus*, o mesmo ocorrendo para o genótipo Costela de Vaca (Tabela 2). Os outros genótipos avaliados apresentaram uma resposta neutra para a oviposição deste bruquídeo quando comparados à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Índice de Preferência para Oviposição de *Callosobruchus maculatus* em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste com chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h.

Tratamento	Oviposição de <i>C. maculatus</i> (Média \pm Desvio Padrão)		IPO \pm DP ¹	IS ²
	Tratamento	Testemunha (Sempre Verde)		
Azulão	297,8 \pm 156,9 ^{ns}	328,6 \pm 73,3	-11,67 \pm 36,99	N
Bala	270,2 \pm 135,8 ^{ns}	285,8 \pm 191,6	10,21 \pm 41,50	N
Canapú	211,4 \pm 58,4 ^{ns}	185,6 \pm 45,6	5,75 \pm 14,23	N
Corujinha	152,8 \pm 62,8 ^{ns}	204,6 \pm 74,6	-12,26 \pm 36,80	N
Costela de vaca	307,2 \pm 90,1 ^{ns}	167,6 \pm 90,3	31,90 \pm 26,51	E
Manteiguinha	146,4 \pm 91,3 ^{ns}	198,8 \pm 85,9	-17,98 \pm 19,73	N
Moita	257,8 \pm 64,3 [*]	144,6 \pm 49,9	28,58 \pm 17,43	E
Rabo de tatu	203,8 \pm 53,5 ^{ns}	163,4 \pm 58,1	12,85 \pm 23,46	N
Seridó	199,8 \pm 100,5 ^{ns}	137,4 \pm 47,6	14,79 \pm 25,39	N
BRS Pujante	236,2 \pm 61,1 ^{ns}	238,8 \pm 56,9	-0,41 \pm 17,39	N
Ligeiro	500,2 \pm 60,7 [*]	254,2 \pm 98,8	34,89 \pm 11,02	E
Tardão	237,6 \pm 78,8 ^{ns}	256,6 \pm 89,1	-3,91 \pm 14,78	N

* Médias, nas linhas, diferem entre si pelo teste "U" Mann-Whitney ($P < 0,05$).

^{ns} Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "U" Mann-Whitney ($P < 0,05$).

¹ Índice de Preferência para Oviposição e Desvio Padrão.

² Intervalo de Segurança, onde D= Deterrente, N= Neutro e E= Estimulante.

No que se refere aos dados da emergência de *C. maculatus* nos genótipos de feijão-caupi avaliados constatou-se que o genótipo BRS Pujante foi o que apresentou menor emergência de insetos (73 ± 30 insetos), diferindo significativamente da testemunha Sempre Verde ($152,8 \pm 34,2$ insetos). Para todos os outros genótipos avaliados não houve diferença significativa em relação à testemunha (Tabela 3).

Tabela 3. Emergência de *Callosobruchus maculatus* em 13 genótipos de feijão-caupi, em Teste com chance de escolha. Temperatura: $27 \pm 2^\circ\text{C}$; UR: 70%; Fotofase: 12h.

Tratamentos	Emergência de <i>C. maculatus</i> (Média \pm Desvio Padrão)	
	Tratamento	Testemunha (Sempre Verde)
Azulão	177,0 \pm 81	169,0 \pm 41,4
Bala	149,8 \pm 42	166,6 \pm 95,4
Canapú	108,4 \pm 32	116,0 \pm 28
Corujinha	97,2 \pm 42	129,8 \pm 44,6
Costela de vaca	173 \pm 41	101,4 \pm 57,7
Manteiguinha	108 \pm 57	109,4 \pm 53
Moita	148 \pm 29	105,0 \pm 25
Rabo de tatu	104 \pm 52	107,4 \pm 37,7
Seridó	107 \pm 54	86,0 \pm 31,2
BRS Pujante	73 \pm 30	152,8 \pm 34,2*
Ligeiro	124 \pm 20	138,0 \pm 35
Tardão	107 \pm 40	178,8 \pm 46,9

* Médias, nas linhas, diferem entre si pelo teste "U" Mann-Whitney ($P < 0,05$).

^{ns} Médias, nas linhas, não diferem entre si pelo teste "U" Mann-Whitney ($P < 0,05$).

4 DISCUSSÃO

A resistência de plantas ao ataque de pragas é determinada com base na análise de diversos aspectos referentes à biologia e reprodução do inseto (duração do ciclo, mortalidade nos estágios de desenvolvimento, fecundidade, fertilidade, taxa de emergência), atratividade e preferência para alimentação, oviposição, dentre outros (LARA, 1991). Os sistemas a serem analisados como objeto de estudo podem apresentar especificidades, o que faz com que o pesquisador determine, dentre as variáveis supracitadas, quais serão priorizadas para a avaliação da resistência.

No presente estudo, dentre as variáveis analisadas, a emergência de adultos foi utilizada como o principal fator determinante da resistência ou susceptibilidade dos genótipos de feijão-caupi testados, uma vez que delimita a continuidade do crescimento populacional da praga, pois demonstra em quais genótipos o inseto consegue completar seu ciclo e continuar a se desenvolver, gerando assim perdas ao produto.

Nesse sentido, a atratividade de *C. maculatus* observada para o genótipo Moita indica que o mesmo exerce um efeito diferenciado dos demais em relação à testemunha, enquanto os genótipos BRS Pujante, Ligeiro e Tardão foram menos atrativos, ou seja, apresentaram uma ação repelente ao bruquídeo, e os demais não diferiram em relação à testemunha (Tabela 1).

O efeito repelente é uma característica relevante no controle de pragas de grãos armazenados, pois, quanto maior a repelência, poderá ocorrer menor infestação, resultando na redução da postura e, conseqüentemente, no número de insetos emergidos (FRANÇA et al., 2012), o que pode evidenciar a não-preferência alimentar ou antixenose (LARA, 1991), a qual em carunchos pode ser causada pela arcelina, substância inibidora de alimentação (LARA, 1997; ORIANI, LARA, 2000). Entretanto, isso não foi observado no presente estudo.

Vale lembrar que o parâmetro atratividade é comportamental o que pode explicar, por exemplo, o fato do genótipo Ligeiro ter sido classificado como repelente e o Costela de vaca ter sido neutro, mas ambos serem estimulantes para oviposição, uma vez que para ovipositar os insetos adultos ficaram expostos aos grãos por um período de sete dias e a atratividade foi avaliada em apenas 24 horas.

Ainda em relação à oviposição, os genótipos Costela de Vaca, Moita e Ligeiro foram preferidos em relação à testemunha, ao passo que os outros (Azulão, Bala, Canapú, Corujinha, Manteiguinha, Rabu de Tatu, Seridó, BRS Pujante e Tradão) foram neutros, sugerindo pouca interferência na oviposição do inseto, pois também não apresentaram nenhum estímulo negativo (Tabela 2). Foi avaliada por Boiça Júnior et al. (2016) a resistência de cultivares de feijão-caupi (dentre eles o Sempre Verde) a *Bruchidius atrolineatus* (Pic) (Coleoptera: Chrysomelidae), em teste com chance de escolha, sendo que os autores também não encontraram diferenças significativas para a oviposição. Resultados semelhantes foram encontrados por Girão Filho et al. (2012), analisando a resistência genética de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Chrysomelidae).

Os genótipos Costela de Vaca e Moita além de serem atrativos (Figura 3) foram os mais preferidos para oviposição (Tabela 2), indicando a susceptibilidade destes genótipos ao *C. maculatus*. Girão Filho et al. (2016), estudando antixenose e antibiose de feijão-fava a *Z. subfasciatus*, chegaram a resultados parecidos, uma vez que os acessos testados apresentaram essa relação entre atratividade e preferência para oviposição.

Além disso, avaliando-se a emergência de adultos de *C. maculatus*, não houve diferença significativa dos genótipos avaliados em relação à testemunha, à exceção do BRS Pujante (Tabela 3). Neste genótipo, apesar de não ter sido observada diferença significativa na oviposição do inseto em relação à testemunha, o número médio de adultos emergidos foi significativamente menor (Tabela 3).

Assim, com base nos critérios de resistência definidos anteriormente, isso indica resistência do tipo antibiose (LARA, 1991; MEDEIROS et al., 2017), pois apesar de não ocorrer interferência significativa na sua oviposição, houve efeito adverso em sua biologia, fazendo com que muitos não chegassem à fase adulta e, conseqüentemente, a emergência fosse reduzida. Além disso, o efeito repelente exercido por este genótipo aos adutos pode indicar também resistência do tipo antixenose.

A redução da emergência de *C. maculatus* no genótipo BRS Pujante provavelmente se deve a ação de substâncias químicas presentes nos grãos e que são prejudiciais ao desenvolvimento das larvas deste inseto. Acredita-se que em feijão-caupi inibidores de tripsina (GATEHOUSE et al., 1989) e vicilinas (UCHÔA et al., 2006; SOUZA et al., 2010) são as proteínas responsáveis pela resistência por antibiose.

De fato, várias pesquisas mostram a relação entre resistência dos feijões, comum ou caupi, associada à menor emergência de insetos ou ao aumento no seu ciclo de vida. Ao avaliar a resistência de genótipos do feijoeiro a *Z. subfasciatus*, Baldin; Pereira (2010) verificaram que nos genótipos que continham arcelina ocorreu menor emergência deste

inseto, mesmo com oviposição semelhante, sendo essa a substância encarregada pela antibiose em feijão comum. Já a avaliação da resistência de cultivares de feijão-caupi a *C. maculatus* por Marsaro Júnior; Vilarinho (2011), demonstrou que as cultivares mais resistentes foram as que apresentaram menor emergência de adultos e maior período do ciclo biológico. Outros estudos também defendem essas duas características como relevantes na determinação de resistência à bruquídeos (ARAÚJO; WATT, 1988; COSTA; BOIÇA JÚNIOR, 2004; JACKAI; ASANTE, 2003; LARA, 1991; REDDEN; MCGUIRE, 1983).

5 CONCLUSÕES

A atratividade a adultos de *C. maculatus* pelo genótipo Moita, e o estímulo para oviposição neste genótipo e nos genótipos Costela de Vaca e Ligeiro podem indicar susceptibilidade a esta praga.

Entretanto, analisando-se a emergência de insetos adultos, observou-se que apenas o genótipo BRS Pujante demonstrou sinais de resistência a *C. maculatus*, tanto por antixenose quanto por antibiose, a qual foi expressa pelo efeito repelente e pela redução do número de adultos emergidos, respectivamente. Isso sugere que, neste estudo, o genótipo comercial (BRS Pujante) foi resistente, enquanto que os outros foram susceptíveis ou não diferiram da testemunha.

Apesar dos genótipos Ligeiro e Tardão terem sido repelentes aos adultos do coleóptero, não diferiram quanto ao número de insetos emergidos, indicando susceptibilidade ao ataque de *C. maculatus*, como observado para os demais genótipos avaliados.

REFERÊNCIAS

ADDINSOFT (2019). **XLSTAT statistical and data analysis solution**. Boston, USA. <https://www.xlstat.com>

ARAÚJO, P. P.; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. EMBRAPA – CNPAF, Brasília, 1988, 722 p.

ARRUDA, F.P.; BATISTA, J. de L. Efeito de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1/2, p. 53-57, 1998.

BALDIN, E. L. L. Efeito do tempo e da temperatura de armazenamento de grãos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. na manifestação da resistência ao caruncho *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae). 2001. 125 f. **Tese (Doutorado)** - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMANN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1507-1513, nov./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.

BEZERRA, A.A. de C.; TÁVORA, F.J.A.F.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.85-93, 2008.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; COPETTI, B. M.; RODRIGUES, N. E. L.; BOTTEGA, B. D. Resistance in cowpea cultivars to *Bruchidius atrolineatus* (PIC) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Arq. Inst. Biol.**, v.83, 1-5, e0132015, 2016.

BOTTEGA, B. D.; RODRIGUES, C. A.; JESUS, F. G. DE; SILVA, A. G. DA; PEIXOTO, N. Resistência de genótipos de feijão-vagem ao ataque de bruquíneos, em condições de laboratório. **Revista Caatinga**, vol. 25, núm. 1, enero-marzo, 2012, pp. 92-97.

BRITO, S. S. S.; MAGALHÃES, C. R. I. DE; OLIVEIRA, C. R. F.; DE OLIVEIRA, C. H. C. M. DE; FERRAZ, M. S. S.; MAGALHÃES, T. A. Bioatividade de óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) em feijão-comum armazenado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.2, p.243-248, 2015.

COSTA, N. P.; 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.

COPACHESKI, M.; BOFF, P.; BOFF, M.I.C.; PARIZOTTO, C. Revitalização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a tratamentos homeopáticos. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 8, n. 2, dec. 2013.

FRANÇA, S. M. DE; OLIVEIRA, J. V. DE; ESTEVES FILHO, A. B.; OLIVEIRA, C. M. DE. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta Amazônica**, vol. 42(3) 2012: 381 – 386.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 28-92.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. DE M.; SILVA, K. J. D. E; NOGUEIRA, M. DO S. DA R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina-PE: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

FROTA, K. M. G.; MENDONÇA, S.; SALDIVA, P. H. N.; CRUZ, R. J.; ARÊAS, J. A. G. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 9, p. H235-H240, Nov./Dec. 2008.

GATEHOUSE, A.M.R., J.A. GATEHOUSE, P. DOBIE, A.M. KILMINSTER & D. BOULTIER. Biochemical basis of insect resistance in *Vigna unguiculata*. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 30: 948-958. 1989.

GIAMI, S. Y. Compositional and nutritional properties of selected newly developed lines of cowpea (*Vigna unguiculata* L.Walp). **Journal of Food Composition and Analysis**, Oxford, v. 18, n. 7, p. 665-673, 2005.

GIRÃO FILHO, J.E.; PÁDUA, L.E.M.; SILVA, P.R.R.; GOMES, R.L.F.; PESSOA, E.F. Resistência genética de acessos de feijão-fava ao gorgulho *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Comunicata Scientiae**, v.3, n.2, p.84-89, 2012.

GIRÃO FILHO, J.E.; PÁDUA, L.E.M.; PESSOA, E.F.; SILVA, P. R. R. Antibiose e antixenose de feijão-fava a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Arq. Inst. Biol.**, v.83, 1-6, e0832013, 2016.

JACKAI, L.E.N., ASANTE, S.K. A case for the standardization of protocols used in screening cowpea, *Vigna unguiculata* for resistance to *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**. 39, 251-263. 2003.

_____. Lei n. 10.711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.711.htm. Acesso em: 10 fev. 2020.

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

LARA, F.M. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I- winter crop. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil** 26:551-559. 1997.

LIMA, M.P.L.; OLIVEIRA, J.D.; BARROS, R.; TORRES, J.B. Identificação de genótipos de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. resistentes a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 289-295, 2001.

LIN H, KOGAN M, FISHER D (1990). Induced resistance in soybean to the *Mexicanbean beetle* (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environ Entomol** 19: 1852-1857.

- MACEDO, R.B.; FIGUEIREDO, G.S.; TEIXEIRA, E.J.R.; MOURO, G.F.; DINIZ, E.R. Cultura do milho sob manejo orgânico e tratamentos alternativos de sementes. **Cadernos de Agroecologia**, v.11, n.2, p.1-5, 2016.
- MAIA, F. M. M. Composição e caracterização nutricional de três cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp: EPACE-10, Olho de ovelha e IPA-206. Fortaleza, 1996. 87 p. **Dissertação** (Mestrado em Bioquímica Vegetal), Universidade Federal do Ceará.
- MAIA, F. M. M. et al. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L.) Walp cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 4, p. 453-458, 2000.
- 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.
- MARTINAZZO, A. P.; FARONI, L. R. D.; BERBERT, P. A.; REIS, F. P. Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhyzopertha dominica* (F.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1063-1069, 2000.
- MAZZONETTO, F.; BOIÇA JR, A. L. Determination of the types of resistance of bean genotypes to the attack of *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, n.3, p. 435-439, 2002.
- MEDEIROS, W.R., SILVA, J.D.C., SILVA, P.R.R., GIRÃO FILHO, J.E., PADUA, L.E.M., FRANÇA, S.M. Resistência de genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] ao Ataque do Caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae). **EntomoBrasilis** 10: 19-25. 2017.
- MELO, B. A. de; MOLINA-RUGAMA, A. J.; LEITE, D. T.; GODOY, M. S. de; ARAUJO, E. L. de. Bioatividade de pós de espécies vegetais sobre a reprodução de *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 346-353, 2014.
- OLIVEIRA, F. J. de; SANTOS, J. H. R. dos; ALVES, J. F.; PAIVA, J. B.; ASSUNÇÃO, M. V. Perdas de peso em sementes de cultivares de caupi, atacadas pelo caruncho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.1, p.47-52, 1984.
- ORIANI, M.A.G. & F.M. LARA. Antibiosis effects of wild bean lines containing arcelin on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Homoptera: Aleyrodidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29: 573-582. 2000.
- PETERSEN, P. et al. Sementes ou grãos? Lutas para a desconstrução de uma falsa dicotomia. **Revista Agriculturas**, v. 10, n. 1. p. 36-45, 2013.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D.; SILVA, F. H. da; BATISTA, M. D.; GUEDES, R. N. C. Spread of phosphine resistance among brazilian populations of three species of stored product insects. **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v.39, n.1, p. 101-107, 2010.

REDDEN, R.J., MCGUIRE, J. The genetic evaluation of bruchid resistance in seed of cowpea. **Aust. Journal of Agricultural Research**. v. 34, 707-715. 1983.

RICHETTI, A.; ITO, A. M. **Viabilidade Econômica da Cultura do Feijão-Comum, Safra da Seca de 2016, em Mato Grosso do Sul**. Comunicado Técnico 208, Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. Disponível em: Acesso em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139275/1/COT2015208-CPAO.pdf>

SINGH, B. B. Cowpea breeding at IITA: highlights of advances impacts. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Tecnologias para o agronegócio: anais**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

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**, 56 (2010) 1130–1138.

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

TRINDADE, C. C. Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais. **XV Congresso Nacional do Conpedi**, Manaus, 15-18. 2006.

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

ZETTLER, J. L.; ARTHUR, F. H. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. **Crop Prot.**, Guildford, v.19, n.8-10, p. 577-582, 2000.