



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL

LIZIO LAGUNA LOPES SOARES

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* (L.) WALP. AO CARUNCHO *Callosobruchus maculatus* (FABR.)  
(COLEOPTERA: CRYSEMELIDAE)**

TERESINA, PI – BRASIL.  
2012

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI *Vigna unguiculata* (L.) WALP. AO CARUNCHO *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: CRYSEMELIDAE)**

LIZIO LAGUNA LOPES SOARES  
Engenheiro Agrônomo e Biólogo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lúcia da Silva Fontes  
Co-Orientador: Prof. D.Sc. Francisco Rodrigues Freire Filho

TERESINA, PI – BRASIL.  
2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

S767a Soares, Lizio Laguna Lopes.

Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi  
*Vigna unguiculata* (L) WALP. ao *Callosobruchus maculatus*  
(FABR.) ( COLEOPTERA: CRYSEMELIDAE) – [manuscrito]  
/ Lizio Laguna Lopes Soares. – Teresina: 2012.

64 f.

Cópia de computador (printout).

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade  
Federal do Piauí

“Orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lúcia da Silva Fontes”

Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.)  
Walp.) ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (COLEOPTERA:  
CRYSOMELIDAE)

LIZIO LAGUNA LOPES SOARES  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em 08 / 08 / 2012

Comissão Julgadora:

Lúcia da Silva Fontes  
Dra. Lúcia da Silva Fontes - Presidente  
CCN/UFPI

Maria Teresa do Rêgo Lopes  
Dra. Maria Teresa do Rêgo Lopes – Titular  
CPAMN

P. H. Soares  
Dr. Paulo Henrique Soares da Silva – Titular  
CPAMN

F. N. Freire Filho  
Dr. Francisco Rodrigues Freire Filho – Titular  
CPAMN

“O Homem sucumbirá pelo excesso do que ele chama de civilização”

***Jean Henri Fabre.***

Entomologista

Aos funcionários do Programa Caupi-CPAMN  
A meus pais Mary Lopes Soares e Elesbão Soares (*in memoriam*)  
Aos meus cativos irmãos Javu-Zemeze Lopes Soares e Zime Soares  
À minha bela companheira e esposa Marcia Maria Rodrigues Soares  
Aos meus queridos filhos Tainá Rodrigues Soares, Caiman Rodrigues Soares e  
Cauã Rodrigues Soares  
**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela clara benevolência para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Governo do Estado do Piauí, pela concessão das condições necessárias para a efetivação do Mestrado.

À Universidade Federal do Piauí pelo acolhimento.

À Embrapa Meio-Norte, instituição de inestimável valor social e técnico – apoio fundamental para o êxito desta pesquisa.

Agradeço de modo especial ao nobre Professor D.S. Francisco Rodrigues Freire Filho, humano singular, sempre amigo e admirável modéstia. Não há riqueza que valha a sua grandiosa colaboração na construção desta investigação científica.

À Dr<sup>a</sup>. Lúcia da Silva Fontes pela valiosa orientação e paciência.

Ao Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro renomado mestre em Análise Estatística. Sempre solícito.

Aos funcionários do Programa Caupi – Embrapa Meio-Norte: Manoel Gonçalves da Silva, Agripino Ferreira do Nascimento, Paulo Sérgio Monteiro, às colegas Lígia Renata Almeida da Silva e Jaqueline dos Santos Carvalho.

Aos graduandos de Biologia Maria Iracema e Rafael Alexandre Vieira Costa: importantes colaboradores na fase de Laboratório.

Às colegas Almerinda Amélia Rodrigues Araújo e Elizangela Pereira da Silva Sousa, amigas sempre presentes nos momentos difíceis: pelos singelos aconselhamentos.

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1.0 INTRODUÇÃO.....	14
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.): aspectos, botânicos origem e importância econômica.....	16
2.2 O caruncho ( <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.)): importância, Taxonomia, Descrição e Biologia.....	18
2.3 Resistências de plantas.....	21
3.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.0 CONCLUSÕES.....	56
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 01:</b> <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) do feijão-caupi <i>V. unguiculata</i> (L.) Walp.....	20
<b>Figura 02:</b> Multiplicação de sementes de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. em Telado fechado para a realização dos ensaios. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, Brasil.....	26
<b>Figura 03:</b> Criação de <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.....	27
<b>Figura 04:</b> Microrregiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.....	28
<b>Figura 05:</b> Recipientes plásticos contendo 10 g grãos de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp ao caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.). Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil, 2011.....	31
<b>Figura 06:</b> Detalhe do ensaio-2 no Laboratório de Entomologia, Teresina-PI, Brasil, 2011.....	34
<b>Figura 07:</b> Recipientes plásticos protegidos por tule contendo <i>Callosobruchus maculatus</i> para secagem ao ar no Laboratório de Entomologia, UFPI, Teresina-PI, Brasil, 2011.....	35
<b>Figura 08:</b> Comportamento das dezessete cultivares e linhagens e das três linhagens controles de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. ao ataque do caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.), Ensaio-1.....	39

<b>Figura 09:</b> Comportamento de cultivares e linhagens de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. em resposta ao ataque do caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.), Ensaio-2.....	43
<b>Figura 10</b> Ciclo biológico do caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., Ensaio 2.....	45
<b>Figura 11:</b> Número de insetos <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) emergidos em feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., Ensaio 2.....	46
<b>Figura 12:</b> Correlação das variáveis números de insetos emergidos e o de biomassa de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., Ensaio-2. (1) =IT81-D-1053; (2) = IT81-D-1045-SP; (3) = IT81D-1045-SE.....	47
<b>Figura 13:</b> Consumo de biomassa pelo caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) em feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., Ensaio-2.....	48
<b>Figura 14:</b> Longevidade (dia) do caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) em genótipos de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., Ensaio-2.....	49
<b>Figura 15:</b> Correlação do peso seco médio do caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) e o consumo de biomassa de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp, Ensaio-2. Legenda: (1) = IT81-D-1045-SE, (2) = IT81D-1045-SP, (3) = IT81-D-1053.....	50
<b>Figura 16:</b> Peso seco médio do caruncho <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) em linhagens e cultivares de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., Ensaio-2. ....	51

**Figura 17:** Correlação das médias do peso seco médio do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) e o consumo de biomassa de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2. Legenda: (1) = IT81-D-1053; (2)=IT81D-1045-SP; (3) = IT81-D-1045-SE..... 52

**Figura 18:** Oviposição do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp, Ensaio 2..... 53

## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1:</b> Cultivares e linhagens de feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. e procedências.....	29
<b>Tabela 2:</b> Genótipos de feijão-caupi <i>V. unguiculata</i> (L.) Walp. selecionados no ensaio1 para serem comparadas de acordo com o nível de resistência no ensaio 2 .....	33
<b>Tabela 3:</b> Valores médios de oviposição, insetos emergidos, peso seco médio e ciclo biológico de <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. no Ensaio-1 .....	37
<b>Tabela 4:</b> Valores médios de ciclo biológico, insetos emergidos, consumo, longevidade e peso seco médio de <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabr.) em feijão-caupi <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. no Ensaio-2 .....	41
<b>Tabela 5:</b> Coeficientes de correlação simples (r) obtidas entre as variáveis: ciclo biológico, Insetos emergidos, longevidade, consumo de biomassa, peso seco médio e oviposição, pelo caruncho <i>C. maculatus</i> (Fabr.) em genótipos de feijão-caupi <i>V. unguiculata</i> (L.) Walp. Teresina-PI, Brasil, 2011 .....	54

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo a avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) ao ataque do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). O feijão-caupi representa uma fonte de alimento estratégica pelos altos teores de proteínas, carboidratos e de sais minerais e adaptação às condições ambientais adversas. O trabalho foi conduzido na Universidade Federal do Piauí e na Embrapa Meio-Norte. Foram testadas cultivares crioulas oriundas das microrregiões do Estado do Rio Grande do Norte: Quarentinha, Riso do Ouro V. Rocha, Manteiga, Branco, Da Joana, Riso do Ano Zé Vieira, Chico Carneiro Tordinho, Chico Joaquim, Branco/Dorminhoco, Manteiguinha, Quarenta e Cinco Dias, Costela de Vaca, Sempre Verde, Chifre de Carneiro, Boa Saúde de Minoco, Cituba, Lizão, Macassa, Canapum, Dorminhoco, João Viena, Vermelho, Pazão, Lizão Carioquinha ou Lizão, João Vieira, Pau Ferro, Campina ou Chico Joaquim e Dorminhoco Chico Joaquim; cultivares comerciais melhoradas: BRS-Itaim, BR-17-Gurguéia, BRS-Guariba e Vita-3; linhagens resistentes (controles): IT81-D-1053, IT81-D-1045-SE e IT8-D-1045-SP. Consistiu de dois ensaios: Ensaio-1 (screening) com setenta e seis tratamentos e três repetições e Ensaio-2 com vinte e três tratamentos, selecionados do Ensaio-1, com seis repetições. O delineamento estatístico foi o Inteiramente Casualizado; parcelas de 10g de sementes com dez insetos e teste sem chance de escolha. No Ensaio-1 testaram-se os caracteres oviposição, percentual de ovos que originaram adultos, peso seco médio do inseto e ciclo biológico. No Ensaio-2, as variáveis foram: oviposição, insetos emergidos, longevidade, peso seco médio do inseto e ciclo biológico. Para a comparação das médias utilizou-se o teste Skott-Knott em nível de 5% de probabilidade. Buscou-se priorizar variáveis que manifestassem resistência por antibiose ao *C. maculatus*. As linhagens controles IT81-D-1053, IT81-D-1045-SE e IT81-D-1045-SP apresentaram resistência por antibiose; as cultivares AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão e AM-1-2-Quarentinha destacaram-se dentre as cultivares crioulas em antibiose; a cultivar melhorada BRS-Itaim teve menor oviposição. As cultivares crioulas e melhoradas apresentaram baixa resistência ao *C. maculatus*.

**Palavras-Chave:** Resistência de planta, interação inseto-planta, antibiose.

## ABSTRACT

The aim of this research is evaluate the resistance of Feijão Caupi genotypes (*Vigna unguiculata* L. Walp.) against the bean weevil *Callosobruchus maculatus* Fabri. attack. The Feijão Caupi is a strategic source of food of the high levels of protein, carbohydrates and mineral salts, besides the adverse conditions and adaptations environmental. The work was led at the Federal University of Piauí and Embrapa Meio-Norte. Crioulas variety coming from the Rio Grande do Norte State: Quarentinha, Riso de Ouro V. Rocha, Manteiga, Branco, Da Joana, Riso do Ano Zé Vieira, Chico Carneiro Tordinho, Chico Joaquim, Branco/Dorminhoco, Manteiguinha, Quarenta e Cinco Dias, Costela de Vaca, Sempre Verde, Chifre de Carneiro, Boa Saúde de Minoco, Cituba, Lizão, Macassa, Canapum, Dorminhoco, João Vieira, Pau Ferro, Campina ou Chico Joaquim e Dorminhoco Chico Joaquim were tested. Improved Commercial Agriculture, BR-17-Gurguéia Guariba and Vita-BRS-3; resistant breeding lines (controls): D-1053-IT81, IT81-D-1045-SE and IT-D-1045-SP. Consisted of tests: Test-1 (screening) with seventy-six treatments and three replications and Test-2 with twenty-two treatments, selected from the Test-1, with six replications. The statistical design was Completely Randomized, 10g of seeds in plots with ten insects and no-choice test. The oviposition characters, percentage of eggs that originated adults, average dry weight of the insect and biological cycle were tested in Test-1. And, in Test-2, the variables were: oviposition, insect emergence, longevity, average dry weight of the insect and biological cycle. The Skott-Knott test was used to compare the statistical analysis at 5% level of probability. It tried to prioritize variables that express resistance to antibiosis in *C. maculatus*. The control breeding lines D-1053-IT81, IT81-D-1045-SE and IT81-D-1045-SP showed antibiosis resistance; Agriculture AM-63-3-Lizão Carioquinha or Lizão and AM-1-2-Quarentinha highlighted among the Creole Agriculture in antibiosis, but the improved cultivars BRS-Itaim had less oviposition. The crioulas and Improved Agriculture showed low resistance to *C. macalatus*.

**Keywords:** Plant Resistance, insect-plant interactions, antibiosis.

## 1 – INTRODUÇÃO

O feijão caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., também conhecido como feijão de corda, feijão-macassar e feijão-fradinho é uma fabacea de fundamental importância socioeconômica para a Região Meio-Norte brasileira. De fácil manejo, cultivada principalmente pelas comunidades do semiárido Nordestino, apresenta ciclo de desenvolvimento rápido e tolerante às condições de estresse hídrico em razão da frequência e distribuição pluviométricas irregulares, fenômeno bastante recorrente para a Região Nordeste.

Tradicionalmente é cultivado em pequenas áreas, em sistema de policultivo com outras culturas destacando-se o arroz, milho e mandioca. Nesse sistema, predomina o cultivo de cultivares de porte enramador que se caracteriza por apresentar ciclo reprodutivo tardio contínuo, possibilitando várias colheitas de grãos podendo ser consumidos ou comercializados secos e/ou verdes e, assim, gerando renda e ocupação de mão-de-obra permanente no campo.

O cultivo do feijão-caupi para a região dos cerrados. Quando cultivado em forma de safrinha, tem-se conseguido uma produção de alta qualidade e comercialmente competitivo, despertando o interesse da agroindústria e sendo exportado para vários países (FREIRE FILHO et. al. 2011).

As pesquisas em Melhoramento Genético avançam para a descoberta de novas cultivares de porte ereto e mais precoces, as quais permitem a utilização de colheita mecânica, tratos culturais mais simples e a redução da aplicação de produtos fitossanitários, buscando, assim, a expansão de novos horizontes para a cultura do caupi no agronegócio (Silva, 2007). É importante ressaltar que o cultivo do caupi permite uma segunda safra, durante o período de estio, quando plantado em baixões úmidos. De acordo com Silva (2002), os grãos do feijão caupi constituem uma importante fonte de alimento, com teor protéico variando de 20% a 30%, rico em aminoácidos essenciais como a lisina, contudo, pobre em metionina e cisteína, porém, com razoável quantidade de vitaminas hidrossolúveis (Silva, 2002). Além disso, contém fibras e proteínas com a capacidade de reverter a deposição de gordura no fígado e, desta forma, baixar o nível de colesterol no organismo (AZEVEDO, 2009).

Não obstante a relevante importância socioeconômica que representa a cultura do feijão-caupi para as populações de baixo poder aquisitivo, principalmente

a região Meio-Norte do Brasil, ocorrem fatores que despertam a atenção da pesquisa, como o seu baixo rendimento agrônomo, com uma produtividade média de grãos em torno de 342 kg/ha causada, entre outros fatores, pela utilização de baixo nível tecnológico e a incidência de pragas e doenças (SILVA, 2009). Os grãos oriundos da colheita nas pequenas propriedades, de acordo com Silva (2011), são armazenados de várias maneiras: dentro de garrafas, latas ou tambores como controle alternativo dos insetos que danificam os grãos. Como geralmente não se utiliza agrotóxico, se o procedimento de armazenagem for inadequado, toda produção pode vir a ser comprometida. Dentre os insetos considerados pragas dos grãos armazenados, o caruncho *Callosobruchus maculatus*, (Fabr.) 1792 destaca-se como um dos agentes biológicos que mais deterioram os grãos colhidos, comprometendo a qualidade dos mesmos para consumo e comercialização, como também afeta o poder germinativo, no caso de semente (GALLO, 2002).

Para o controle do caruncho, caso os produtores lancem mão de produtos químicos, põem em risco tanto a saúde humana, quanto a cadeia trófica nas demais comunidades do ecossistema (Almeida et al. 2005). Ressalta-se que a sociedade do mundo moderno está a adotar novos paradigmas que representem uma qualidade de vida mais saudável, selecionando para a sua alimentação produtos naturais, além da preocupação com os problemas ecológicos. Partindo dessa realidade, pesquisas relacionadas às várias áreas do conhecimento têm concentrado esforços na busca, na própria natureza, de soluções para resolver os problemas ambientais e, conseqüente, o desequilíbrio ecológico causado pela adoção intensa de produtos químicos para conter o ataque de organismos que se tornaram nocivos às culturas de interesse para a sobrevivência humana. Como conseqüência disso, têm sido desenvolvidas técnicas que utilizam recursos naturais como medida de controle e também a combinação adequada de recursos naturais e produtos químicos, como no caso do já conceituado Manejo Integrado de Pragas (MIP).

A interação inseto-planta representa uma das linhas de pesquisa que visa compreender o comportamento da planta mediante o ataque do inseto. Esta relação de herbivoria advém desde os primórdios da origem dos insetos, há milhões de anos atrás, seguindo os princípios da seleção natural. Como exemplo, cita-se a interação do *V. unguiculata* versus *C. maculatus*, que representa uma relação interespecífica antagônica na qual a larva do inseto penetra no grão do feijão provocando danos significativos, comprometendo a sua qualidade e capacidade germinativa.

No caso do caruncho, uma alternativa natural é a resistência genética da planta ao inseto. Lara (1991) considera o uso resistência de plantas um método bastante vantajoso, pois além do baixo custo para os agricultores, não demanda conhecimentos específicos e nem polui o ambiente.

A identificação de genótipos com características comerciais de *V. unguiculata* (L.) Walp. dotados de resistência ao caruncho, principalmente do tipo antibiose a qual dispensa o uso de produtos químicos, é de fundamental importância para produtores comerciantes e consumidores, e, além disso, para o meio ambiente.

Este trabalho teve como objetivo o de avaliar a resistência de genótipos crioulas de feijão-caupi *V. unguiculata* (L.) Walp. ao ataque do caruncho *C. maculatus* (Fabr.).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA:**

### **2.1 O feijão caupi: aspectos botânicos, origem e importância socioeconômica:**

O feijão-caupi pertence à Divisão das Dicotiledôneas; Ordem Fabales; Família Fabaceae; Subfamília Faboideae; Tribo Phaseoleae; Subtribo Phaseolineae; Gênero *Vigna*; Subgênero *Vigna*; Secção Catjang; Espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp; Subespécie *unguiculata* Verdc.(VERDCOURT,1970); MARECHAL et. al. ,1978) e PADULOSI & NG, 1997).

São plantas anuais, de porte ereto, semiereto ou trepador, com caules estriados e glabrescentes, ou seja, com tendência a perder pelos que se dispõem nas suas hastes. Suas folhas são trifoliadas e as flores formam pequenos grupos semelhantes a cachos, com poucas flores, que partem da base do pecíolo das folhas. Possuem cores bastante variadas: brancas, amarelas, violetas, dentre outras. Abrem-se apenas nas primeiras horas da manhã, não permitindo que a polinização por parte de insetos ocorra frequentemente. Cada flor apresenta cinco estames. As vagens são lisas, lineares e cilíndricas, com sementes numerosas. Estas se apresentam de cor branca, amarelada com o hilo (o “olho” do feijão) com uma horla castanha ou negra, que permite facilmente a sua identificação. Com a maturação das vagens (legumes), estas secam abrindo-se facilmente através de uma sutura, permitindo a saída das sementes (LIBERATO, 1999).

De acordo com Bevilaqua et al. (2007), as plantas das cultivares do gênero *Vigna*, são robustas, arbustivas, prostadas ou escandentes, portadoras de um sistema radicular abundante e repleto de nódulos característicos da relação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, responsáveis pela fixação do nitrogênio.

O feijão-caupi foi introduzido no Brasil pelos portugueses durante o processo de colonização, em meados do século XVI. O fator tempo foi decisivo para aprimorar a capacidade de adaptação da espécie - através de um processo seletivo natural - às condições ambientais do seu novo habitat, principalmente, às Regiões Norte e Nordeste do Brasil (Freire Filho, 1981). Singh et al. (2002), supõem que o caupi é originário das regiões oeste e central da África. Porém, Padulosi et al. (1997) citam a República da África do Sul, na região do Transvaal, como sendo o local da origem da espécie.

A produção mundial de feijão aumentou 59,1% no período compreendido entre 1961 e 2005 (BOVESPA, 2012). O Brasil é o maior produtor mundial de feijão com uma produção média anual de 3,5 milhões de toneladas. Como produto básico na dieta dos brasileiros, o feijão é cultivado por pequenos e grandes produtores em todas as regiões. A taxa de crescimento projetada da safra é de 1,77% e o crescimento do consumo em torno de 1,22% ao ano, no período 2009/2010 a 2019/2020, superando as 3,7 milhões de toneladas para 4,31 milhões de toneladas (MAPA, 2012). É importante mencionar que esses dados referem-se ao feijão comum e ao feijão-caupi, ou seja, às espécies *Phaseolus vulgaris* (L.) e *V. unguiculata* (L.) Walp.

O feijão-caupi é cultivado principalmente nas áreas do semiárido do Nordeste brasileiro. É uma espécie bem adaptada às condições edafoclimáticas da região, possui ampla variabilidade genética, elevado valor nutricional e alto potencial produtivo. É uma cultura de importância estratégica para as populações com poucas alternativas (Freire Filho et al., 2011). Os Estados mais produtores são: Ceará, Piauí e Pernambuco, para safras 2005 a 2009, de acordo com Freire Filho (2011). O rendimento médio (kg/ha) alcançado pelos Estados do Piauí e Rio Grande do Norte é considerado baixo, alcançando 159 kg/ha e 422 kg/ha, respectivamente (IBGE, 2010). Valores estes resultantes da utilização de baixo nível tecnológico associado ao cultivo de cultivares com reduzido potencial produtivo (Cardoso; Ribeiro, 2006).

As pesquisas na área de Melhoramento Vegetal estão sendo desenvolvidas visando o aprimoramento produtivo por meio da identificação de novas cultivares de feijão-caupi, buscando adequações que permitam inserção da cultura no agronegócio e até para exportação. De acordo com Boschila (2007) a Semente Horizonte, empresa do Estado do Mato Grosso produz sementes e grãos que estão sendo exportadas para o Egito, Índia, Portugal, e Turquia. Pesquisas coordenadas pela Embrapa Meio-Norte obtiveram como resultado uma linhagem de feijão-caupi conhecida como BRS-Itaim, própria para a Região Norte do Brasil, tipo fradinho bastante consumida nas Regiões Sul e Sudoeste dos Estados Unidos e na Europa e, no Brasil, é utilizada no preparo do acarajé, consumido em todo país (VILARINHO, 2009).

As Regiões Nordeste e Norte do Brasil destacam-se por apresentarem maior consumo de feijão-caupi, especialmente na zona rural. Variando de 9,2 a 21,8kg/pessoa/ano, de acordo com o Estado. A média regional é 15 kg/pessoa/ano (ROCHA; FREIRE FILHO, 2012).

O grão do caupi pode ser consumido seco ou verde, ou ainda, ser introduzido na alimentação de crianças menores de cinco anos, ou ainda, na alimentação escolar através da farinha integral; sendo possível produzir-se um cardápio variável de mingaus, caldos; enriquecer com proteínas as massas alimentícias para a fabricação de pães, biscoitos, entre outros produtos (SILVA, 2008).

## **2.2. Biologia do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), 1775 Walp: Importância, Taxonomia e Descrição:**

De maneira geral, as plantas pertencentes à família Fabaceae (Leguminosae) apresentam alto valor protéico (variando conforme o local da planta), componente fundamental para o crescimento e desenvolvimento dos seres vivos. Dessa forma, as plantas são atacadas durante todas as fases dos seus ciclos biológicos.

Segundo dados da Organização Mundial das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) citados por Marangoni e Silva (2002), cerca e 10% da produção mundial de grãos são perdidos por ataque de insetos, e que o Brasil perde em média de 20%, podendo em alguns lugares, chegar a 70%. Relatam ainda, que o caruncho (*C. maculatus*) “causa redução diretas no peso e na

qualidade das sementes, que se tornam inviáveis tanto para o consumo quanto para o plantio”.

O feijão-caupi (*V. unguiculata*) é um dos tipos de produtos de crescente demanda de produção e de grande importância econômica que pode ser atacado durante o armazenamento por diferentes pragas, tendo o caruncho *C. maculatus* como sua principal praga em condições tropicais e subtropicais (LIMA *et. al.*, 2002).

O enquadramento taxonômico do *C. maculatus* conforme (Triplehorn *et. al.* 2001) pode ser descrito como:

- Reino Animalia;
- Filo Arthropoda;
- Classe Insecta
- Ordem Coleoptera;
- Família: Chrysomelidae;
- Subfamília: Bruchinae;
- Gênero *Callosobruchus*;
- Espécie *Callosobruchus maculatus*.

A forma adulta desses insetos apresenta coloração escura, com cabeça, tórax e abdome pretos; élitros estriados, tórax pubescente e com coloração abdominal variando do branco ao dourado. Em seus élitros percebe-se uma mancha em forma de "X" (Fig. 01).



FONTE: [www.zin.ru/animalia/coleptera/org/](http://www.zin.ru/animalia/coleptera/org/)

Figura 01: Caruncho *Callosobruchus maculatus* do feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

As fêmeas ovipositam, em média, 70 ovos assimétricos que ficam aderidos às superfícies através de uma secreção; as larvas são brancas; as pupas, inicialmente são esbranquiçadas e tornam-se escuras quando próximo à emergência. Os adultos apresentam razão sexual de 1:1, com longevidade variando de sete a nove dias. O ciclo total de desenvolvimento do inseto é de aproximadamente, vinte dias, sendo a fase larval de 14 dias e a pupal de 6 dias (GALLO et al., 2002).

As condições ambientais interferem no desenvolvimento do *C. maculatus*, sendo considerada ideal uma temperatura de 32,2°C e umidade relativa de 90% para um ciclo biológico médio de 23 dias. Para uma temperatura de 30 °C e com umidade relativa de 70%, o ciclo altera-se para 23,7 dias. A longevidade das fêmeas está em torno de 11,8 dias (HOWE; CURRIE, 1964). Os adultos medem de 3 a 4 mm, apresentam corpo globoso, com pernas e antenas longas; élitros estampados, não cobrindo completamente o abdome; a parte de baixo do fêmur apresenta espinhos; a larva é escarabeiforme, com pernas parcialmente desenvolvidas, os adultos vivem pouco, não se alimentam e podem voar. Atacam tanto produtos

armazenados como também antes da colheita. Têm alta importância econômica, pois quando ataca o produto ensacado, eleva a temperatura, propiciando a contaminação por fungos. Este inseto está mundialmente distribuído, especialmente na região dos trópicos (REES, 2007).

Segundo Freire Filho et al. (2005), quando ocorre demora na colheita, as sementes são infestadas ainda no campo, podendo se intensificar quando em condições de estocagem. O modo mais eficaz para controlar uma reinfestação é a fumigação (Gallo, 2002). Contudo, os efeitos negativos ao ecossistema oriundo do uso abusivo e sem orientação técnica, tem estimulado a pesquisa de novos modelos de controle de insetos pragas (Pereira et al., 2008).

### **2.3. Resistência de plantas:**

A domesticação das espécies silvestres importantes para sobrevivência humana configurou-se num dos maiores acontecimentos da História, pois permitiu o surgimento da agricultura há aproximadamente 10.000 anos. A partir daí, as plantas de interesse evidentes, passaram a ser selecionadas pelo potencial produtivo e pela qualidade, com objetivo de suprir as necessidades cada vez mais crescentes dos povos. Com isso, as culturas tornaram-se menos diversificadas; fatores genéticos adquiridos ao longo da evolução orgânica foram suprimidos e/ou ocultados através de um processo de seleção massal e da prática do monocultivo realizado pelos agricultores. Desse modo, se rompeu a dinâmica do controle populacional recíproco entre insetos e plantas, natural dos agroecossistemas (SIQUEIRA e TRANNIN, 2005).

Para Vendramim e Fancelli (2008), por muito tempo, durante a Revolução Verde, fez-se uso do melhoramento vegetal, como alternativa para aumentar a produção, em detrimento de características de resistência a pragas. Ressaltam ainda, que um dos contrafortes da produção integrada é a adoção do manejo integrado de pragas (MIP), destacando-se, dentre as estratégias para a execução do MIP, a resistência de plantas.

Por definição, a resistência de plantas representa a soma relativa de qualidades hereditárias apresentadas pela planta, que influenciam no nível de dano provocado por um inseto em relação à outra planta da mesma espécie (Gallo, 2002). Em termos práticos, uma cultivar considerada resistente é aquela capaz de produzir

mais do que uma cultivar suscetível, quando confrontados sob ataque de insetos. Resistência de plantas é relativa e baseada na comparação com plantas que perderam os caracteres de resistência – as plantas suscetíveis (TEETES, 2009).

Existem três tipos gerais de mecanismos de resistência, de acordo com a interação inseto x planta: antibiose, não-preferência (antixenose) e a tolerância. A antibiose produz um efeito adverso sobre o inseto, causado por componentes químicos ou estruturas da planta. Estes elementos podem intoxicar uma praga ou aumentar o seu período de desenvolvimento. A resistência tipo antixenose, envolve fatores que interferem na etologia do inseto, induzindo-o a não preferir para alimentação ou oviposição. Esses fatores podem ser produtos químicos, cores ou mesmo estruturas presentes na planta; a tolerância é um atributo genético que possibilita a planta resistir ou recuperar-se dos danos provocados pelo inseto (PLANT RESITANCE TO INSECT AND DISEASES, 2012).

Segundo Lara (1991), os insetos fitófagos que se alimentam de plantas portadoras de resistência por antibiose, podem ser afetados em todas as fases do seu desenvolvimento, cujos efeitos adversos podem interferir diretamente na sua sobrevivência, na razão sexual, tamanho e peso dos indivíduos e alteração no seu ciclo biológico.

As plantas ao longo do tempo desenvolveram basicamente dois tipos de mecanismos de defesa contra ataques de outros organismos: defesas físicas e defesas químicas (Taiz; Zeige, 2009). As defesas físicas representam todas as características estruturais das plantas capazes de provocarem efeitos negativos no comportamento dos insetos fitófagos, de modo que sofra menos danos (Lara, 1991). Para a defesa química, ao longo do processo evolutivo, as plantas elaboram uma série de compostos orgânicos denominados metabólitos secundários responsáveis pela defesa contra os estresses bióticos e abióticos (Taiz; Zeiger, 2009). As substâncias químicas que atua na interação inseto/planta são conhecidas por aleloquímicos (GALLO, 2002).

De acordo com o nível de dano provocado pelo inseto, o grau de resistência da planta, de acordo com Gallo (2002), pode ser classificado da seguinte forma:

- Imunidade: quando o genótipo não sofre nenhum tipo de dano pelo inseto em nenhuma condição;
- Alta Resistência: quando o genótipo sofre pequeno dano em relação aos demais;

- Resistência Moderada: quando o genótipo sofre dano um pouco menor em relação aos demais;
- Suscetibilidade: quando houver semelhança de danos entre os genótipos e os demais;
- Alta Suscetibilidade: quando o nível de dano no genótipo for superior ao causado nos demais em comparação.

Acredita-se que as plantas durante o período de co-evolução, parecem ter desenvolvido inibidores de proteinases (IPs) contra proteinases de insetos. Os inibidores serino e cisteíno são extensamente distribuídos em sementes e tecidos de reservas das plantas, representando, assim, importante fonte de defesa e de reserva nutritiva. Por outro lado, “a pressão de seleção sobre os insetos para desenvolver proteinases que são insensíveis aos IPs de plantas hospedeiras são consideráveis e a evolução de insetos, os quais têm muitas gerações por ano, oferece uma vantagem significativa sobre plantas” (SILVA-FILHO; FALCO, 2012).

Segundo Massaro Júnior (2005), as  $\alpha$ -amilases representam uma gama de endoamílises que catalisam a hidrólise das ligações glicosídicas  $\alpha - 1,4$  do amido, glicogênio e outros carboidratos. São fundamentais para os insetos, especialmente para aqueles que se desenvolvem em produtos armazenados. Os inibidores do feijão foram identificados como  $\alpha$ -AI1 e são responsáveis pela inibição das  $\alpha$ -amilases presentes nos insetos pragas tais como o: *Hypothenemus hampei*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sytophilus orizae*, *Callosobruchus maculatus*, *Callosobruchus chinensis*, *Callosobruchus analis* e *Diabrotica vergifera vergifera*. O inibidor  $\alpha$ -IA1 inibe as  $\alpha$ -amilases de *Zabrotes subfasciatus*.

Uchôa et al. (2006); Xavier-Filho et. al. (1998) afirmam que variantes de vicilinas (globulinas 7s) em sementes de feijão-caupi (*V. unguiculata*) são consideradas como o principal fator de resistência a *C. maculatus* em genótipos africanos. Atuam especialmente sobre a quitina quando presente no intestino médio das larvas, provocando efeitos nocivos ao seu desenvolvimento.

Barreto e Quinderé (2000) estudaram a hibridação dos genótipos IT81D-1045 e IT81D-1064 (resistentes ao *C. maculatus*) com CNCx 252-1E/FB, CNCx 187-22D e BR-1Poty de elevadas qualidades agronômicas. Obtiveram como resultados as linhagens EV x 37-15E e EV x 37-2E que sofreram menos danos.

Sales et. al. (2001) constataram que as vicilinas presentes em sementes resistentes ao *C. maculatus*, se ligam à quitina do intestino médio das larvas gerando efeitos nocivos ao seu desenvolvimento.

Carvalho et. al. (2011) avaliaram a resistência de nove genótipos de feijão-caupi do Banco de Germoplasma da Embrapa-RR. Concluíram que o genótipo BRS-Patativa foi o menos preferido para oviposição e dotado de antibiose juntamente com o BRS Paraguaçu. Os demais não apresentaram nenhum tipo de resistência.

Pesquisa realizada por Costa e Boiça Júnior (2004) visando determinação do grau e o tipo de resistência de genótipos de *V. unguiculata* ao *C. maculatus*, em teste sem chance de escolha e através das variáveis: número de ovos viáveis e inviáveis, ciclo biológico de ovo a adulto, massa de semente consumida e massa de semente consumida por inseto, constataram que os genótipos TE90170-29F, TE90 170-76F, CNCX405-17F e TE87-108-6G apresentaram resistência tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose; os genótipos IPA 206, Canapu e Corujinha não mostraram nenhum tipo de resistentes.

Avaliando a perda de peso provocada pelo ataque de *C. maculatus*, em feijão-caupi (*V. unguiculata*), Fontes e Arthur (2005) verificaram que dos cultivares testados IT81D-1069, IT86D-719, IT81D-1053, IT81D-1032, TE93-213-12-F-2, Monteiro, Te-87-98-8G, Te90-180-88, Te87-98-86, Manteiga, Sempre verde, a cultivar mais resistente foi a IT86D-719.

Castro et. al. (2010) analisando a preferência para oviposição do *C. maculatus* em 50 genótipos de feijão-caupi (*V. unguiculata*), evidenciaram que o genótipo BRS-Paraguaçu foi o mais ovipositado (177,8 ovos) e o genótipo IT 85 F-2687 manifestou a menor média de posturas (24,8 ovos), expressando uma resistência tipo não-preferência para oviposição.

Experimento realizado por Silva et. al. (2010) com o objetivo de avaliar resistências do tipo não-preferência para oviposição e antibiose em 25 genótipos de feijão-caupi, os quais: MNC-99-505G-11, MNC-99-507G-4, MNC-99-507G-8, MNC-99-508-1, MNC-99-510-8, MNC-99-510G-16, TE 97-309-18, TE-97-304G-4, TE 97-309G-24, IT 81D-1073, MNC-99-541F-15, IT 81D-1045, MNC-99-541F-21, BRS-ROUXINOL, BRS-TRAQUATEUA, BRS-MILÊNIO, BRS-GUARIBA, PINGO-DE-OURO-1-1, MNC-00553D-8-1-2-2, IT 86F-2687, IT 86D-716-2, IT 86D-716-1, BR-14-MULATO, TVU-382 e BRS-PARAGUAÇU, mostraram que no genótipo IT86D-716-1 ocorreu menos oviposição (9,6 ovos/parcela), típico de resistência por não-

preferência. Para o genótipo IT81D-1045 apresentou elevada oviposição (51,6 ovos/parcela), porém não houve emergência, caracterizando alta resistência por antibiose.

Marsaro Júnior e Vilarinho (2011), avaliando a resistência ao ataque do *Callosobruchus maculatus* das cultivares de feijão-caupi BRS Mazagão, BRS Paraguaçu, BRS Novaera, BRS Guariba, BRS Milênio, BRS Cauamé, BR 3 Tracuateua, BR 17 Gurguéia, Vita 7, Amapá e Patativa, concluíram que as cultivares mais resistentes foram BR 17 Gurguéia e BRS Cauamé e as mais suscetíveis, as cultivares BRS Mazagão e Vita 7.

Pesquisas mais recentes, buscam diagnosticar resistência de feijão-caupi (*V. unguicultala*) através de caracterização a nível molecular por meio de marcadores DAF (DNA Amplification Fingerprinting) e ISSR (Inter Simple Sequence Repeat), procurando identificar parentais promissores em resposta ao caruncho (*C. maculatus*), para futuros programas de melhoramento (LEITE, 2012).

### **3.0 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida junto ao Programa de Melhoramento de Feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte e ao Laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí (UFPI), sendo a parte de multiplicação de sementes realizada na Embrapa e os testes laboratoriais, na UFPI.

O material genético utilizado constou de 70 cultivares crioulas coletadas no Estado do Rio Grande do Norte, cedidas à Embrapa Meio-Norte pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), quatro cultivares melhoradas e três linhagens procedentes do International Institute of Tropical Agriculture (IITA).

O trabalho constou de dois ensaios: no Ensaio-1 foram avaliados os 74 genótipos e no Ensaio-2, os 17 melhores selecionadas no primeiro ensaio acrescido de três cultivares melhoradas.

As cultivares crioulas foram catadas, retendo-se o tipo predominante na amostra. Em alguns casos em que havia mais de um tipo em quantidade semelhante, esses tipos foram também preservados. Após a catação, as amostras foram multiplicadas sob condições de telado, para evitar cruzamentos naturais (Figura 2). Algumas amostras foram plantadas mais de uma vez até a obtenção da

quantidade adequada de sementes para o trabalho. No plantio foi adotado o espaçamento de 1,50m entre fileira e de 0,50m entre covas dentro da fileira.



FOTO: LIZIO SOARES

Figura 02: Multiplicação de sementes de feijão-caupi (*V. unguiculata*) em telado fechado para a realização dos ensaios. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, Brasil.

Para a obtenção da quantidade adequada, os insetos *Callosobruchus maculatus* foram multiplicados em frascos de vidro com capacidade para 5L tampados com papel para permitir a troca gasosa e para a proteção contra agentes etiológicos externos (Figura 03). No seu interior foram depositadas e infestadas sementes de feijão-caupi da cultivar BRS-GUARIBA, oriundas da Embrapa Meio-Norte. Como medida preventiva contra o aparecimento de espécies atípicas na massa de sementes e para garantir uma emergência homogênea dos insetos, antes da infestação, as sementes foram submetidas a uma temperatura de aproximadamente -3 °C por um período de 20 dias em um freezer. Após essa etapa,

foi feita a infestação colocando-se, em média, cinco insetos por grama de semente (Figura 03).

A criação foi mantida em condições ambientais de laboratório de modo que, não foi possível o controle das variáveis climáticas temperaturas e a umidade relativa.

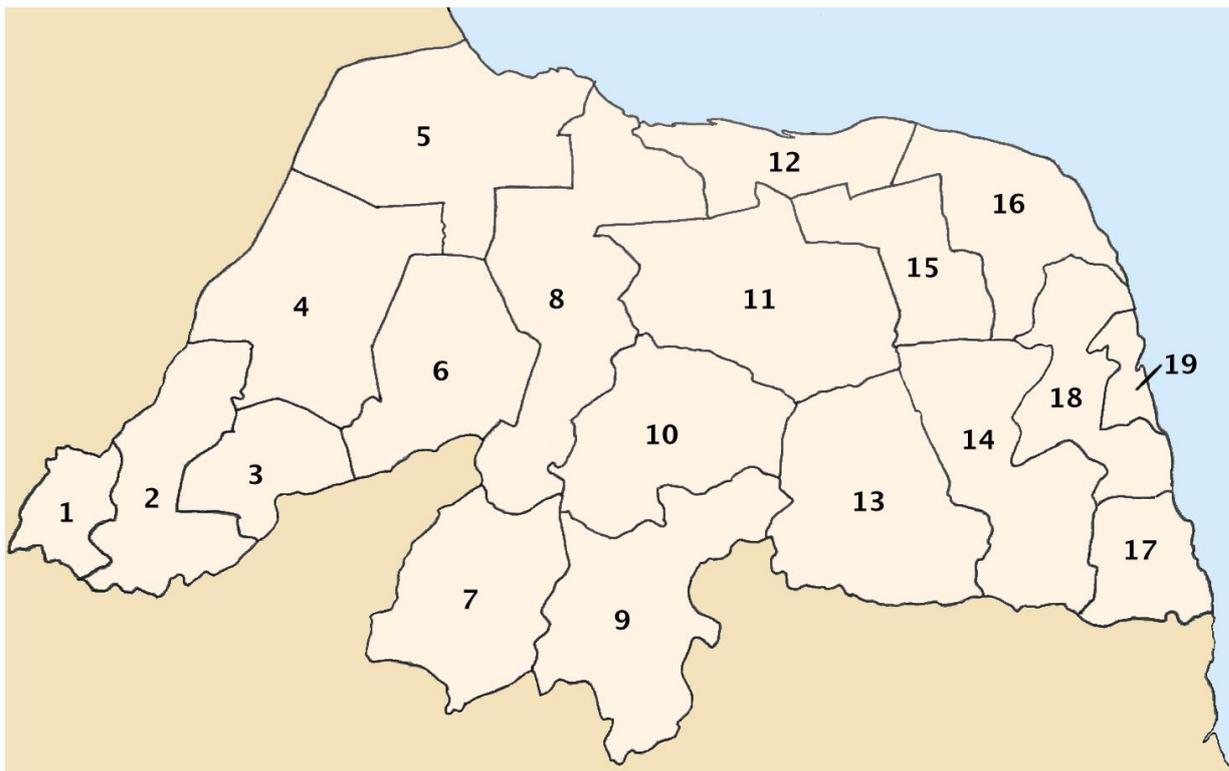


FOTO: Lizio Soares

Figura 03: Criação de *Callosobruchus maculatus* ((Fabr.)) no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil.

#### Metodologia do Ensaio-1:

Este Ensaio iniciou-se no mês de outubro de 2011 com a multiplicação das sementes nos telados da Embrapa Meio-Norte. A relação das cultivares e linhagens de Feijão-caupi avaliadas e a procedência das mesmas constam na Tabela 01 e na Figura 04 para as cultivares crioulas.



Fonte: IBGE, 2008.

Figura 04. Mapa com as Microrregiões Homogêneas do Estado do Rio Grande do Norte e Brasil.

Legenda:

<b>1- Serra São Miguel;</b>	<b>10- Serra Santana;</b>
<b>2- Pau dos Ferros;</b>	<b>11- Angicos;</b>
<b>3-Umarizal;</b>	<b>12- Macau;</b>
<b>4- Chapada do Apodi;</b>	<b>13- Borborema Potiguar;</b>
<b>5- Mossoró;</b>	<b>14- Agreste Potiguar;</b>
<b>6- Médio Oeste;</b>	<b>15- Baixa Verde Potiguar</b>
<b>7- Seridó Ocidental;</b>	<b>16- Litoral Nordeste;</b>
<b>8- Vale do Açu;</b>	<b>17- Litoral Sul;</b>
<b>9- Seridó Oriental;</b>	<b>18- Macaíba;</b>
	<b>19- Natal</b>

Tabela 1. Cultivares e linhagens de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e respectivas procedências.

Código da amostra	Nome da cultivar/ linhagem	Procedência	
		Microrregião	Município
AM-24-2	Chifre de Carneiro	1-Serra do Mel	São Miguel
AM36-1	Sempre Verde	1-Serra do Mel	Coronel João Pessoa
AM36-2	Sempre Verde	1-Serra do Mel	Coronel João Pessoa
AM-57-1	Sempre Verde	1-Serra do Mel	Encanto
AM-57-2-1	Costela de Vaca	1-Serra do Mel	Encanto
AM-20-1	Costela de Vaca	2 - Pau dos Ferros	Itaú
AM-21-1	Sempre Verde	2 - Pau dos Ferros	Severino Melo
AM-21-2	Sempre Verde	2 - Pau dos Ferros	Severino Melo
AM-27-1	Cituba	2 - Pau dos Ferros	José da Penha
AM-34-1	Sempre Verde	2 - Pau dos Ferros	Marcelino Vieira
AM-44-2	Costela de Vaca	2 - Pau dos Ferros	Alexandria
AM-44-4	Costela de Vaca	2 - Pau dos Ferros	Alexandria
AM-50-1	Canapum	2 - Pau dos Ferros	Pilões
AM-50-2	Canapum	2 - Pau dos Ferros	Pilões
AM-52-2	Macassa	2 - Pau dos Ferros	Tenente Ananias
AM-27-2	Cituba	2 - Pau dos Ferros	José da Penha
AM-29-1	Costela de Vaca	3 – Umarizal	Umarizal
AM-41-3	Canapum	3 – Umarizal	Martins
AM- 22-1	Costela de Vaca	4 - Chapada do Apodi	Felipe Guerra
AM-38-1	Canapum	4 - Chapada do Apodi	Caraúbas
AM-61-1	Costela de Vaca	5 – Mossoró	Apodi
AM-31-1	Lizão	5 – Mossoró	Upanema
AM-31-3	Lizão	5 – Mossoró	Upanema
AM-32-1	Sempre Verde	5 – Mossoró	Campo Grande
AM-32-2	Sempre Verde	5 – Mossoró	Campo Grande
AM-32-4	Sempre Verde	5 – Mossoró	Campo Grande
AM-59-3	Lizão	5 – Mossoró	Mossoró
AM-30-1	Sempre Verde	7 - Seridó Ocidental	Açu
AM-30-3	Sempre Verde	7 - Seridó Ocidental	Açu
AM-55-1	Pazão	7 - Seridó Ocidental	Carnaubais
AM-52-1	Do Leico	9 - Seridó Oriental	Carnaubais dos Dantas
AM-33-1	Lizão	10 - Serra da Santana	Sanatana dos Matos
AM-54-1	Vermelho	11 – Angicos	Angicos
AM-10-1	Chico Carneiro Tordinho	11 – Angicos	Jardim dos Angicos
AM-63-3	Lizão Carioquinha ou Lizão	12- Macau	Macau
AM-63-1	Lizão Carioquinha ou Lizão	12- Macau	Macau
AM-42-1	Branco	13 - Borborema Potiguar	João Câmara
AM-42-2	Branco	13 - Borborema Potiguar	João Câmara
AM-37-1	Macassa	15 - Baixa Verde Potiguar	São Gonçalo do Amaranto
AM-37-3-1	Macassa	15 - Baixa Verde Potiguar	São Gonçalo do Amaranto
AM-64-2	João Vieira	15 - Baixa Verde Potiguar	Macaíba

continua

continuação

Código da amostra	Nome da cultivar/ linhagem	Procedência	
		Microrregião	Município
AM-7-2	Da Joana	17 - Litoral Sul	Pedro Velho
AM-1-1	Quarentinha	18 – Macaíba	Nova Cruz
AM-2-2	Riso do Ouro do V. Rocha	18 – Macaíba	Lagoa D'Anta
AM-8-1	Quarentinha	18 – Macaíba	Santo Antônio
AM-9-1	Riso do Ano Zé Vieira	18 – Macaíba	Ceará-Mirim
AM-12-1	Branco/Dorminhoco	18 – Macaíba	Passa e Fica
AM-12-2	Branco/Dorminhoco	18 – Macaíba	Passa e Fica
AM-18-1	Branco	18 – Macaíba	São Paulo do Potengi
AM-19-1	Quarenta e Cinco Dias	18 – Macaíba	Lagoa de Pedra
AM-25-2	Boa Saúde de Minoco	18 – Macaíba	Boa Saúde de Minoco
AM-53-3	Macassa	18 – Macaíba	Lagoa Salgada
AM-60-1	Lizão	18 – Macaíba	Serra Caiada Campina
AM-60-2	Lizão	18 – Macaíba	Serra Caiada Campina
AM-73-1-1	Campina Chico Joaquim	18 – Macaíba	Campo Redondo
AM-74-1	Dorminhoco Chico Joaquim	18 – Macaíba	Brejinho
AM-11-2	Chico Joaquim	18 – Macaíba	Nova Cruz
AM-74-4	Dorminhoco Chico Joaquim	18 – Macaíba	Brejinho
AM-74-2-1	Dorminhoco Chico Joaquim	18 – Macaíba	Brejinho
AM-11-2	Chico Joaquim	18 – Macaíba	Monte Alegre
AM-1-2	Quarentinha	18 – Macaíba	Nova Cruz
AM-2-1	Riso do Ouro do V. Rocha	18 – Macaíba	Lagoa D'Anta
AM-3-1	Manteiga	18 – Macaíba	São Tomé
AM-4-2	Branco	18 – Macaíba	Senador Eldi de Sousa
AM-16-1	Manteiguinha	18 – Macaíba	Jaçaná
AM-45-2-1	Dorminhoco	18 – Macaíba	São José Campestre
AM-48-1	João Viena	18 – Macaíba	Tangará
AM-71-1-1	Costela de Vaca	18 – Macaíba	Japi
AM-72-4	Pau Ferro	18 – Macaíba	Campo Redondo
AM-13-1	Branco	18 – Macaíba	São Bento do Trairí
<b>CULTIVAR MELHORADA</b>		<b>PROCEDÊNCIA</b>	
Vita-3		Internacional Institute of Tropical Agriculture	
<b>LINHAGEM</b>		<b>PROCEDÊNCIA</b>	
IT81D-1053		International Institute of Tropical Agriculture	
IT81D-1045-SE		International Institute of Tropical Agriculture	
IT81D-1045-SP		International Institute of Tropical Agriculture	

Após as colheitas, as sementes foram selecionadas, retirando-se os grãos com defeitos e resfriadas em freezer a uma temperatura de -3 °C por um período de vinte dias, a fim de eliminar-se a presença de insetos provindos de uma infestação

em campo. Após um período de repouso de 48 dias, os grãos foram pesados em balança digital para formar as parcelas de 10 g que foram depositadas em recipientes plásticos com volume de 50 cm<sup>3</sup> (Figura 05). O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com 74 tratamentos e três repetições. A unidade experimental foi composta por 10 g de sementes de cada genótipo de feijão-caupi e que foi infestada com dez *C. maculatus* com 48 horas de idade, que permaneceram confinados por oito dias, de acordo com Costa e Boiça, Júnior (2004).



FOTO: LIZIO SOARES

Figura 05: Recipientes plásticos contendo 10 g de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a serem infestada com o *C. maculatus* (Fabr.). Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil, 2011.

Variáveis avaliadas:

1. Oviposição: os insetos advindos dos recipientes de multiplicação com até 48 horas de idade, foram colocados em refrigerador em baixa temperatura para

diminuir a mobilidade e permitir uma melhor manipulação. Foram retirados das sementes com auxílio de uma peneira com crivo de 0,4 mm<sup>2</sup>. Aleatoriamente foram retirados dez indivíduos e colocados juntos aos dez gramas de sementes para a determinação das variáveis em estudo (Figura 05). Os insetos permaneceram confinados por um período de oito dias (Figura 06) e depois peneirados das sementes. A contagem dos ovos deu-se a partir do décimo dia da infestação, possibilitando, desse modo, a distinção mais segura, com o auxílio de uma lupa com aumentode 12x, fazendo-se a distinção dos ovos viáveis (de coloração branca firme) e inviáveis (de coloração hialina) (DA MATA; BOIÇA JÚNIOR, 2004). Representa somatório da quantidade dos ovos aderidos no tegumento das sementes.

**Número de Insetos Emergidos:** Para a obtenção dessa variável logo após o início da emergência dos insetos, todos os indivíduos foram separados das sementes, através de peneiramento, para o interior de um recipiente plástico com uma lâmina de solução de álcool a 70%, sacrificando-os. Após a contagem, todos os indivíduos foram depositados em recipiente plástico etiquetado com a mesma identificação de origem, contendo conservante à base de álcool a 70%. Este procedimento foi mantido até o momento da finalização da emergência de todos os insetos em todo o ensaio.

**Peso Médio dos Insetos (g):** razão entre o peso total de insetos e o número total de insetos emergidos. Foi determinado através da pesagem da massa de insetos depositada nos recipientes com conservante durante a fase de contagem do número de insetos emergidos. Como o peso do conservante poderia interferir no peso do inseto, fez-se a pesagem do peso seco dos mesmos. Para isto, a princípio, drenou-se o excesso de conteúdo do conservante de todos os frascos. Em seguida, a massa de insetos foi exposta em condição ambiente para a secagem por 48 horas, protegida por uma manta de tecido tipo tule (Figura 07), cuja malha apresentava orifícios com diâmetro inferior ao do corpo do *C. maculatus* para evitar que porventura algum que estivesse vagando no interior do recinto pudesse juntar-se à massa dos insetos que seria pesada, e com isso, alterar a originalidade dos resultados. De posse do número total dos insetos emergidos e da sua massa total obteve-se o peso médio.

**Ciclo Biológico:** somatório dos dias transcorridos a partir da infestação das parcelas até o dia da emergência do último *C. maculatus* (Fabr.). Representa o tempo de vida gasto entre fase de ovo até a fase adulta.

Para as análises estatísticas dos resultados utilizou-se o software SISVAR 3.1 com o Teste Scott-Knott a 5% de significância. O teste em laboratório foi do tipo sem sanche de escolha para o inseto. O procedimento para a criação dos insetos e as condições ambientes do Laboratório fora mantidos idênticos nos dois ensaios.

#### Metodologia do Ensaio 2:

Para esse ensaio, selecionaram-se os vinte melhores genótipos e linhagens do Ensaio-1 que também foram multiplicadas em telados. O delineamento estatístico, o teste analítico, as parcelas e os procedimentos preliminares em laboratório foram os mesmos descritos para o primeiro ensaio. Foram avaliados 23 tratamentos (17 cultivares crioulas e 3 cultivares melhoradas) com seis repetições. As cultivares e linhagens selecionadas constam na Tabela 2:

Tabela 2: Genótipos de feijão-caupi *V. unguiculata* (L.) Walp. selecionados no ensaio1 para serem comparadas de acordo com o nível de resistência no ensaio 2 .

• AM-25-Boa Saúde de Minoco <sup>1</sup>	• BR-17-Gurguéia <sup>3</sup>
• AM12-2-Branco/Dorminhoco <sup>1</sup>	• AM-13-1-Branco <sup>1</sup>
• BRS-Guariba <sup>2</sup>	• BRS-Itaim <sup>3</sup>
• AM-38-1-Canapum <sup>1</sup>	• AM-41-3-Canapum <sup>1</sup>
• AM-20-1-Costela de Vaca <sup>1</sup>	• AM-61-1-Costela de Vaca <sup>1</sup>
• AM-74-1- Dorminhoco Chico Joaquim <sup>1</sup>	• IT81-D-1045-SE <sup>2</sup>
• AM-63-1-Lizão Carioquinha ou Lizão <sup>1</sup>	• IT81-D-1053 <sup>2</sup>
• AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão <sup>1</sup>	• IT81-D-1045-SP <sup>2</sup>
• AM-3-1-Manteiga <sup>1</sup>	• AM-16-1-Manteiguinha <sup>1</sup>
• AM-1-2-Quarentinha <sup>1</sup>	• AM-9-1-Riso do Ano Zé Vieira <sup>1</sup>
• AM-2-1-Riso do Ouro do V. Rocha <sup>2</sup>	• AM-30-1-Sempre Verde <sup>1</sup>
• AM-54-1-Vermelho <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> = cultivar crioula; <sup>2</sup> = linhagem; <sup>3</sup> = cultivar melhorada.

As variáveis avaliadas foram: oviposição, insetos emergidos, ciclo biológico, peso médio seco do inseto – já descritos no Ensaio-1 -, consumo de biomassa e longevidade dos insetos.

Consumo de biomassa (%): determinada pela diferença entre a massa seca inicial (alíquotas) e a massa seca final das sementes (pós-infestação), após

secagem em estufa a uma temperatura de 60 °C por 48 horas. A pesagem foi feita em balança de precisão. Os resultados foram obtidos através da equação:

$$C.B. = [(M.S.IN - M.S. F.) / M.S.IN.] * 100 \text{ (Cajazeira, 2000), onde:}$$

C.B. = consumo de biomassa;

M.S. IN. = massa seca inicial.

M.S. F. = massa seca final;

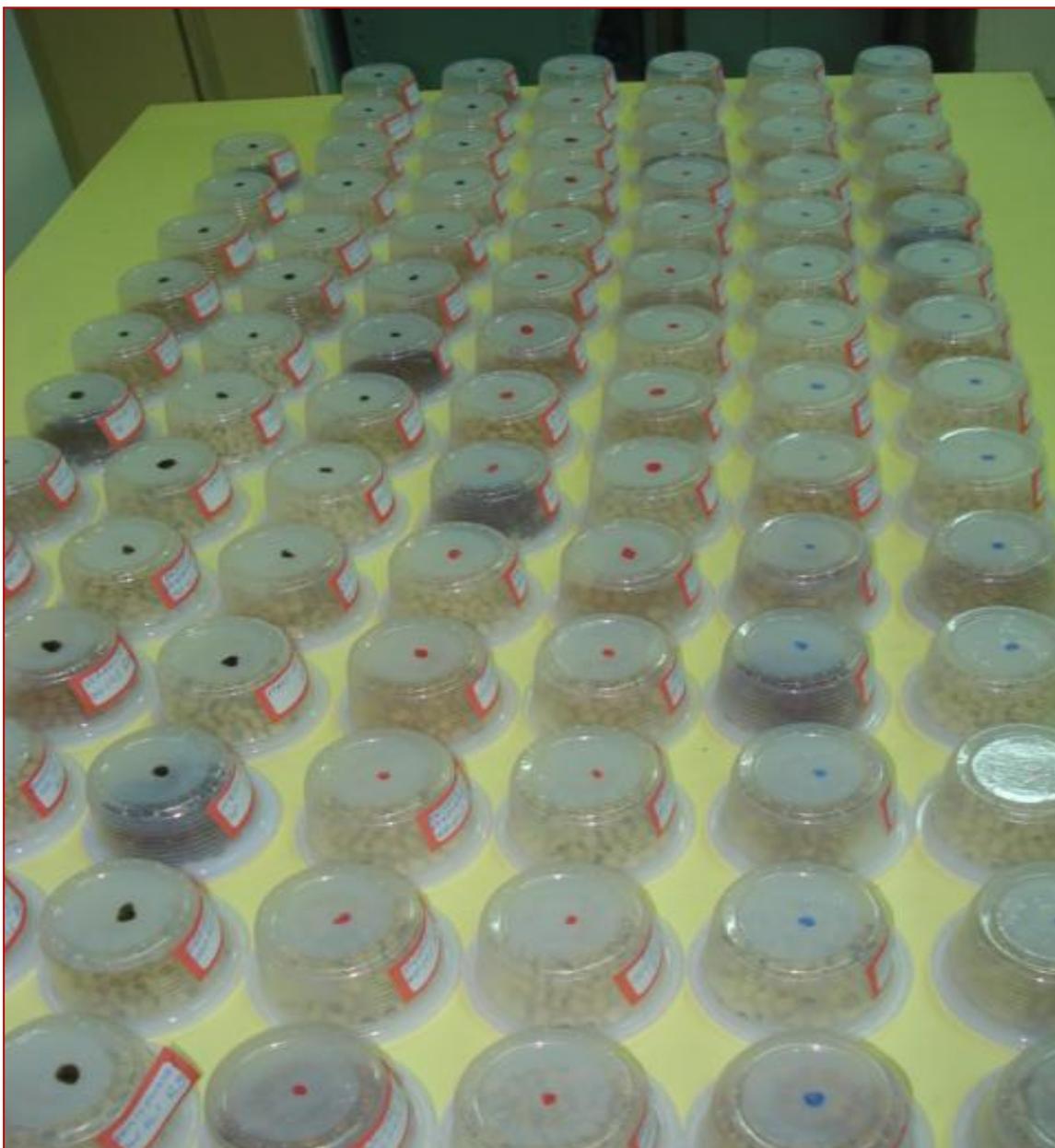


FOTO: LIZIO SOARES

Figura 06: Parcelas experimentais constituídas por 10g de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em recipientes plásticos utilizados em ensaios para avaliação da resistência de genótipos ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr.).

Longevidade dos Insetos Adultos (dia): média aritmética simples entre o somatório dos dias da morte do primeiro inseto e o somatório dos dias da morte do último inseto de um total de 10 insetos por parcela. Para esta variável, separam-se das parcelas dez insetos de mesma idade, os quais foram postos em recipientes plásticos com a mesma etiquetagem de origem. A partir de então, foram feitas observações diárias registrando-se a quantidade de dias em que morreu o primeiro inseto, até a morte do décimo.

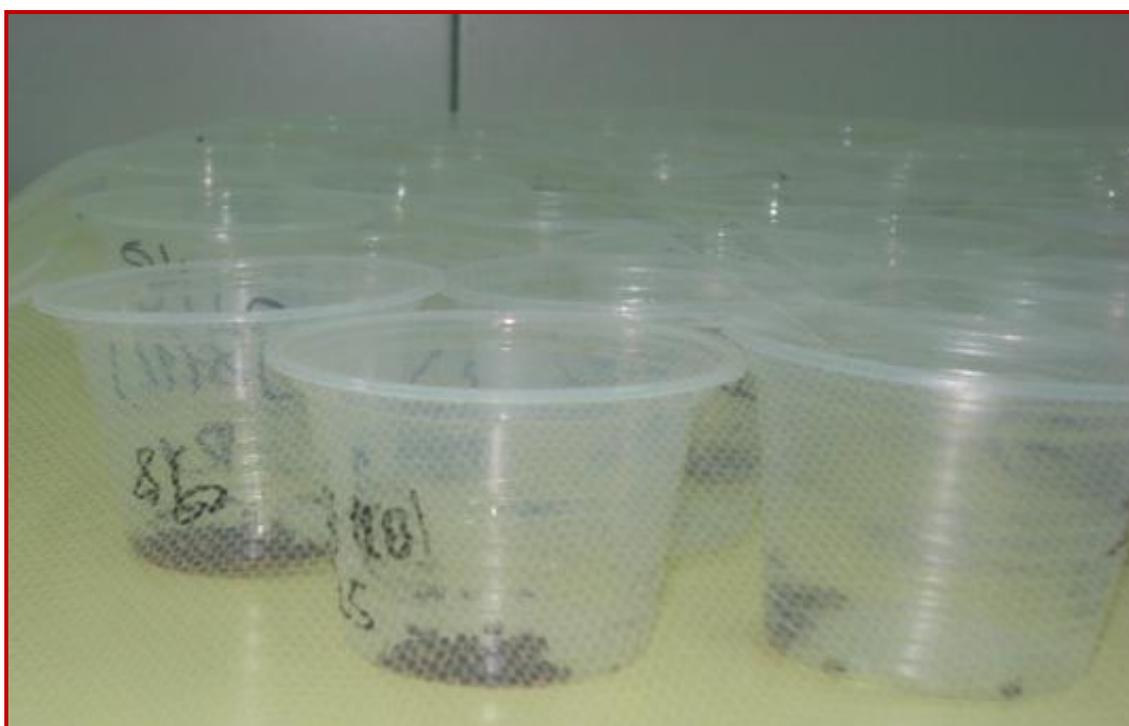


FOTO: LIZIO SOARES

Figura 07: Recipientes plásticos protegidos por tule contendo *Callosobruchus maculatus* para secagem ao ar no Laboratório de Entomologia, UFPI, Teresina-PI, Brasil, 2011.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### Ensaio1

Os resultados do Ensaio-1 são apresentados na Tabela 3 e na Figura 8. Constata-se que há diferença significativa entre os genótipos para todas as variáveis. Na variável oviposição, a média geral foi de 12,24 ovos. O genótipo AM-16-1-Manteiguinha foi o menos ovipositado com 6,8 ovos. Os genótipos AM-71-1-1-Costela de Vaca (16,41 ovos) e a linhagem IT81-D-1045-SP (15,86 ovos) foram os

mais preferidos para oviposição. Resultado semelhante foi obtido por Silva (2010) para a linhagem IT81-D-1045, o qual apresentou elevada oviposição, com 51,6 ovos por parcela.

Para a variável emergência de insetos a média geral foi de 8,8 insetos emergidos, com uma variação de 10,31. As linhagens IT81-D-1053 e a IT81-D-1045-SE apresentaram o menor número de insetos emergidos, dentre os genótipos avaliados, com apenas 2,66 e 3,42 insetos emergidos, respectivamente. Dentre as cultivares crioulas, verificou-se que a AM-12-2-Branco/dorminhoco (3,55 insetos emergidos) e a AM-16-1-Manteiguinha (5,04 insetos emergidos) não diferiram estatisticamente das linhagens anteriores, apresentando antibiose (Tabela 3). Da Costa e Boiça Júnior (2004) verificaram que o genótipo Canapu apresentou menos antibiose ao caruncho, com 12,7 insetos emergidos. Consideram ainda a variável emergência de insetos um forte indicador de atributos de resistência em sementes de feijão-caupi ao *C. maculatus* por antibiose.

Para o peso seco médio dos insetos emergidos, as cultivares crioulas AM-61-1-Costela de Vaca e AM-61-3-Lizão Carioquinha ou Lizão tiveram os menores pesos secos médios com 1,751 mg e 2,205 mg, respectivamente. Estatisticamente semelhantes às linhagens resistentes IT81-D-1053 (2,319 mg) e IT81-D-1045-SE (2,353 mg). O maior peso seco médio foi registrado na cultivar crioula AM-44-2-Costela de vaca (3,801 mg). O peso seco médio do inseto adulto representa uma variável que expressa forte indício de resistência da semente de feijão-caupi aos predadores, partindo do princípio de que insetos subnutridos ocorrem devido à ação de inibidores de proteinases que levam a uma deficiência protéica e consequente subnutrição dos insetos, de acordo com Silva-Filho e Falco (2012).

Nas linhagens testadas, a variável ciclo biológico foi mais longa nas linhagens resistentes IT81-D-1045-SE (47,3 dias), IT81-D-1045-SP (47,0 dias) e IT81-D-1053 (46,3 dias e Tabela 4). Dentre as cultivares, a cultivar crioula AM-41-3-Canapum apresentou o maior ciclo biológico com 41,3 dias, seguida das cultivares AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão, AM-20-1-Costela de Vaca, ambas com 39,7 dias e da AM-Lizão Carioquinha ou Lizão (39,0 dias). O menor ciclo biológico foi constatado na cultivar AM-3-1-Manteiga (31,7 dias). Marsaro Júnior e Vilarinho (2011) verificaram que o ciclo biológico do caruncho *C. maculatus* em cultivares de feijão-caupi variou

entre 24,20 e 27,39 dias em condições ambientes de laboratório semelhantes às utilizados nesta pesquisa.

Tabela 3: Valores médios de oviposição, insetos emergidos, peso seco médio e ciclo biológico de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. no Ensaio-1.

Cultivares e linhagens de feijão-caupi	Variáveis			
	Oviposição <sup>2</sup>	Insetos emergidos <sup>2</sup>	Peso seco médio (mg)	Ciclo biológico (dia)
AM-12-2-Boa Saúde de Minoco	11,74 a	10,20 b	2,896 a	38,7 b
AM-12-1-Branco/Dorminhoco	12,45	8,05 a	2,813 a	34,0 a
AM-12-2-Branco/Dorminhoco	9,80 a	3,55 a	2,616 a	32,0 a
AM-13-1-Branco	11,38 a	7,04 a	2,703 a	34,3 a
AM-18-1-Branco	10,12 a	7,84 a	2,517 a	32,3 a
AM-4-2-Branco	12,85 b	9,47 b	2,831 a	36,0 a
AM-42-1-Branco	8,95 a	7,01 a	2,910 a	38,0 b
AM-42-2-Branco	10,47 a	7,23 a	2,811 a	35,3 a
AM-73-1-1-Campina ou Chico Joaquim	14,68 b	11,24 b	2,790 a	32,7 a
AM-38-1-Canapum	14,14 b	10,49 b	2,728 a	40,0 b
AM-41-3-Canapum	11,37 a	8,57 b	2,764 a	41,3 b
AM-50-1-Canapum	12,62 b	8,47 b	2,560 a	34,3 a
AM-50-2-Canapum	13,80 b	10,04 b	2,651 a	34,0 a
AM-10-1-Chico Carneiro Tordinho	14,55 b	11,86 b	2,754 a	35,0 a
AM-11-2-Chico Joaquim	13,31 b	9,63 b	2,797 a	33,0 a
AM-24-2-Chifre de Carneiro	11,98 a	8,06 a	2,676 a	36,0 a
AM-27-1-Cituba	11,65 a	9,83 b	3,053 a	32,7 a
AM-27-2-Cituba	14,68 b	12,51 b	2,977 a	36,0 a
AM-20-1-Costela de Vaca	13,22 b	9,69 b	2,977 a	39,7 b
AM-22-1-Costela de Vaca	14,38 b	11,47 b	2,969 a	34,3 a
AM-29-1-Costela de Vaca	14,69 b	12,52 b	2,918 a	35,3 a
AM-44-2-Costela de Vaca	8,84 a	6,99 a	3,801 b	36,0 a
AM-44-4-Costela de Vaca	13,89 b	10,71 b	2,799 a	36,7 a
AM-57-1-Costela de Vaca	15,36 b	11,35 b	2,810 a	34,7 a
AM-61-1-Costela de Vaca	13,27 b	7,59 a	1,751 a	36,3 a
AM-71-1-1-Costela de Vaca	16,41 b	11,18 b	2,870 a	37,0 a
AM-7-2-Da Joana	14,43 b	12,21 b	2,845 a	35,3 a
AM-52-1-1-Do Leico	14,77 b	12,88 b	2,661 a	34,7 a
AM-74-2-1-Dorminhoco Chico Joaquim	12,5 b	10,14 b	2,707 a	39,0 b
AM-74-4-Dorminhoco Chico Joaquim	10,85 a	9,48 b	2,515 a	34,0 a
AM-74-1-Dorminhoco	12,78 a	7,95 a	2,654 a	36,0 a
AM-45-2-1-Dorminhoco	12,12 a	8,96 b	2,689 a	37,0 a
IT 81 – D- 1045-SE	12,99 b	3,42 a	2,353 a	47,3 c
IT81 –D-1045-SP	15,89 b	5,31 b	2,553 a	47,0 c
IT81-D-1053	14,36 b	2,66 a	2,317 a	46,3 c
AM-48-1-João Viena	14,75 b	11,45 b	2,735 a	36,7 a
AM-64-2-João Vieira	13,71 b	10,10 b	2,738 a	35,7 a
AM-63-1-Lizão Carioquinha ou Lizão	9,65 a	6,97 a	2,572 a	39,0 b
AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão	13,60 b	9,36 b	2,205 a	39,7 b
AM-31-1-Lizão	10,46 a	7,18 a	2,816 a	33,3 a
AM-31-3-Lizão	13,36 b	10,24 b	2,712 a	34,0 a
AM-33-1-Lizão	9,96 a	8,58 b	2,756 a	35,7 a
AM-59-3-Lizão	11,30 a	9,53 b	2,701 a	34,0 a
AM-60-1-Lizão	12,06 a	9,39 b	2,565 a	38,3 b
AM-60-2-Lizão	13,78 b	9,39 b	2,957 a	36,3 a
AM-37-1-Macassa	9,46 a	8,04 a	2,621 a	35,7 a
AM-37-3-1-Macassa	12,43 b	8,21 a	2,319 a	33,0 a

AM-52-2-Macassa	10,49 a	8,73 b	2,823 a	38,7 b
AM-53-3-Macassa	11,68 a	7,08 a	2,809 a	35,0 a
AM-31-1-Manteiga	9,85 a	5,83 a	2,397a	31,7 a
AM-16-1-Manteiguinha	6,80 a	5,04 a	2,963 a	32,0 a
AM-72-4-Pau Ferro	12,54 b	9,78 b	2,944 a	35,3 a
AM-1-1-Quarentinha	10,33 a	9,35 b	2,674 a	34,0 a
AM-1-2-Quarentinha	15,38 b	8,71 b	2,545 a	36,0 a
AM-8-1-Quarentinha	13,41 b	10,15 b	2,669 a	34,0 a
AM-19-1-Quarenta e Cinco Dias	14,36 b	9,30 b	2,721 a	38,7 b
AM-9-1-Riso do Ano Zé Vieira	10,71 a	6,09 a	2,549 a	33,7 a
AM-2-1-Riso do ouro do V. Rocha	11,02 a	6,76 a	2,696 a	31,7 a
AM-2-2-Riso do Ouro V. Rocha	10,34 a	7,09 a	2,368 a	32,3 a
AM-21-1-Sempre Verde	11,99 a	9,48 b	2,750 a	36,7 a
AM-21-2-Sempre Verde	10,47 a	8,99 b	2,726 a	33,7 a
AM-30-1-Sempre Verde	11,93 a	8,95 b	2,770 a	35,0 a
AM-30-3-Sempre Verde	15,43 b	12,97 b	2,847 a	37,3 a
AM-32-1-Sempre Verde	11,59 a	8,66 b	2,736 a	34,7 a
AM-32-2-Sempre Verde	13,88 b	9,71 b	2,845 a	33,7 a
AM-32-4-Sempre Verde	8,94 a	7,29 a	2,607 a	34,0 a
AM-34-1-Sempre Verde	8,85 b	8,85 b	2,687 a	37,7 b
AM-36-1-Sempre Verde	13,09 b	11,64 b	2,732 a	32,3 a
AM-36-2-Sempre Verde	8,32 a	7,28 a	2,623 a	35,7 a
AM-54-1-Vermelho	8,30 a	6,03 a	2,883 a	34,0 a
Vita-3	12,50 b	10,84 b	2,795 a	38,0 b
Média geral	12,24	8,8	2,098	35,8
CV (%)	23,75	26,67	54,35	7,37
Desvio padrão	1,68	1,36	0,00089	1,53

(1). Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste Skott-Knott.

(2). Dados originais transformados em  $\sqrt{(x+1)}$ .

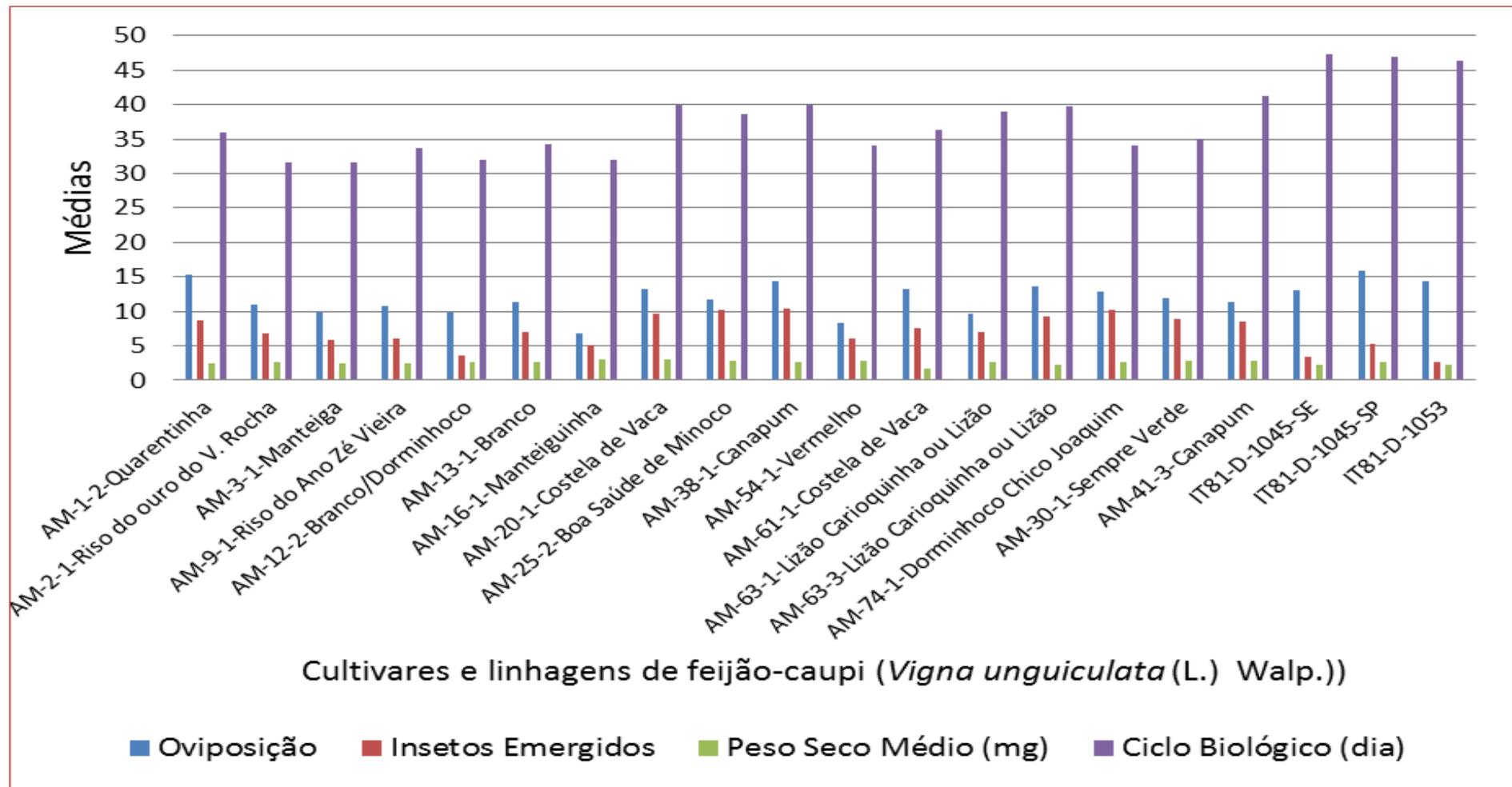


Figura 08: Comportamento das dezessete melhores cultivares crioulas e das três linhagens controles de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) ao ataque do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.)), Ensaio-1.

## Ensaio 2:

No Ensaio-2 as análises estatísticas também detectaram diferenças significativas para todas as variáveis avaliadas. Os valores médios oviposição, insetos emergidos, consumo de biomassa, peso seco médio e ciclo biológico, constam na Tabela 4 e na Figura 09.

Oviposição: esta variável está relacionada à resistência do tipo não-preferência. Observa-se diferença significativa entre os dados. A cultivar BRS-Itaim teve menor preferência para oviposição (10,37 ovos) e a mais preferida pelo *C. maculatus* foi cultivar crioula AM-9-1-Riso do Ano Zé Vieira (18,38 ovos). Dentre as cultivares crioulas, a que apresentou menor preferência para oviposição foi a AM-1-2-Quarentinha (12,43 ovos), contudo, esta não diferiu significativamente das linhagens controles, IT-D-1053 (12,81ovos), IT81-D-1045-SP (14,72 ovos) e IT-D-1045-SE (14,87 ovos). Não diferiu, também, das cultivares BRS-Itaim e BRS-Guariba (14,38 ovos) e teve menor preferência que a BR-17-Gurguéia (16,18 ovos). Por outro lado, de acordo com Barreto e Quinderé (2000), as cultivares e linhagens mais ovipositadas, nem sempre são as mais suscetíveis, pois fatores presentes nas sementes podem interferir no desenvolvimento larval do inseto, revelando resistência.

Tabela 4: Valores médios de ciclo biológico, insetos emergidos, consumo, longevidade e peso seco médio de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Ensaio-2.

Cultivares e linhagens de feijão-caupi	Variáveis					
	Ciclo biológico (dia)	Insetos emergidos <sup>2</sup>	Consumo <sup>3</sup> (%)	Longevidade (dia)	Peso seco médio (mg)	Oviposição <sup>2</sup>
IT81-D-1045-SP	46,6 a	3,27 a	8,6 a	6,8 a	1,8 b	14,72 a
IT81-D-1053	46,6 a	2,21 a	6,4 a	6,7 a	1,3 a	12,81 a
IT81-D-1045-SE	46,1 a	3,27 a	9,7 a	7,6 a	2,3 c	14,87 a
AM-38-1-Canapum	39,8 b	10,41 b	41,7 b	9,9 d	2,3 c	15,01 a
AM-63-1-Lizão Carioquinha ou Lizão	39,6 b	10,64 b	45,2 c	9,9 d	2,7 d	13,77 a
AM-74-1-Dorminhoco Chico Joaquim	39,5 b	12,05 c	47,0 c	8,3 c	2,6 d	16,02 b
AM-25-2-Boa Saúde de Minoco	39,1 b	11,82 c	48,1 c	10,7 d	2,7 d	16,34 b
AM-20-1-Costela de Vaca	38,8 b	9,70 b	45,7 c	9,5 c	2,8 d	14,04 a
AM-41-3-Canapum	37,1 c	8,78 b	47,1 c	10,6 d	2,3 c	13,84 a
AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão	36,8 c	8,75 b	38,8 b	9,2 c	2,2 c	12,78 a
AM-30-1-Sempre Verde	36,0c	11,32 c	43,3 b	8,9 c	2,5 c	14,73 a
AM-9-1-Riso do Ano Zé Vieira	35,5 c	13,96 c	52,2 c	9,0 c	2,3 c	18,38 b
AM-13-1-Branco	35,1 c	11,6 c	42,1 b	10,0 d	2,6 d	14,89 a
AM-12-2-Branco /Dorminhoco	34,8 c	12,25 c	52,2 c	9,9 d	2,6 d	16,02 b
AM-1-2-Quarentinha	34,8 c	8,70 b	37,6 b	8,2 b	2,7 d	12,43 a
BRS-Guariba	34,6 c	12,30 c	50,7 c	11,4 d	2,4 c	14,38 a
AM-54-1-Vermelho	34,3 c	12,31 c	46,5 c	9,4 c	2,7 d	16,45 b
BR-17-Gurguéia	34,1 c	10,15 b	37,5 b	10,0 d	2,6 d	16,18 b
AM-61-1-Costela de Vaca	34,0 c	13,22 c	55,0 c	10,0 d	2,8 d	18,11 b
AM-3-1-Manteiga	33,1 d	12,67 c	46,2 c	9,2 c	2,6 d	16,49 b

Continuação

Cultivares e linhagens de feijão-caupi	Variáveis					
	Ciclo biológico (dia)	Insetos emergidos <sup>2</sup>	Consumo <sup>3</sup> (%)	Longevidade (dia)	Peso seco médio (mg)	Oviposição <sup>2</sup>
AM-2-1-Riso do Ouro do V. Rocha	33,1 d	13,28 c	48,2 c	9,0 c	2,5 c	17,71 b
AM-16-1-Manteiguinha	32,8 d	11,83 c	47,9 c	10,1 d	2,4 b	14,97 a
BRS-Itaim	32,5 d	10,13 b	35,2 b	10,6 d	2,5 d	10,37 a
Média geral	37,28	10,18	40,49	9,43	2,7	15,01
CV(%)	4,9	24,28	22,06	10,2	14,98	19,56
Desvio Padrão	0,75	1,00	3,66	0,39	0,15	1,19

<sup>1</sup> = Médias seguidas da mesma letra, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

<sup>2</sup> = Dados transformados em  $\sqrt{(x+1)}$ ;

<sup>3</sup> = Dados transformados em  $\sqrt{\arcsen(x/100)}$ .

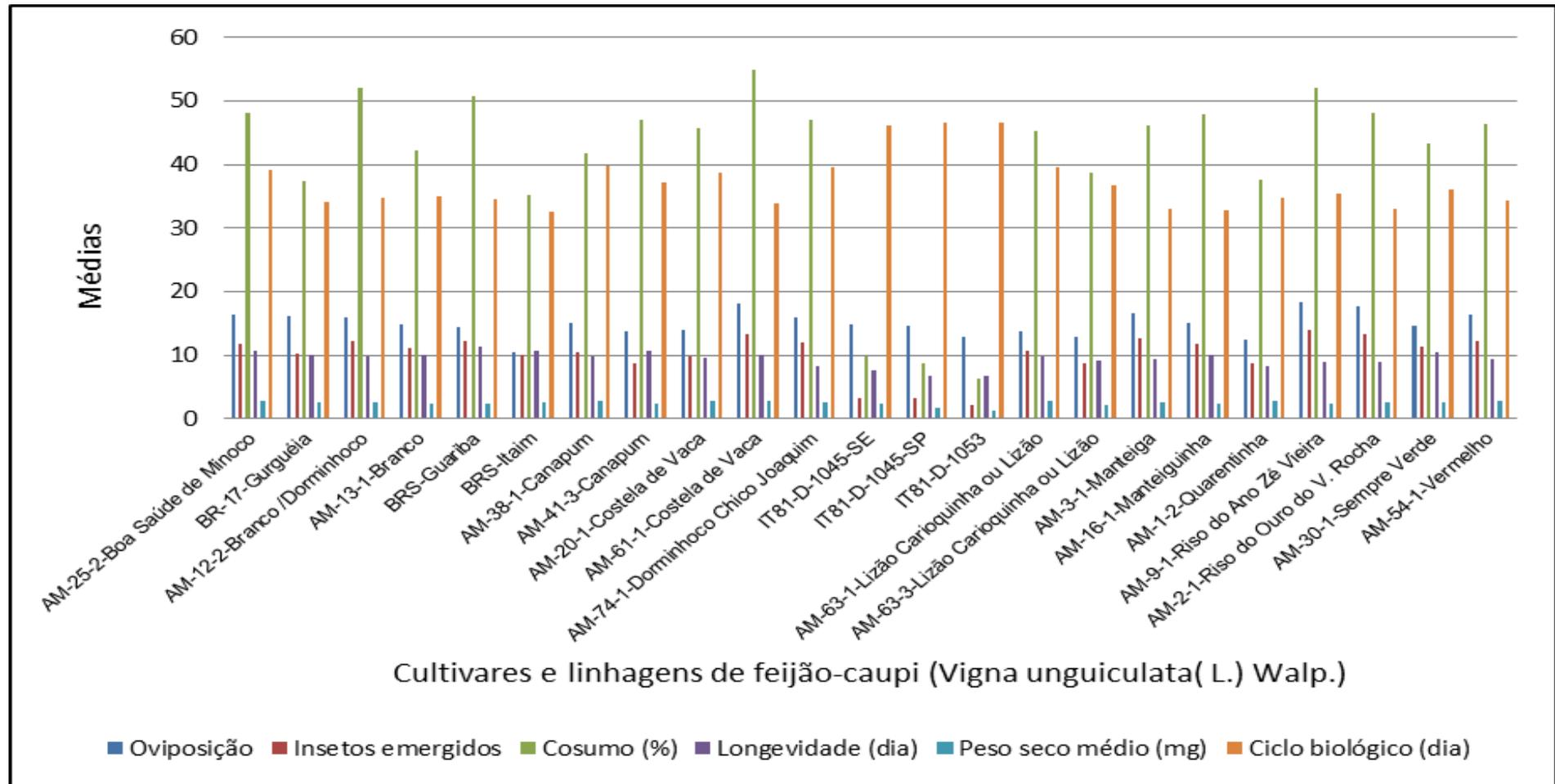


Figura 09: Comportamento de cultivares e linhagens de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.)Walp.) em resposta ao ataque do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.)), Ensaio-2.

Para o ciclo biológico do caruncho, os valores variaram de 46,6 dias a 32,5 dias, valores observados na linhagem controle IT81-D-1053 e BRS-Itaim, respectivamente (Tabela-03),. Das cultivares crioulas, cinco apresentaram resistência moderada: AM-38-1-Canapum (39,8), AM-63-1-Lizão Carioquinha ou Lizão (39,6), AM-74-1-Dorminhoco Chico Joaquim (39,5), AM-25-2-Boa saúde de Minoco (39,1) e AM-20-1-Costela de Vaca (38,8); nove com baixa resistência, variando de 37,1 a 34 dias e como susceptíveis, três cultivares: a AM-2-1-Riso do Ouro do V. Rocha, AM-3-1-Manteiga (ambas com 33,1) e AM-16-1-Manteiguinha (32,8). Observou-se diferença significativa e o teste Scott-Knott subdividiu as cultivares e as linhagens em quatro grupos. Esta variável é fundamental para análise de resistência do feijão-caupi ao caruncho. O alongamento do período da fase larval é devido à ação de inibidores de tripsina presente nas sementes ou grãos, provocando um estado de subnutrição na larva do inseto (Araújo; Watt, 1988 e Lima et. al., 2002).

Os dados também revelaram que, para esta variável, algumas cultivares crioulas mostraram-se superiores às cultivares melhoradas, e até mesmo, próximas das linhagens controles resistentes (Figura 10 e Tabela 4), fortalecendo a ideia da necessidade de realizarem-se pesquisas voltadas para o Melhoramento Genético, agregando atributos relevantes nestas cultivares. As cultivares comerciais não apresentaram resultados satisfatórios; dentre estas, a BRS-Guariba foi a que apresentou melhor desempenho, com ciclo de (34,6 dias) dias, porém, não diferiu estatisticamente da cultivar BR-17-Gurgéia (34,1). Contudo, Marsaro Júnior e Vilarinho (2011) observaram que o ciclo biológico de *C. maculatus* foi de 27,39 e 24,56 dias nas cultivares BR-17-Gurgéia e BRS-Guariba, respectivamente.

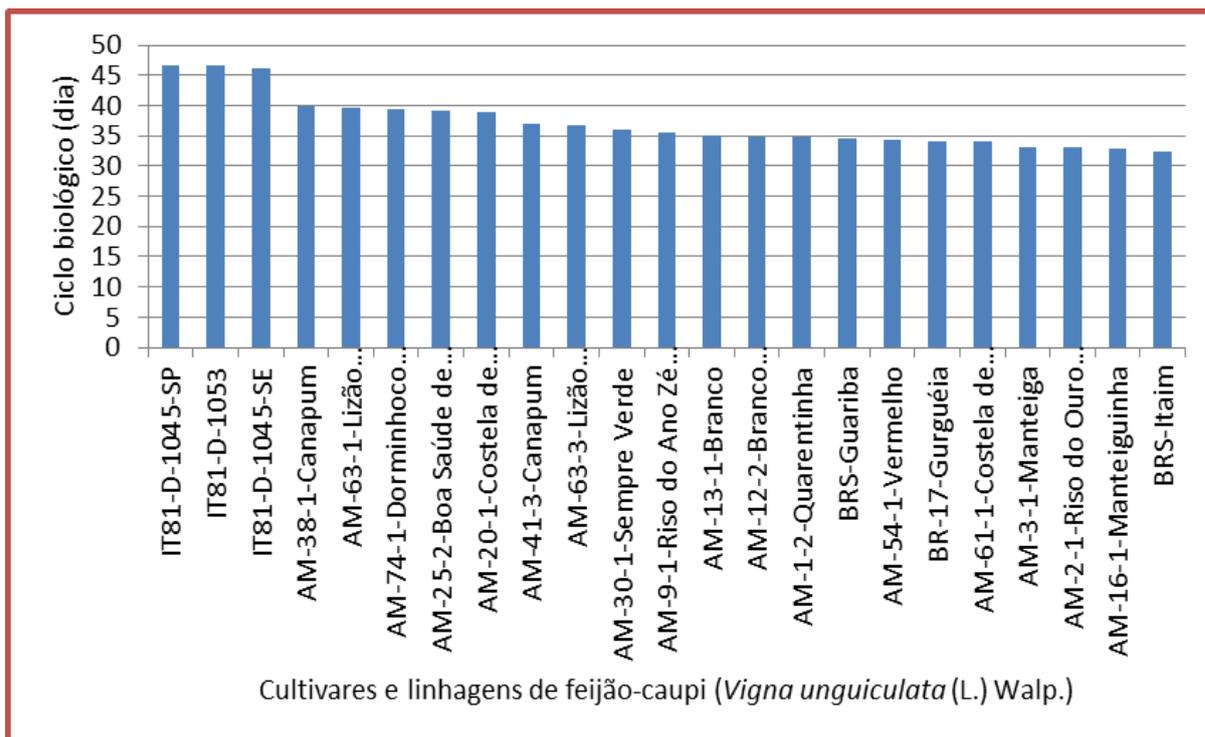


Figura 10: Ciclo biológico do caruncho (*Callosobruchus maculatus*. (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2.

Para o número de insetos emergidos, observa-se que os dados diferem significativamente entre si. Os valores extremos variaram de 2,21 a 13,96 (Tabela 4 e Figura 11). As linhagens controle apresentaram os melhores resultados em relação às demais cultivares em estudo, destacando-se a IT81-D1053, da qual emergiram 2,21 insetos, sendo considerada a mais resistente dentro do grupo linhagens controle. Resultado semelhante foi constatado por Cajazeiras (2000) – um dos pesquisadores pioneiros nesta área. Dentre as cultivares crioulas, a cultivar AM-1-2-Quarentinha foi a melhor, com 8,70 insetos emergidos, sendo considerada, com base nesta variável, portadora de resistência moderada ao caruncho (*C. maculatus* (Fabr.)) (Figura 11). A cultivar crioula AM-9-1-Riso do Ano Zé Vieira apresentou o maior valor (13,96) dentro do grupo de cultivares com baixa resistência. Esta constitui uma variável importante na determinação de resistência em vegetais do tipo antibiose, haja vista que a quantidade de insetos emergidos dos grãos ou das sementes está diretamente relacionada com a concentração de fatores inibidores de protease nos cotilédones (Silva-Filho e Falco, 2012).

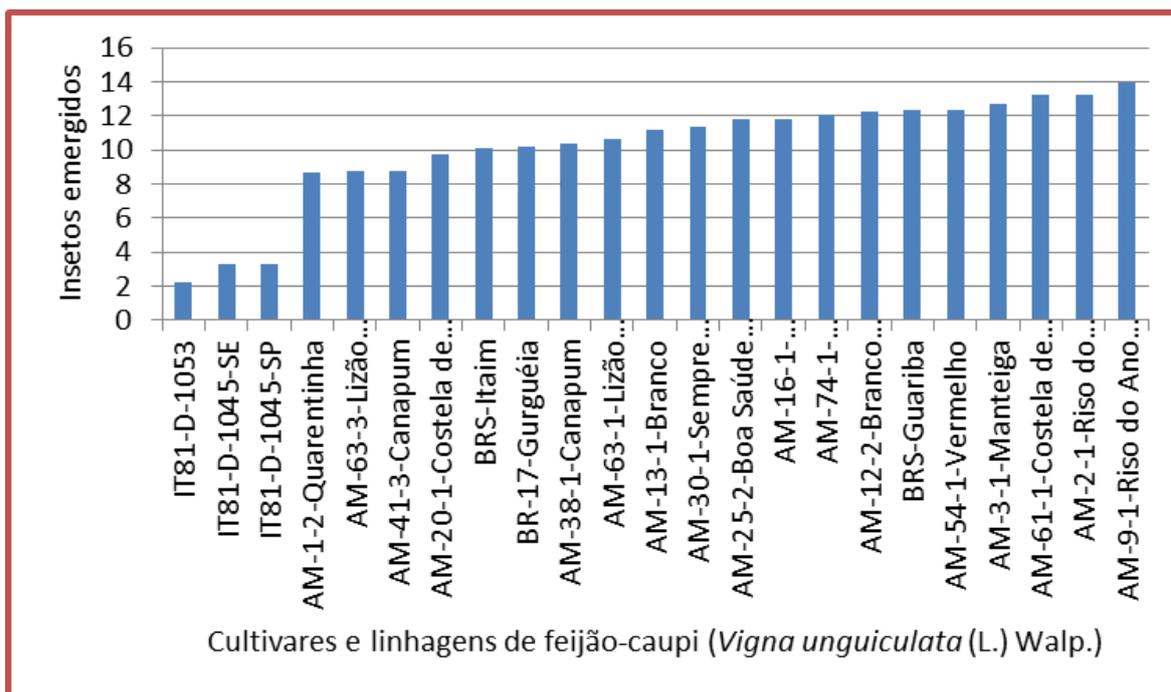


Figura 11: Números de insetos *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) emergidos em feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.), Ensaio-2.

Na continuidade da variável número de insetos emergidos, as cultivares comerciais BR-17-Gurguéia e a BRS-Itaim postaram-se num mesmo patamar estatístico de resistência moderada, com 10,12 e 10,15 insetos emergidos, respectivamente. Porém, a cultivar comercial BRS-Guariba exibiu baixa resistência (12,30), juntamente com a maioria das cultivares crioulas.

Analisando os valores relativos ao percentual do consumo de biomassa, (Tabela 4 e Figura 13), verifica-se diferença significativa que houve entre os tratamentos, com variação de 48,55%, com o valor mínimo de consumo sendo apresentado pela linhagem controle IT81-D-1053 (6,45%) e consumo máximo pela cultivar crioula AM-61-1-Costela de Vaca (55,0%). As linhagens controles foram as menos consumidas, apontadas como resistentes comparadas às demais cultivares crioula e cultivares comerciais. Ressalta-se ainda a existência de uma correlação linear positiva entre as variáveis insetos emergidos e consumo de biomassa (Figura 12). De acordo com Carvalho et al. (2011) materiais altamente consumidos revelam baixa presença de inibidores de crescimento, permitindo que a larva do inseto, após dar início ao processo de alimentação, o faça sem restrição até a fase adulta.

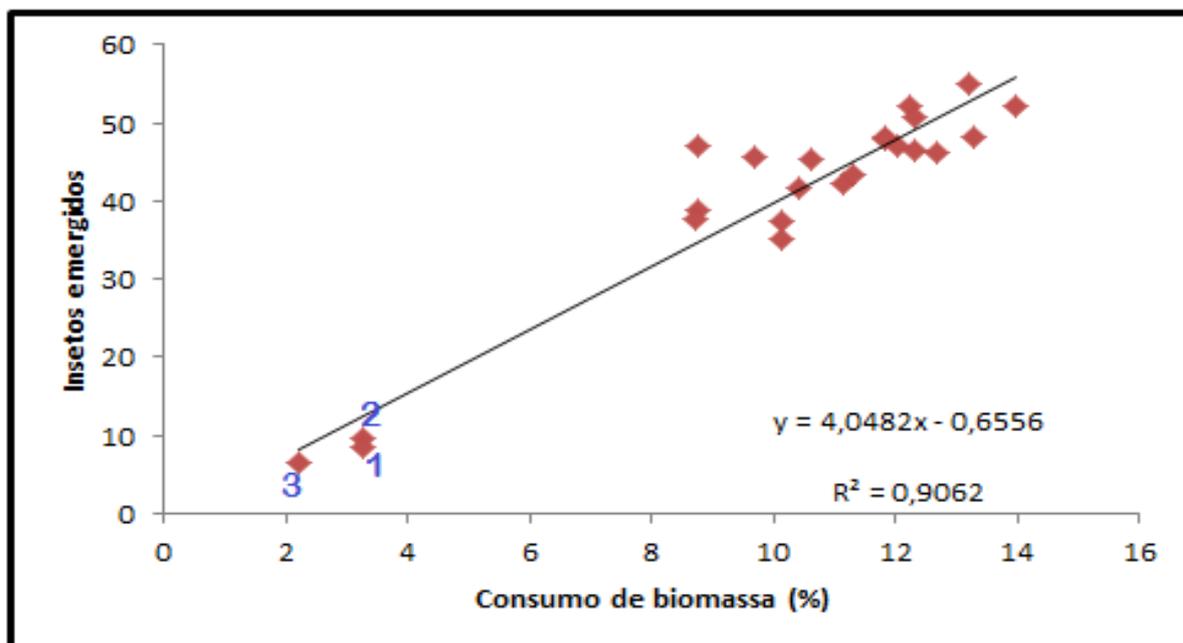


Figura 12: Correlação das médias das variáveis números de insetos *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) emergidos e o consumo de biomassa em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), Ensaio-2. Legenda: (1) = IT81D-1053; (2) = IT81-D-1045-SP; (3) = IT81-D-1045-SE.

As cultivares melhoradas BRS-Itaim e BR-17-Gurguéia estiveram dentro do grupo de resistência moderada, com perda de biomassa de 35,2% e 37,5%, respectivamente. Contudo, a cultivar BRS-Guariba compõe o grupo de baixa resistência (50,7%). Esses resultados foram diferentes dos observados por Marsaro Júnior & Vilarinho (2011) e Carvalho et. al. (2011) que detectaram baixo consumo de massa seca nessa pelo caruncho nessa cultivar. Essas cultivares supracitadas não diferiram estatisticamente das cultivares crioulas AM-63-3-Lizão Cariquinha ou Lizão (45,3%) e AM-30-1-Sempre Verde (43,3%), como mostra a Tabela 3. Pela magnitude dos danos provocados nos grãos e nas sementes, predominando valores acima de 40%, verificam-se fortes indícios de baixa concentração de inibidores nos cotilédones desses genótipos.

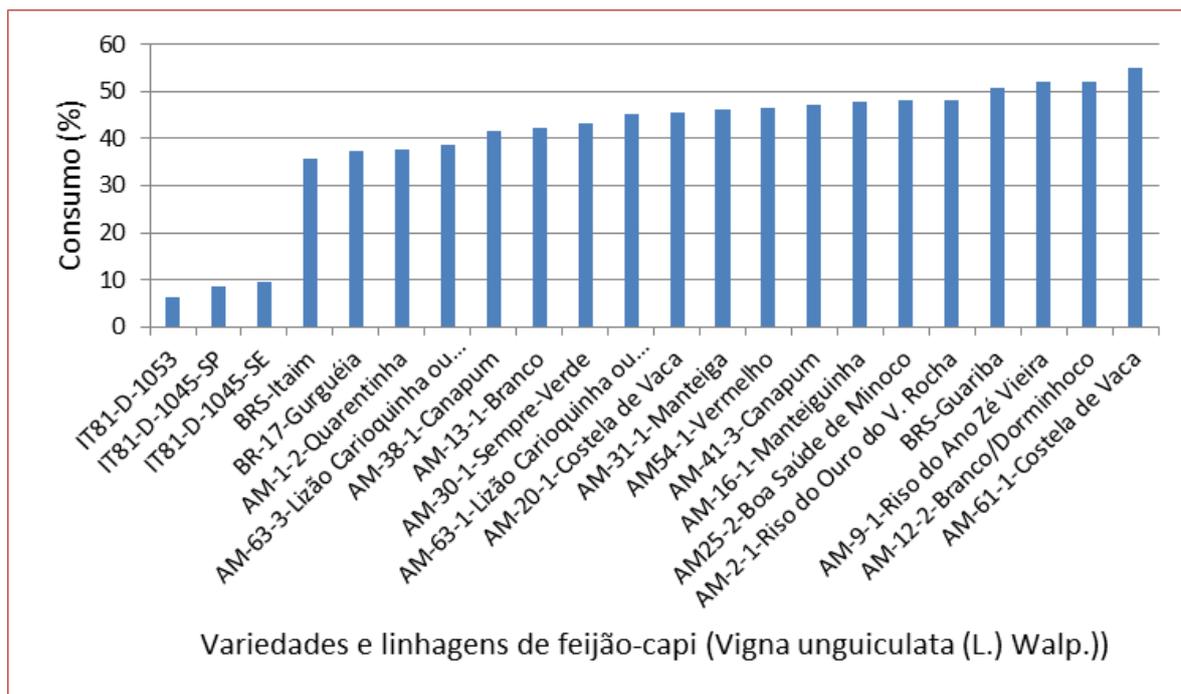


Figura 13: Consumo de biomassa pelo caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2.

Os dados de longevidade dos insetos são mostrados na Figura 14 e Tabela 4, na qual se observa que as linhagens controles IT81-D-1053 (6,6 dias), IT81-D-1045-SP (6,8 dias) e IT81-D-1045-SE (7,6 dias) e a cultivar crioula AM1-2-Quarentinha-1.2 (8,2 dias), reduziram a longevidade do caruncho. A cultivar melhorada BRS-Guariba, com média de consumo de biomassa de 57,0%, apresentou uma longevidade elevada de 11,4 dias. Fato análogo ocorreu com as cultivares crioulas AM-12-2-Boa Saúde de Minoco (10,7 dias), AM-41-1-Canapum (10,6 dias), AM-61-1-Costela de Vaca (10,0 dias), AM-63-1-Lizão Carioquinha ou Lizão (9,9 dias) e a AM-12-2-Branco/Dorminhoco (9,9 dias), consideradas suscetíveis.

A Figura 15 mostra a ocorrência de uma correlação direta da longevidade com o estado nutricional dos insetos, estabelecido durante a fase larval, haja vista que os adultos não se alimentam. Fato discrepante pode ser observado na cultivar comercial BRS-Itaim que apesar de apresentar uma média de consumo de biomassa reduzido (35,2%), mostrou longevidade alta (10,3 dias). Também na cultivar AM-74-1-Dorminhoco Chico Joaquim, ocorreu muita ingestão de biomassa pelos insetos (47,0 %), porém proporcionou uma longevidade baixa (8,8 dias). A presença de inibidores de protease na constituição dos cotilédones provoca um efeito deterrente que impede que o inseto continue a alimentar-se, acumulando, dessa forma pouca

reserva e comprometendo seu tempo de vida na fase adulta. Estudos realizados por Barbosa et.al. (1999), mostraram os efeitos da arcelina 2 (protease) em feijões silvestres (*Phaseolus vulgaris*) na redução a longevidade de *Zabrotes subfasciatus* Boh. 1833 (Bruquideo).

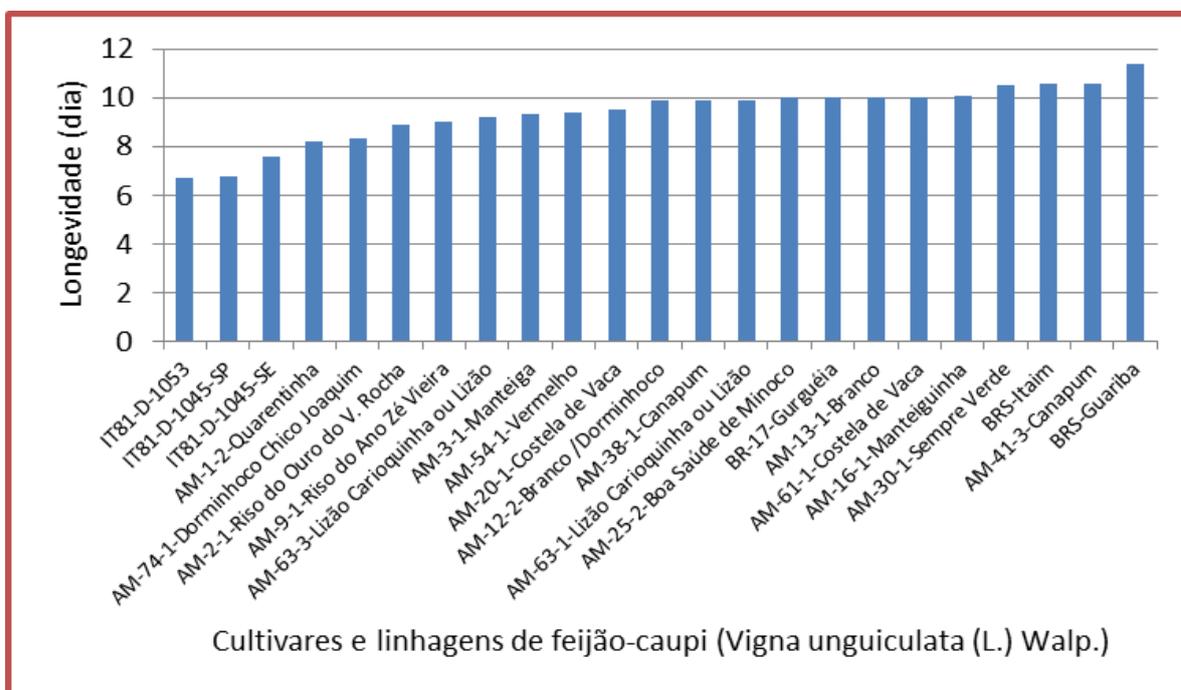


Figura 14: Longevidade (dia) do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2.

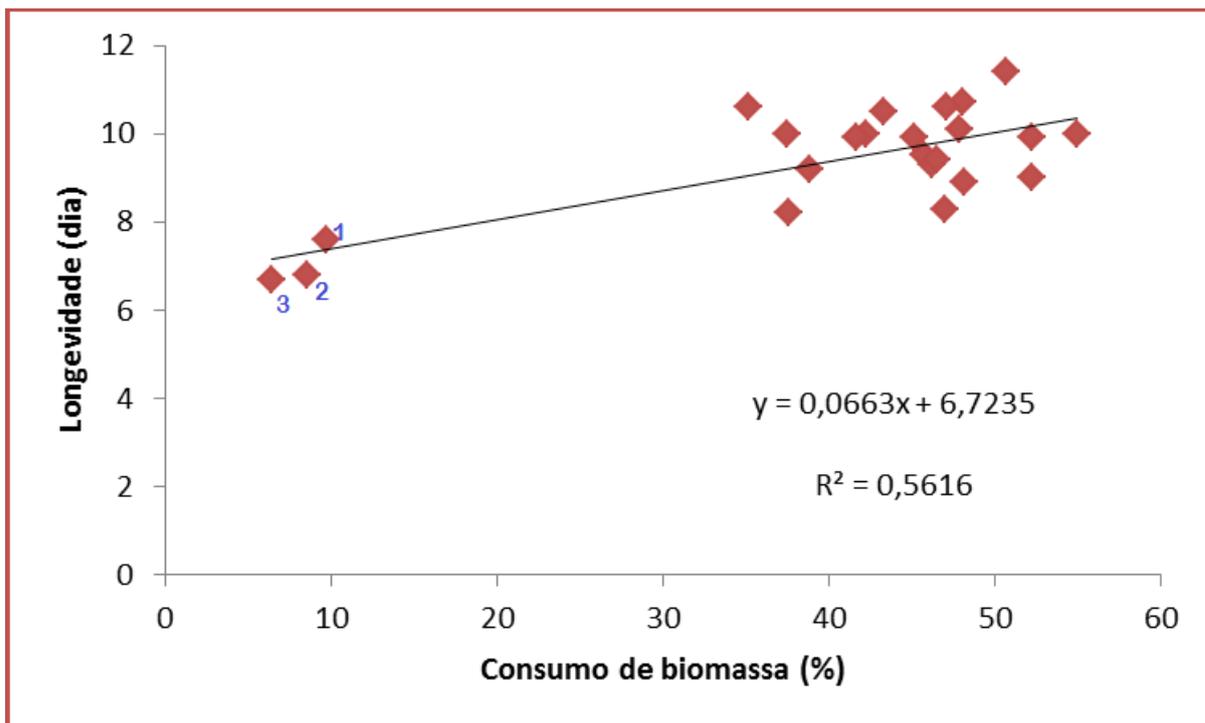


Figura 15: Correlação das médias da longevidade do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) e do consumo de biomassa de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2. Legenda: (1) IT81-D-1043-SE, (2) IT81-D-1043-SP, (3) IT81-D-1053.

Para os dados referentes ao peso seco médio dos insetos foram observadas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos (Tabela 4). A linhagem controle IT81-D-1053 teve a menor média de peso seco (1,3mg) seguida da linhagem IT81-D1045-SP, com 1,8 mg, considerada, com base nesta variável, com resistência moderada. Dentre as cultivares crioulas, a AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão apresentou melhor resultado (2,2 mg) em comparação às linhagens controle resistentes, equiparando-se estatisticamente à linhagem controle IT81-D-1045-SE (2,3 mg), como também, à cultivar melhorada BRS-Guariba (2,4 mg). Com relação às cultivares comerciais melhoradas, a BRS-Itaim (2,5 mg) e BR-17-Gurguéia (2,5 mg) foram consideradas suscetíveis, juntamente com a maioria das cultivar crioulas, para esta variável (Tabela 4).

O peso seco médio tem correlação com a quantidade de alimento consumida durante a fase larval. Para este estudo, a correlação foi significativa (Tabela 4). A reta projeta-se de modo a revelar uma relação de proporcionalidade direta entre as variáveis consumo de biomassa e o peso seco médio dos insetos (Figura 17). Barbosa et. al. (2000) verificaram, que genótipos de feijoeiro da espécie

*Phaseolus vulgaris* (L.) com alto teor de protease arcelina, promove baixo peso em *Zabrotes subfasciatus* (L.)- inseto da mesma família do *C. maculatus*..

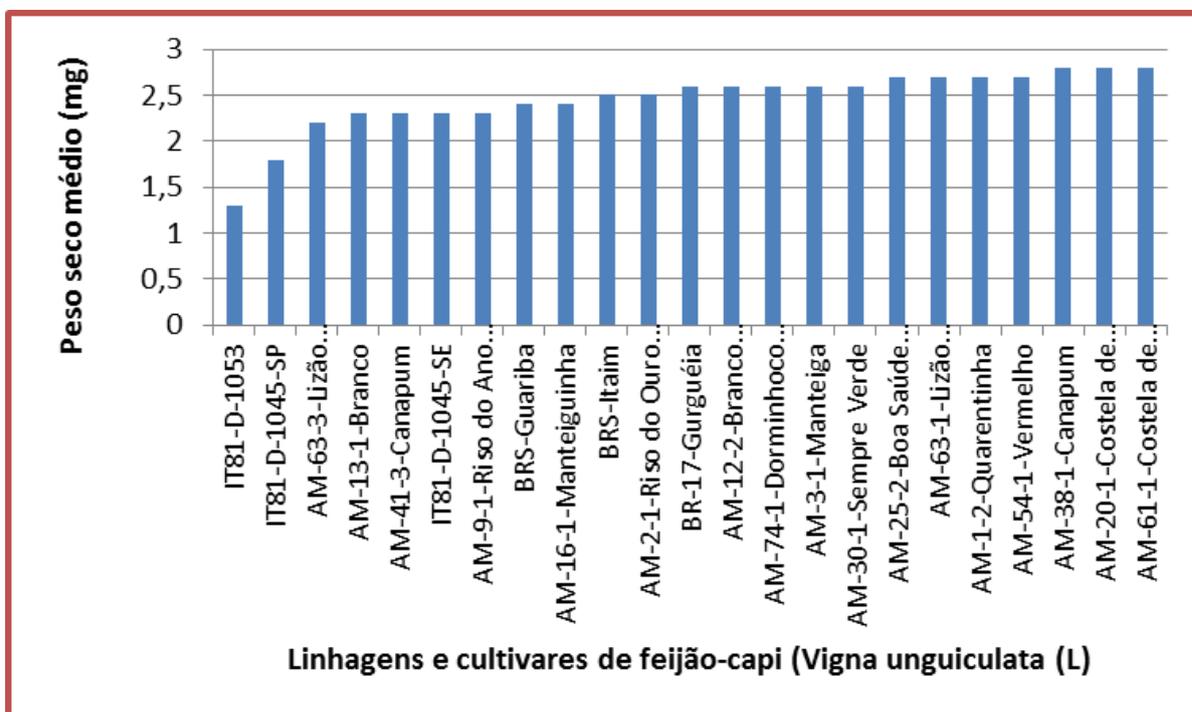


Figura 16: Peso seco médio do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em linhagens e cultivares de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2.

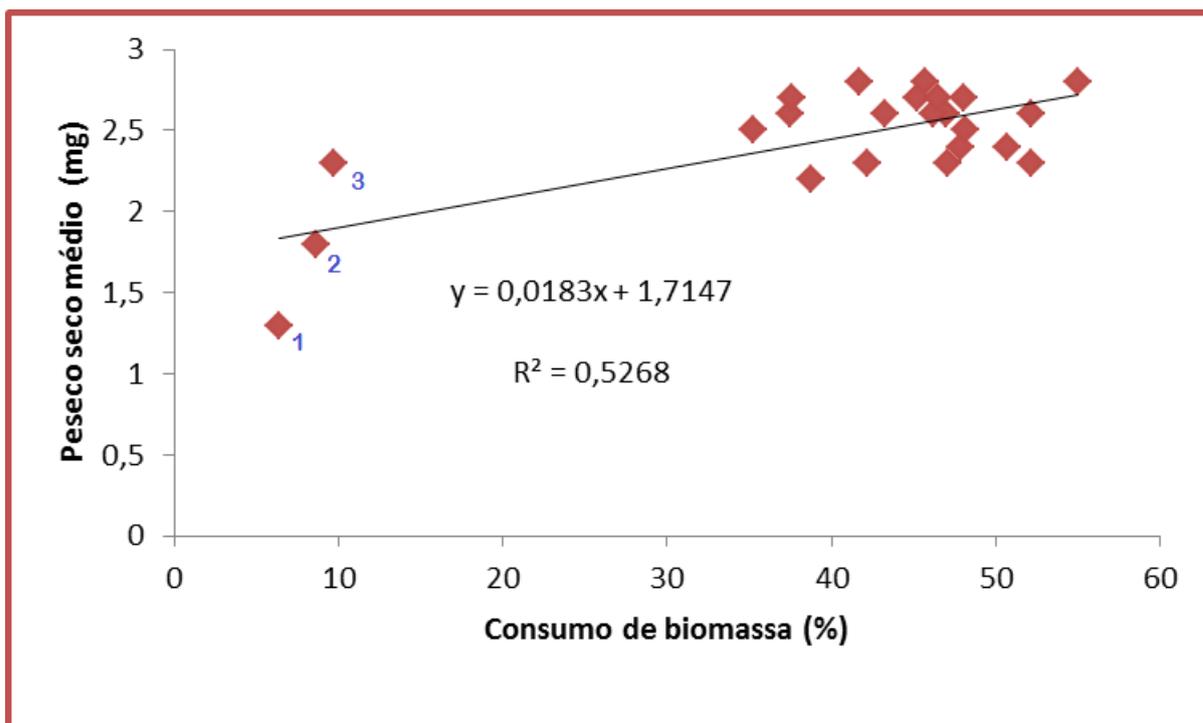


Figura 17: Correlação das médias do peso seco médio do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) e o consumo de biomassa de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2. Legenda: (1) IT81-D-1053; (2) IT81-D-1045-SP; (3) IT81-D-1045-SE.

Em relação à não-preferência para oviposição (Tabela 4), verifica-se que a cultivar mais ovipositada foi a AM-9-1-Riso do Ano Zé Vieira (18,38 ovos). A menor oviposição observou-se na cultivar melhorada BRS- Itaim (10,37 ovos). Dentre as cultivares crioulas, a AM-63-3-Lizão Carioquinha ou Lizão contempla menos postura (12,78 ovos). É importante ressaltar que as linhagens resistentes por antibiose IT81-D-1053, IT81-D-1045-SP e a IT81-D-1045-SE apresentaram baixa resistência por antixenose, com 12,8 ovos 14,4 ovos e 14,9 ovos, respectivamente. Esses resultados também podem ser visualizados na Figura 18. Esta variável foi considerada de menor importância em comparação às demais variáveis indicadoras de resistência por antibiose. Como o teste foi sem chance de escolha pelo inseto para oviposição, presume-se que na ausência de uma fonte de alimento predileta do inseto, ou seja, sem alternativa de escolha, o mesmo realizaria oviposição no grão que estivesse ao seu alcance.

Costa e Boiça Júnior (2004) verificaram maior oviposição (96,0 ovos) em insetos com idade de 48 horas, coletados ao acaso e que a cultivar Sempre verde foi considerada suscetível apresentando uma oviposição de 112 ovos. Resultado

análogo foi mostrado neste experimento, no qual se observa uma oviposição média de 14,7 (dado original de 222,2 ovos) para a mesma cultivar.

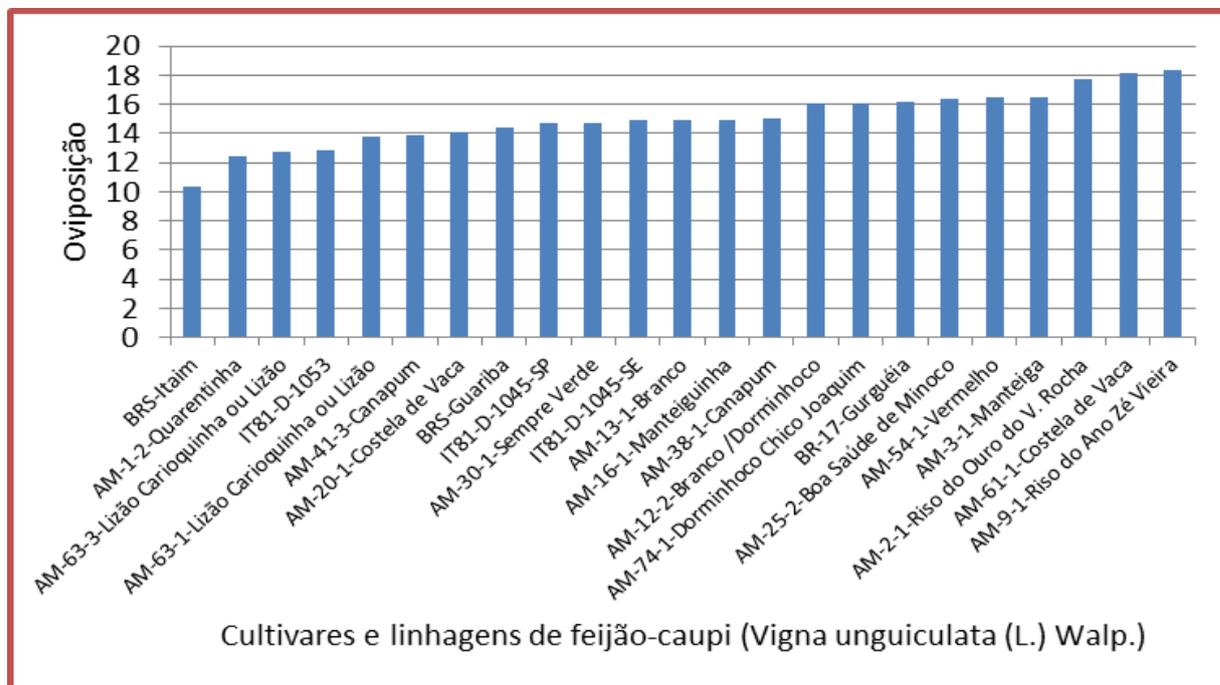


Figura 18: Oviposição do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em cultivares e linhagens de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Ensaio-2.

A Tabela 5 mostra a ocorrência de correlação significativa entre quase todas as variáveis em nível de 1% de significância. Somente as correlações oviposição versus ciclo biológico, oviposição versus longevidade e oviposição versus peso seco médio de inseto não apresentaram correlação significativa.

O ciclo biológico teve uma correlação negativa significativa ( $p < 0,01$ ) com o número de insetos emergidos ( $r = -0,54$ ), com a longevidade ( $r = -0,41$ ), consumo de biomassa ( $r = -0,65$ ), e peso seco médio ( $r = -0,37$ ). Contudo, o número de insetos emergidos apresentou correlação significativa positiva ( $p < 0,01$ ) com as variáveis longevidade ( $r = 0,44$ ), consumo de biomassa ( $r = 0,81$ ) peso seco médio ( $r = 0,37$ ) e oviposição ( $r = 0,62$ ). Esta última correlação evidencia a ausência de resistência por não-preferência alimentar ou deterrência por parte da

Tabela 5: Coeficientes de correlação simples (r) obtidas entre as variáveis: ciclo biológico, Insetos emergidos, longevidade, consumo de biomassa, peso seco médio e oviposição, pelo caruncho *C maculatus* ((Fabr.)) em genótipos de feijão-caupi *V unguiculata* (L.) Walp. Teresina-PI, Brasil, 2011.

	<b>Ciclo Biológico</b>	<b>Insetos Emergidos</b>	<b>Longevidade (dia)</b>	<b>Consumo de Biomassa (%)</b>	<b>Peso Seco Médio (mg)</b>	<b>Oviposição</b>
<b>Ciclo Biológico</b>	1	- 0,5364**	- 0,4079**	- 0,6507**	- 0,3702**	0,1237 NS
<b>Insetos Emergidos</b>		1	0,4417**	0,8143**	0,3685**	0,6208**
<b>Longevidade (dia)</b>			1	0,5556**	0,27136**	0,1216 NS
<b>Consumo de Biomassa (%)</b>				1	0,4267**	0,5011**
<b>Peso seco Médio (mg)</b>					1	0,2031 ns
<b>Oviposição</b>						1

\*\* Correlação significativa a 1% de probabilidade; ns – não significativo.

maioria das cultivares e linhagens controles, corroborando com os resultados encontrados por Carvalho et al. (2011). Por outro lado, os mesmos autores e Cajazeiras (2002) observaram a falta de correlação do número de insetos emergidos versus massa consumida, como também, correlação negativa. Entretanto, este autor entende que, para a ocorrência de desenvolvimento do ovo a adulto é necessário consumo de alimento numa proporção direta.

A longevidade correlacionou-se positivamente ( $p < 0,01$ ) com o caractere consumo de biomassa ( $r = 0,56$ ) e com o peso seco médio ( $r = 0,27$ ). A variável consumo de biomassa teve correlação positiva significativa ( $p < 0$ ) com o peso seco médio dos insetos ( $r = 0,43$ ) e com a oviposição ( $r = 0,50$ ).

## 5 - CONCLUSÕES

As linhagens IT81-D-1053, IT81-D-1045-SE E IT81-D-1045-SP comportam-se como resistentes por antibiose ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.).

As cultivares crioulas e melhoradas apresentam baixa resistência.

As cultivares AM-63-3-Lizão carioquinha ou Lizão e BRS-Itaim tem potencial para serem utilizadas em futuros cruzamentos com vistas à obtenção de recombinantes com um maior nível de resistência.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. P. DE; DUARTE, M. E. M.; RANGEL, M. E.; MATA, M. C.; FREIRE, R. M. M.; GUEDES, M. A. Armazenamento de feijão macassar tratado com mamona: Estudo da prevenção do *Callosobruchus maculatus* e das alterações nutricionais do grão. **Revista Brasileira de Produtos Agropecuários**, v.7, n.2, p.133-140, 2005.

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

AZEVEDO, G. **Feijão preferido dos nordestinos ajuda baixar o colesterol**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://g1.globo.com/globoreporter/0,MU<1215215-1661900.html>>. Acesso em: 23 jan. 2012.

BARBOSA, F. B.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A. ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN 1833), em feijoeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 34, n. 10, p. 1805-1810, out. 1999.

BARBOSA, F. B.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A. ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.10, p. 895-900, maio 2000.

BARRETO, P. D.; QUINDERÉ, M. A. Resistência de genótipos de caupi ao caruncho. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.4, p. 779-785, 2000.

BEVILAQUA, G. A. P.; GALHO, A. M. ANTUNES, I. F.; MARQUES, R. L. L.; MAIA, M. DE S. **Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa – CPATC, 2007. 24p. (Embrapa – CPATC, Documentos, 204).

BOSCHILA, O. Exportação – feijão amigo. **ANBA**. Disponível em: <http://www.global21.com.br/materiais/materia.asp?cod=18093&tipo=noticia>.

Acesso em: 11 fev. 2012.

BOVESPA - BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. Disponível em: [http://wiki.advfn.com/pt/A\\_prod%C3%A7%C3%A3omundial\\_de\\_feijao%C3%A3o](http://wiki.advfn.com/pt/A_prod%C3%A7%C3%A3omundial_de_feijao%C3%A3o).

Acesso em: 11 de fev. 2012.

CAJAZEIRAS, J. B. **Identificação de genótipos de caupi [(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] resistentes ao caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.), 1792)**. 2000.80p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Ceará.

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.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q. Desempenho agrônomico do feijão-caupi, cv. Rouxinol, em função de espaçamento entre linhas e densidades de plantas sob regime de sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 01, p. 102-105, 2006.

CASTRO, M. de J. P. de; BALDIN, E. L. L.; SILVA, P. H. S. da; DACOSTA, R. R. Preferência para oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) por genótipo de feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23.,2010, Natal. **Resumos...** Natal, 2010. 1 CD-ROM.

COSTA, N. P.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; Efeito de genótipos de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleopetar: Bruchidae). **Neotrop. Entomol.** v.33, n.1, Londrina, jan./feb., 2004

Da MATA, N. P.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Efeito de Genótipo de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus*

(Fabricius) (Coleóptera: Bruchidae). Crop Protection. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, 2004 p. 077-083.

FONTES, L. S.; ARTHUR, V. Avaliação da resistência de genótipos de caupi (*Vigna unguiculata*, L.) ao ataque de *Callosobruchus maculatus* ((Fabr.), 1775). **Revista de Agricultura**, v.80, n.1, 2005, p. 49-55

FREIRE FILHO, F. R.; MILTON, J. C.; ARAÚJO, A. G. de; SANTOS, A. A. dos; SILVA, P. H. S. da. **Características Botânicas e agronômicas de cultivares de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.** EMBRAPA-UEPAE, Teresina. (Boletim de Pesquisa 4), 1981. 45p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, C. A. F. **Melhoramento genético de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região do Nordeste.** Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>. Acesso: 16 dez. 2011.

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

FRANCELLI, M.; VENDRAMIM, J. D. Resistência de plantas a insetos. AGRONECIO/AGRICULTURA – Pragas e doenças/Artigo – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23709>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

FREIRE FILHO; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. e; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011, 84p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C. DE; PARRA, J. R. P.; BERTI FILHO, E.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMINI, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES . , J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola.** FEALQ: São Paulo, 2002. 450p.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais, 2008.

LEITE, N. G. de ARAÚJO; **Diversidade genética associada à tolerância do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*. Walp.) ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) por meio de marcadores moleculares.** 2012. 78p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

LIMA, M. P. L.; OLIVEIRA, J. O.; BARROS, R.; TORRES, J. B.; GONÇALVES, M. E. C. Estabilidade da resistência de genótipos de caupi a *Callosobruchus maculatus* ((Fabr.)) em gerações sucessivas. **Sci. Agric.** n. 59, 2002, p275-280.

MARSAROJ ÚNIOR, A. L.; **Controle de pragas poderá ser feito com inibidores de enzimas digestivas.** Agroline. com.br. 2005. Disponível em: <<http://www.agroline.com.br/artigos/artigo.php?id=231>>. Acesso em: 04 Jan. 2012.

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

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

LIBERATO, M. C.; Feijão. In: **Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira da cultura.** Edição século XXI, vol. 1, Ed. Verbo, 1999.

MARÉCHAL, R.; MASCHERPA, J M.; STANIER, F. Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces de genres *Phaseolus* et *vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et poliniques, traitées par l'analyse informatique. **Boissiera**, v.28: p.1-273, 1978.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Feijão**. Disponível em: <<http://ww.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

MARTELETO, P. B.; LOMÔNACO, C.; KERR, W. E. Respostas fisiológicas, morfológicas e comportamentais de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) associadas ao consumo de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Neotropical Entomology**, v. 38, n.2, p.178-185, 2009.

MORAES, C. P. B.; JÚNIOR, A. L. B.; SOUSA, J. R. de; COSTA, J. T. da Determinação dos tipos de resistência em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Rev. Ceres (Impr.)**, Viçosa, 58, n.4 ago. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2011000400003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2011000400003&lng=pt&nrm=iso)> Acesso em 03 jan. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X201100040003>.

MORAES, Rosana A.; SALES, Maurício P.; XAVIER-FILHO, José. The performance of *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) in chitin containing artificial seeds. **An. Soc. Entomol. Bras.**, Londrina, v.27, n.2, june 1998. Availabel from [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-80591998000200019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-80591998000200019&lng=en&nrm=iso). Acess on 02 mar. 2012.

PADULOSI, S; Ng.N.Q. Origin, Taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In. SING, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIEL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (Ed.) **Advances in cowpea research**. Ibadan: IITA-JIRCAS, 1997. p. 1-11.

PEREIRA, A. C. R. L.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. da Atividades inseticida de óleos essenciais e fixos sobre o *Callosobruchus maculatus* ((FABR.), 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciênc. Agrotec.**, v. 32. n. 03, p. 117-724, 2008. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cargo/v32n3/a03v32n3.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

PLANT RESISTANCE TO INSECT AND DISEASES – Organic Resource Guide. Cornell University, 2012. Disponível em: [http://web.pppmb.cals.cornell.edu/resouceguide/appendix/appendix\\_a.php](http://web.pppmb.cals.cornell.edu/resouceguide/appendix/appendix_a.php).

RESS, D. **Insect of stored grain: a pocket reference**. 2ª ed. CSIR PUBLISHING, 2007, p 29.

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO. F. R. **Feijão-Caupi (Grãos)**. Agência de Informação Embrapa, MAPA. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arvore/CONTAG01/\\_56\\_510200683537.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arvore/CONTAG01/_56_510200683537.html). Acesso: 06 jan. 2012.

ROSSI, M. N.; RODRIGUES, L. M. S.; ISHINO, M.N.; KLEIN, D. K. Padrão de oviposição e dinâmica especial de *Acanthoscelites schrankitae* ( Coleoptera: Bruchidae) e seus parasitoides em populações de *Mimosa bimucronata* (DC). Kuntze (Fabaceae: Mimosoidae. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, 2007. p. 1-2. Disponível em: <<http://ww.seb.ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1369.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

SALES, M. P.; PIMENTA, N. S.; GROSSI-DE-SÁ, M. F.; XAVIER-FILHO, J. Vicillins(7s storage globulins) of cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds bind to chinous structures of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) larvae. **Braz. J. Med. Biol. Res.**, Ribeirão Preto, v.34, n.1 jan. 2001. Available from:<[http://ww.scielo.php?script=sci\\_arttex&pid=S01008792001000100003&lng=en&nrm=iso](http://ww.scielo.php?script=sci_arttex&pid=S01008792001000100003&lng=en&nrm=iso)> Acesso em: 26 Feb.2012.

SILVA-FILHO, M. C.; FALCO, M.C. Interação planta-inseto: adaptação dos insetos aos inibidores de proteases produzidos pelas plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento** – PESQUISA. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio/interacao.pdf>. Acesso em 08 fev. 2012.

SILVA, K. J. D. E. **Feijão caupi: uma opção à agricultura familiar e empresarial**. 2007. Disponível em: <http://www.cifeijao.com.br/index.php?p=p=artigo&idA=19>. Acesso em: 05 jan. 2012.

SILVA, M. S. E; MAIA, J. M.; ARAÚJO, Z. B. de; FREIRE FILHO, F. R. **Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi [(V. unguiculata (L.) Walp]**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.49p. Circular Técnico, 149.

SILVA, J. D. e. O feijão-caupi para processamento industrial e exportação. AGROSOFT. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/101724.html>. Acesso: 12 fev. 2012.

SILVA, P. H. S. da Armazenagem, 2001. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijão-caupi/arvore/CONTAG01\\_73\\_510200683537.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijão-caupi/arvore/CONTAG01_73_510200683537.html). Acesso em: 06 jan.2012.

SILVA, P. H. S. da; MOURA, L. C. de; CASTRO, M. de J. P. de; FREIRE FILHO, F. R. Resistência do tipo não-preferência para oviposição e antibiose em genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal. **Resumos...** Natal, 2010. 1 CD-ROM. Promoção: Sociedade Brasileira de Entomologia.

SINGH, B. B.; EHLERS, J. D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F. R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A.; TARAWAL, S. A.; SINGH, B. B.; KORMAWA, P. M.; TAMO, M. (Eds.) **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002, p.22-40.

SIQUEIRA, O. S.; TRANNIN, I. C. Agrossistemas transgênicos. In: **Biotecnologia e meio ambiente**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 2005. cap. 9, p.197.

TEETES, G. L. Plants Resistance to insect: a fundamental component. **Ipm World Textbook**. University of Minesota. Minesota 20 nov. 2009. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/teetes.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2012.

UCHÔA, A. F.; DAMATA, R.A.; RETAMAL, C. A.; ALBUQUERQUE-CUNHA, J. M.; SOUSA, S. M.; SAMUEL, R. I.; SILVA, C. P.; XAVIER-FILHO, J. Presence of the storage seed protein vicilin in internal organs of larval *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of insecte physiology**, v.52, n.2 Feb. 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16288905>>. Acesso em: 26 Fev. 2012.

VERDCOURT, B. Studies in the Leguminosae-Papilionoideae for the flora of tropical East África. IV. **Kew Bull.**, 24: 507-69, 1970.

TRIPLEHORNE, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudos dos insetos**. Cenage Learning, São Paulo, 2011, 809p.

ONOFRE, A. V. C. **Diversidade genética e avaliação de genótipos de feijão-caupi contrastantes para resistência aos estresses bióticos e com marcadores SSR, DAF e ISSR**. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, 2008.

VILARINHO, A. A. Feijão-caupi com grãos para exportação. Portal do Agronegócio. Disponível em: <[http://portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?tit=feijao-caupi\\_com\\_graos\\_para\\_exportacao&id=32643](http://portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?tit=feijao-caupi_com_graos_para_exportacao&id=32643)>. Acesso em: 11 Fev. 2012.