



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

**SELMA MARIA DIAS DE MORAES COSTA**

Engenheira Agrônoma

**AVALIAÇÃO DE CRUZAMENTOS ENTRE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CUPI  
PARA OBTENÇÃO DE LINHAGENS PORTADORAS DE RESISTÊNCIA A  
*Callosobruchus maculatus* (FABR.)**

**TERESINA  
Estado do Piauí – BRASIL  
2013**

**AVALIAÇÃO DE CRUZAMENTOS ENTRE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-  
CUPI PARA OBTENÇÃO DE LINHAGENS PORTADORAS DE RESISTENCIA  
A *Callosobruchus maculatus* (FABR.)**

**SELMA MARIA DIAS DE MORAES COSTA**

Engenheira Agrônoma

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção  
do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.**

**TERESINA  
Estado do Piauí – Brasil  
2013**

**AVALIAÇÃO DE CRUZAMENTOS ENTRE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-  
CUPI PARA OBTENÇÃO DE LINHAGENS PORTADORAS DE RESISTENCIA  
A *Callosobruchus maculatus* (FABR.)**

**SELMA MARIA DIAS DE MORAES COSTA**

Engenheira Agrônoma

**Orientador: Dr. Paulo Henrique Soares da Silva**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção  
do Título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.**

**TERESINA  
Estado do Piauí – Brasil  
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Serviço de Processamento Técnico

C837a Costa, Selma Maria Dias de Moraes  
Avaliação de cruzamento entre genótipo de feijão-capi para  
obtenção de linhagens resistentes ao *Callosobruchus macula -*  
*tus.*/ Selma Maria Dias de Moraes Costa . – 2014.  
45 f. : il.

Dissertação ( Mestrado em Agronomia ) - Universidade do  
Federal do Piauí, Teresina, 2014.

Orientação: Prof. Dr.Paulo Henrique Soares da Silva

1. *Vigna unguiculata* 2. Resistência de plantas 3. Melhora-  
mento. I. Título

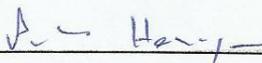
CDD 635.659 2

**Avaliação de cruzamentos entre genótipos de feijão-caupi para  
obtenção de linhagens portadoras de resistência a *Callosobruchus  
maculatus* (FABR.)**

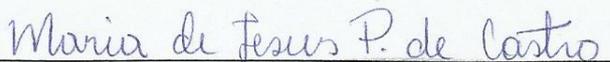
Selma Maria Dias de Moraes Costa  
Engenheira Agrônoma

Aprovada em 29 / 08 / 2013

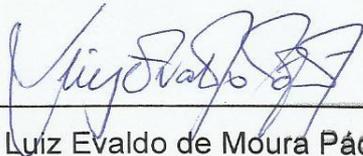
**Comissão Julgadora:**



Dr. Paulo Henrique Soares da Silva - Presidente  
Embrapa Meio-Norte



Profa. Dra. Maria de Jesus Passos de Castro – Titular  
UESPI



Prof. Dr. Luiz Evaldo de Moura Pádua - Titular  
CCA/UFPI

“Os dias prósperos não vêm por acaso; nascem de muita fadiga e muita persistência.”.

**Henri Ford**

À minha mãe, Maria Aldecí e ao meu pai, Júlio Vieira, às minhas irmãs Sandra e Sônia e meus irmãos Sergio e Júlio (*In Memoriam*) e em especial às minhas filhas Ana Clara e Maria Eduarda.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, autor da vida e fonte de todo amor e sabedoria, por nos permitir galgar mais um degrau de conhecimento.

À Universidade Federal do Piauí – UFPI, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PPGA, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

Ao CNPq Edital 64/2011 pelo financiamento dessa pesquisa.

Ao meu orientador Dr. Paulo Henrique Soares da Silva, pela acolhida e preciosa orientação, dedicação, paciência, compreensão, pelos ensinamentos, nossa gratidão.

À Embrapa Meio-Norte, pela oportunidade de realização do estágio e a realização dos trabalhos e pela oportunidade de fazer novos amigos que sempre ajudaram-me, Vera Lucia Silva, Antônio Carlos dos Santos, José Luís Duarte Franco e Marcos Alves, sempre muito prestativos e proporcionando momentos alegres.

Ao Professor Dr. Leal, pela orientação no estágio em docência e pela amizade.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vicente de Sousa Paulo e Luís, pela atenção e amizade.

À amiga Antônia Maria Farias, pela amizade, incentivos, sempre presente nos momentos difíceis, sem sua ajuda teria sido difícil terminar este trabalho. Agradeço pela compreensão e tolerância dispensadas.

À Elizangela Pereira da Silva Sousa, pela ajuda nos trabalhos, amizade e companheirismo.

Aos Amigos do curso de mestrado Natalia Soares da Silva, Eliana Freitas Sabrina, Mauricio Castelo Branco, Vania Maria Gomes da Costa Lima pelo incentivo e muitos momentos de lazer e pelo apoio.

Aos colegas do curso de mestrado, pela presteza com que cada um, à sua maneira, soube acolher e colaborar para que pudéssemos atingir os objetivos propostos, pela ajuda nos trabalhos, pela paciência e descontração.

À minha família, pelos meus irmãos Sandra Maria Dias de Moraes, Sônia Maria Dias de Moraes e Sergio Ricardo Dias de Moraes, sempre me apoiando e me incentivando.

Agradecimento especial às minhas filhas **Ana Clara de Moraes Costa** e **Maria Eduarda de Moraes Costa**, que são amigas, companheiras incentivaram-me (mesmo inconscientemente) para realizar os trabalhos do mestrado, e que tantas vezes puseram suas mãos sobre mim, com a intenção de aliviar minhas dores e angústias, minha eterna gratidão.

Aos os meus pais, Júlio Vieira de Moraes e Maria Aldeci Dias de Moraes, sempre presente, ensinndo-me a noção necessária à retidão de conduta.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. O feijão-caupi: origem e aspectos botânicos .....	18
2.2. Aspectos socioeconômicos do feijão-caupi .....	18
2.3. Caruncho do feijão-caupi <i>Callosobruchus maculatus</i> .....	20
2.3.1. Origem e aspectos biológicos.....	20
2.3.2 Danos.....	21
2.3.3. Estratégias de controle .....	24
2.3.3.1. Controle químico.....	24
2.3.3.2. Resistencia de plantas .....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	27
3.1 Local dos experimentos .....	27
3.2. Criação estoque de <i>Callosobruchus maculatus</i> .....	27
3.3. Obtenção e multiplicação de genótipos de feijão-caupi .....	28
3.4. Teste sem chance de escolha.....	29
3.5. Análise estatística.....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	32
4. CONCLUSÕES .....	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

**LISTA DE FIGURAS**

- Figura 01.** A) Adulto de *C. maculatus* e (B) Grãos de feijão-caupi infestados . Fonte: Silva, P. H. S. e Costa, S.M.D.M.....21
- Figura 02** Criação de *C. maculatus*.Foto: Costa, S.M.D.M.....28
- Figura 03** Criação de *C. maculatus*.Foto: Costa, S.M.D.M.....30
- Figura 04** Diferentes genótipos de feijão-caupi *Vigna Unguiculata* .Foto: Costa, S.M.D.M.....31

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Código do cruzamento e respectivos parentais cruzados para avaliação da resistência a *Callosobruchus maculatus* .....27

**Tabela 2.** Números total de ovos totais viáveis e inviáveis e porcentagem de ovos inviáveis de *Callosobruchus maculatus*, em sementes de diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.....33

**Tabela 3:** Valores médios do nº de insetos adultos emergidos dos diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.....35

**Tabela 4:** Média ( $\pm$  EP) do número de não grãos danificados, grãos danificados e porcentagem de grãos não danificados por *C. maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina – PI, 2013.....37

**Tabela 5:** Peso médio de *C. maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $63 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.....38

**Tabela 6:** Período médio de desenvolvimento de ovo a adulto (dias) de *C. maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.....39

## RESUMO

O caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) é considerado a principal praga durante o armazenamento de grãos de feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L) Walp. Devido a necessidade de estratégias de controle mais eficientes e menos agressivas o uso de genótipos com resistência ao ataque desta praga sendo o objetivo deste trabalho. O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia Embrapa Meio Norte, em condições controladas. ( $T = 25 \pm 5$  °C e  $UR = 60 \pm 10\%$ ). Os genótipos utilizados foram: IT81D-1045 SE X MNC01-614F-20; IT81D -1045 SE X MNC01-631F-11; IT81D -1045 SE X MNC01-631F-20-5; IT81D -1045 SE X MNC02-689F-11; IT81D -1045 SE X Vita 3; IT81D -1045 SE X IT98K-1101-5; IT81D -1045 SE X PI-58.266-9; IT81D -1045 SE X IT92KD-279-3. Os genótipos IT81D – 1045 SE e IT81D – 1053 foram utilizados como como testemunhas resistentes e como testemunhas suscetíveis os genótipos BR-17 Gurgueia e BRS-Guariba. Foi utilizado cinco repetições de 200 g de sementes de cada genótipo, e estes foram infestados com 40 insetos adultos (0 a 48h de idade) coletados ao acaso da criação em laboratório, os quais foram retirados após o período de confinamento de cinco dias. As variáveis avaliadas foram: o número total de ovos , número de ovos viáveis, porcentagem de ovos viáveis, número de grãos danificados, porcentagem de grãos danificados, número de insetos emergidos, porcentagem de insetos emergidos, peso médio dos insetos e ciclo biológico. O cruzamento IT81-D-1045 SE X IT98K-1101-e as linhagens IT81-D -1045 SE e IT81-D -1053 foram os que apresentaram os menores valores de oviposição por *C. maculatus*, quando comparados aos demais genótipos, apresentando, resistência do tipo não-preferência para oviposição. As cultivares BR-17 Gurgueia e BRS-Guariba foram as mais ovipositadas, sendo caracterizada como suscetíveis ao ataque de *C. maculatus*. Os cruzamentos IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11, IT81D-1045-SE X VITA 3 e IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 apresentaram resistência moderada do tipo não preferência para oviposição. Com relação ao parâmetro números de insetos emergidos, os cruzamentos IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11 e IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120 apresentaram os maiores números de insetos emergidos, indicativo de resistência do tipo antibiose. Já os menores números de insetos emergidos ocorreram nos cruzamentos IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 e IT81D-1045-SE X PI-58.266-9. A linhagem IT81-D 153e IT81-D-1045.SE apresentaram os menores valores de grãos danificados e as cutivares BR-17 GURGUEIA e BRS-GUARIBA

apresentaram os maiores valores. Nos cruzamentos IT81D-1045-SE X VITA 3 e IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 observou-se uma maior transferência da característica de resistência tipo antibiose. Com relação ao peso médio dos insetos não foi observado diferenças significativas. Em relação à duração ciclo biológico (ou período de desenvolvimento larval), ocorreram diferenças significativas entre os genótipos, sendo que as cultivares suscetíveis BR17 GURGUEIA e BRS GUARIBA, apresentaram os menores enquanto os demais genótipos apresentaram ciclos maiores, caracterizando-se como portadoras de resistência por antibiose a *C. maculatus*.

**Palavras-chave: Caruncho, Resistência de plantas, *Vigna unguiculat***

## ABSTRACT

The weevil *Callasobuchus maculatus* (Fabr.) is considered a major pest of grain during storage of cowpea, *Vigna unguiculata* (L) Walp. Due to the need for more efficient control strategies and the use of less aggressive objective to obtain genotypes resistance to *C. maculatus*. The experiment was conducted at the Laboratory of Entomology Embrapa Meio Norte, under controlled conditions:  $T = 25 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $RH = 60 \pm 10\%$ . The genotypes used were: IT81-D-SE X MNC01-614F-20; IT81-D-1045E X MNC01-631F-11; IT81-D-1045 SE X MNC01-631F-20-5; IT81-D-1045SE X MNC02-689F-11; IT81-D-1045 SE X Vita 3; IT81-D-1045 SE X IT98K-1101-5; IT81-D-1045 SE X PI-58266-9; IT81-D-1045 SE X IT92KD -279-3. Genotypes IT81-D-1045 SE and IT81D-1053 were used as resistant and susceptible genotypes witnesses: BR-17 Gurgueia and BRS- Guariba. Five replications were used 200 g of seeds of each genotype, and they were infested with 40 adult insects (0 to 48 hours old) collected at random from a laboratory rearing, which were withdrawn after a feeding period of five days. The variables analyzed were: total number of eggs, number of viable eggs, number of unviable eggs, number of damaged grains, percentage of damaged grains percentage of emerged insects, average weight of insects and biological cycle. The crossover IT81 D-1045- SE X IT98K-1101 and lines IT81-D-1045 SE and IT81-D-1053 were those with the lowest values of oviposition by *C. maculatus* compared with the other genotypes, showing, endurance type of non-preference for oviposition. Cultivars BR-17 Gurgueia and BRS-Guariba were the most oviposited, being characterized as susceptible to attack by *C. maculatus*. The cross IT81-D-1045-SE X MNC02-689F-11, IT81-D-1045 SE X and IT81-D-1045-SE X VITA 3 -1101-5 X IT98K showed resistance of non-preference for oviposition. Regarding the numbers of emerged insects parameter, the crossing IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11 and IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120 showed the highest numbers of emerged insects, while at intersections IT81-D-1045 -IF IT98K X-1101-5 and IT81D SE-1045-X IP-58266-9 were smaller numbers of emerged insects and is indicative of antibiosis. Parameter for the number of damaged grains was observed in the genotype BR-17 Gurgueia and crossing IT81D SE-1045-X-11 MNC01-631F larger numbers of damaged grains, indicating more susceptible to *C. maculatus*. moderate resistance regarding. Has already the lowest values of undamaged grains were found in

genotypes IT81-D-1053 and at the crossing IT81-D-1045-SE confirming an antibiosis resistance, while the crosses IT81D-1045-SE X MNC01-631F-20-5, IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11, IT81D-1045-SE X VITA 3 and IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5, there was a transfer antibiosis. With the average body weight of insects was not observed significant differences. Regarding the larval development period, there were significant differences among genotypes, with the susceptible cultivars BR17 Gurgueia and BRS Guariba, with the lowest values, while the other hybrids had larger period of development, characterized as having antibiosis to *C. maculatus*.

Keywords: Resistance of plants, improving, *Vigna unguiculata*.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) constitui-se num dos principais componentes da dieta alimentar, na zona rural e urbana, desempenhando papel importante e estratégico como fonte de proteína nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, o cultivo desta leguminosa é uma das principais alternativas sociais e econômicas de suprimento alimentar e geração de emprego especialmente para as populações rurais (FREIRE FILHO et al., 2005a).

O cultivo do feijão-caupi contribui com 35,6% da área e 15% da produção de feijão no Brasil (DAMASCENO-SILVA, 2009). É a segunda leguminosa em importância econômica no estado do Piauí, ocupando uma área de 4.961 ha, uma produção de 32.761 t., apresentando uma produtividade média de grãos em nível de lavoura de 160 kg há<sup>-1</sup> em condições de sequeiro (primeira safra) e de 645 kg ha<sup>-1</sup> em condições irrigadas (segunda safra) (IBGE,2010).

O Estado do Ceará, juntamente com os Estados do Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte constituem grandes produtores da região Nordeste (IBGE, 2010). Porém na região Centro-Oeste, o feijão-caupi começou a ser cultivado em larga escala em 2006, e o, seu cultivo tem se expandido para o Mato Grosso, onde foram plantados em 2009 mais de 100.000 ha de feijão-caupi destinado, principalmente, à exportação (FREIRE FILHO, 2011).

A planta do feijão-caupi, sempre foi conhecida como uma leguminosa rústica e tolerante a grande diversidade de condições de clima e solo (EHLERS & HALL, 1997). Entretanto, várias pragas incidem na cultura e de acordo com as condições ambientais podem limitar a produção e a qualidade sanitária das sementes. Silva (2009) cita que a incidência de pragas e doenças contribui para um declínio na produtividade.

No Brasil as perdas por ataque de insetos, fungos e ácaros em armazéns, silos e depósitos agroindustriais, chegam a atingir 10% de toda a produção (LORINI, 2001) .O retardamento da colheita do feijão-caupi pode propiciar a infestação das sementes por carunchos ainda no campo, logo que as vagens amadurecem, e intensificar se nas condições de armazenamento (SANTOS, 1976; FREIRE FILHO et al., 2005;

SMIDERLE *et al.*, 2009), proporcionando redução do peso e da qualidade dos grãos, bem como o poder germinativo e vigor das sementes (SANTOS, 1976; DONGRE *et al.*, 1996; LIMA *et al.*, 2001 b; COSTA; BOIÇA JUNIOR, 2004). O bruquídeo *C. maculatus*, tem se destacado como principal praga de armazenamento do feijão-caupi, devido seu potencial depreciativo e ocorrência mundial (LIMA *et al.*, 2001).

O *C. maculatus* é uma das pragas de maior importância econômica para os produtores de feijão-caupi, além dos danos diretos, essa praga traz problemas para a exportação dos produtos, uma vez que os produtores necessitam elevar os custos de produção acarretando na elevação do produto final para os consumidores. Este caruncho é uma praga primária do feijão-caupi armazenado, e seus danos são decorrentes da penetração e alimentação das larvas no interior das sementes, provocando perda de peso, redução do poder germinativo, do valor nutritivo das sementes e grãos, e do grau de higiene do produto, pela presença de excrementos, ovos e insetos (ALMEIDA *et.al.*, 2005).

A adoção de estratégias de controle desta praga, pelos pequenos produtores tem sido muito rara e, quando é feita, ocorre pelo uso de produtos químicos, por indicação de comerciantes e sem receituário agrônomo (CRAVO *et al.*, 2009). Porém a crescente preocupação da sociedade em relação aos efeitos colaterais dos agrotóxicos, como a toxicidade para os aplicadores, poluição ambiental e presença de resíduos em alimentos, segundo Pereira *et al.* (2008), tem incentivados pesquisadores a desenvolverem estudos de táticas de controle alternativo às pragas de armazenamento.

Neste contexto, o uso de cultivares resistentes ao ataque de pragas vem destacando-se como uma tática extremamente útil ao produtor rural, por não implicar em custo adicional para o mesmo, além de possibilitar uma integração com outras táticas, como o controle biológico, químico e cultural. Rosseto (1967), diz que todos os métodos de controle tem suas vantagens e limitações. Porém uso de cultivares resistentes ao ataque de pragas não é a solução para todos os problemas, mas deve ser incluído como opção em programa amplo e racional de controle integrado.

Atualmente, o estudo de plantas resistentes ao ataque de pragas tem se desenvolvido muito, devido aos problemas ambientais que o uso de agrotóxicos provoca. Diante disto, o estudo sobre uso de plantas resistentes ao ataque de pragas tem despertado

interesse de pesquisadores., pois além do baixo custo para os agricultores, não demanda conhecimentos específicos e nem polui o ambiente (LARA,1991)..

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

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. O feijão-caupi: origem e aspectos botânicos**

Amurane (1999) apud Padulosi e Ng (1997) cita que a localização exata do centro de origem da espécie tem sido difícil de determinar. Especulações anteriores sobre a origem do feijão-caupi foram baseadas em evidências botânicas e citológicas, informação da sua distribuição geográfica, práticas culturais e registros históricos.

Purseglove (1984) e Freire Filho (1988) citam que o feijão-caupi é uma cultura de origem africana, a qual foi introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses, no Estado da Bahia, e daí por diante ganhou outras áreas da região Nordeste e para outras áreas do país (FREITAS, 2006). No Estado do Piauí há registros de feijão-caupi datado de 1967 (FREIRE FILHO *et al* 2011).

O feijão-caupi é uma Dicotyledonea, pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina gênero *Vigna* e a espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Embora nas primeiras classificações tenha sido posto em outros gêneros, como *Phaseolus* e *Dolichos*, hoje sua colocação em *Vigna* é mundialmente aceita (SELLSCHOP, 1962).

### **2.2. Aspectos socioeconômicos do feijão-caupi**

O feijão-caupi possui uma leguminosa que representa um importante papel social e econômico no País, e isto se deve ao fato de ser uma cultura tropical, tolerante a altas temperaturas e a estiagens prolongadas. A sua produção concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, onde o cultivo é realizado por agricultores familiares e empresariais, mas principalmente pelos primeiros, que ainda utilizam práticas tradicionais. Nos últimos anos o cultivo está se expandindo para a região Centro-Oeste, principalmente para o Estado de Mato Grosso, onde a produção provém principalmente de médios e grandes

empresários, que praticam uma lavoura altamente tecnificada (FREIRE FILHO *et al* 2011).

A área mundial ocupada com o plantio de feijão-caupi, é de aproximadamente 12,5 milhões de ha, com uma produção de 5,6 milhões de toneladas (FAO, 2010). Esta produção é alcançada por 36 países, tendo como os principais produtores mundiais a Nigéria, Níger e o Brasil, os quais representam, respectivamente, 84,1 % da área e 70,9 % da produção mundial (FAO, 2010).

No Brasil, em 2011, foram colhidos aproximadamente 1,6 milhão de hectares de feijão-caupi, com produção de 822 mil toneladas e uma média de 525 kg . ha<sup>-1</sup>, sendo que área de produção corresponde a 2/3 da produção de feijão do Nordeste e a 1/3 da produção nacional (III Conac, 2012). É na região Nordeste que se concentra a maior produção de feijão-caupi, onde a área cultivada é de 1.289.647 ha, o que corresponde a 60,80% da área total colhida com feijão (feijão comum + feijão-caupi) nessa Região, e a 34,79% do total da área colhida de feijão-caupi no Brasil (FREIRE FILHO *et al* 2011), com 84% da área plantada e 68% da produção nacional, onde mantém a cada ano 1,2 milhão de empregos. (FREIRE FILHO, 2010).

No estado do Piauí, esta é a segunda leguminosa mais importante em termos de área e produção (Rocha, 2011). Área ocupada com o feijão-caupi no ano de 2010 foi de 204.961 hectares, com uma produção de 32.761 toneladas (IBGE, 2010), onde 90 % dessa produção é oriunda da agricultura de sequeiro (primeira safra), sendo o restante resultante da agricultura irrigada (segunda safra).

Rocha (2011) relata que as microrregiões piauienses que mais se destacaram na produção de feijão-caupi no biênio 2009/2010 foram São Raimundo Nonato (9.963 toneladas) e Alto Médio Gurguéia (8.798 toneladas), sendo que a primeira totalmente advinda da agricultura de sequeiro e a segunda decorrente das agriculturas de sequeiro e irrigada. Nas microrregiões São Raimundo Nonato e Pio IX, apesar de apresentarem muita tradição no cultivo do feijão-caupi, bem como as maiores áreas plantadas do estado, ocorrem grandes perdas devido às condições ambientais desfavoráveis (solos pobres, baixa e irregular pluviosidade) e do baixo uso de tecnologia na lavoura (uso de cultivares tradicionais, baixo ou nenhum uso de insumos). Essas microrregiões são caracterizadas por plantios de feijão-caupi realizados normalmente em pequenas áreas e na maioria por pequenos agricultores e consorciadas com outras culturas. Os municípios

piauienses que mais se destacaram na primeira safra (sequeiro) durante o biênio 2009/2010 em termos de produção: Bom Jesus do Piauí (3.463 toneladas), Uruçuí (2.670 toneladas), Jaicós (1.965 toneladas) e Alagoinha do Piauí (1.836 toneladas). As maiores produtividades de grãos em condições de sequeiro foram nos municípios de municípios Baixa Grande do Ribeiro (964 kg ha<sup>-1</sup>) e Santa Filomena (818 kg ha<sup>-1</sup>). Maiores produtividades de grãos em condições irrigadas foram observadas nos municípios de Parnaíba (1.200 kg ha<sup>-1</sup>), Guadalupe (1.200 kg ha<sup>-1</sup>), Pimenteiras (1.200 kg ha<sup>-1</sup>) e Piripiri (1.057 kg ha<sup>-1</sup>).

O feijão-caupi é uma cultura com elevado conteúdo proteico, energético e vitamínico sendo superior ao feijão comum *Phaseolus vulgaris* L., em termos nutricionais (IITA 1990, Bevitori *et al.* 1992). A nível mundial o feijão-caupi constitui a base da dieta alimentar humana em vários países tropicais do mundo. Esta cultura é uma das mais cultivadas no mundo devido seu valor nutricional, principalmente por fornecer altos índices de proteína de melhor digestibilidade e carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares e aminoácidos essenciais, como metionina, cistina e triptofano, portanto uma proteína de melhor qualidade, além de vitaminas do complexo B e dos minerais como ferro, potássio e zinco (BRACCINI, PICANÇO, 1955; RIBEIRO, 2005).

Para o feijão-caupi existem três segmentos de mercados: grãos secos, feijão-verde (vagem verde ou grão verde debulhado) e sementes. O mercado de feijão processado industrialmente está em fase inicial. No mercado de grãos secos, nas regiões Norte e Nordeste, feijão-comum e o feijão-caupi embora não competindo no campo, competem por mercado e sempre que ocorre uma queda na oferta de feijão-caupi o mercado é suprido por feijão-comum de outras regiões do País e, às vezes, importado. Estima-se que nas regiões Norte e Nordeste há um déficit permanente de oferta de feijão-caupi, respectivamente de 17.576,7 e 102.281,3 toneladas. Já na região Centro-Oeste, onde o cultivo do feijão-caupi ainda está expandindo-se, há um superávit de 38.271,7 toneladas (FREIRE FILHO, 2011).

### **2.3. Caruncho do feijão-caupi *Callosobruchus maculatus***

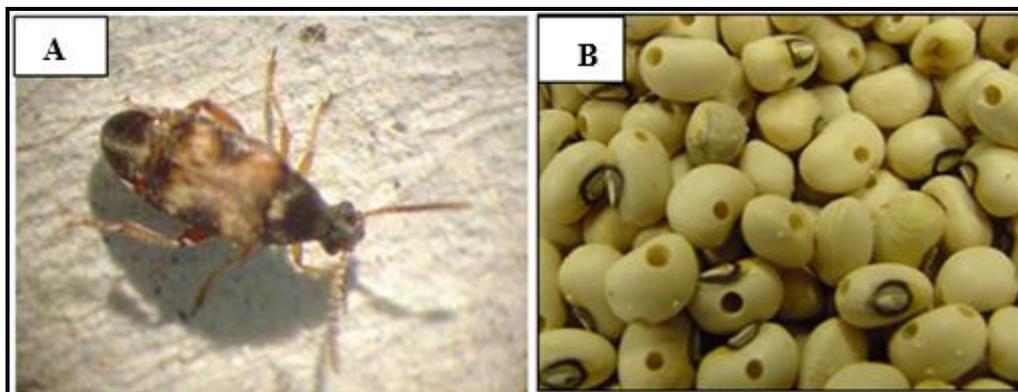
#### **2.3.1. Origem, descrição e aspectos biológicos**

O *C. maculatus* é provavelmente originário da África, e atualmente se encontra na maioria das regiões tropicais e subtropicais do mundo. Considera-se relativamente

recente sua aparição na América, existindo relatos de sua presença no Brasil e no México (GALLO *et al.*,2002).

Os adultos de *C. maculatus* são besouros que medem aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentado nos élitros manchas amarronzadas que, em repouso, formam um X (Figura 01), possuem vida curta e não se alimentam do grão(GALLO *et al.*, 2002).

As fêmeas ovipositam, em média, 70 ovos nas superfícies dos grãos ficando aderidos através de uma secreção. Ao eclodirem, as larvas penetram nos grãos e se alimentando do conteúdo interno. No interior dos grãos transformam-se em pupas e após a emergência os adultos perfuram um orifício de saída. Apresentam-se na proporção de uma fêmea para um macho (QUINTELA et al, 1981; GALLO *et al.*,2002; EMBRAPA, 2005).



**Figura 01.** (A) Adulto de *C. maculatus* e (B) Grãos de feijão-caupi infestados

Fonte: Silva, P. H. S. e Costa, S.M.D.M.

O ciclo biológico deste inseto dura aproximadamente 21 dias, podendo variar de acordo com as condições de temperatura e umidade, onde a fase larval é de 14 dias, a fase pupal é de 6 dias e os adultos tem uma longevidade de 7 a 9 dias. (GALLO *et al.*,2002).

### 2.3.2. Danos

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 insetos de *C. maculatus* são classificados como pragas primárias, capazes de romper o grão e atingir o endosperma, do qual se alimentam. Além disso, seu

desenvolvimento ocorre no interior dos grãos, o que possibilita a entrada de outros contaminantes (MATIOLI; ALMEIDA, 1979; SANTOS 2008, BARBOSA, 2010), como por exemplo a infestação de fungos.

Este inseto ataca os feijões do gênero *Vigna*, em especial de *V. unguiculata*, destacando-se como uma das principais pragas do feijão-caupi armazenado, devido ao seu potencial depreciativo e de ocorrência mundial, reduzindo o peso e a qualidade dos grãos, bem como o poder germinativo das sementes (SANTOS, 1976, DONGRE *et al.* 1996),

O retardamento da colheita do feijão-caupi pode propiciar a infestação das sementes por carunchos ainda no campo, onde as fêmeas põem, em média, 80 ovos, os quais são depositados na superfície dos grãos. Após a eclosão, as larvas penetram nas sementes, onde se alimentam e empupam logo que as vagens amadurecem, e esta infestação pode ser intensificada nas condições de armazenamento, principalmente quando a temperatura e a umidade relativa são favoráveis (FREIRE FILHO *et al.*, 2005; SANTOS, 1976; SMIDERLE *et al.*, 2009), proporcionando redução do peso e da qualidade dos grãos, bem como o poder germinativo e vigor das sementes (SANTOS, 1976; DONGRE *et al.*, 1996; LIMA *et al.*, 2001 b; COSTA; BOIÇA JUNIOR, 2004). A presença de ovos ou de insetos adultos ocasiona uma desvalorização comercial do produto (LIMA, *et al.*, 2001).

A infestação deste bruquídeo pode ser feita através de ovos, larvas ou adultos, que juntamente com as vagens, grãos ou sacarias, chegam aos armazéns, infestando também os grãos já existentes. Dessa forma, grãos sadios provenientes do campo podem ser infestados nos armazéns quando medidas preventivas de controle não são tomadas (SILVA; CARNEIRO, 2000). Portanto, *Callosobruchus maculatus* apresenta infestação cruzada.

De acordo SOUTHGATE (1979) os carunchos da família Bruchidea atacam principalmente grãos de fabáceas (leguminosas), e, cerca de 20 espécies pertencentes a seis gêneros, desenvolvem-se nestes grãos armazenados, os quais são consumidos pelo homem. Contudo diante da necessidade de armazenar produtos com a finalidade de consumo humano, criou-se as condições ideais para insetos trazidos do campo. Neste

contexto o caruncho *C. maculatus* é a mais importante praga de pós-colheita, sendo responsável pela quase totalidade das perdas ocorridas nos grãos armazenados (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005), podendo tornar os grãos mais suscetíveis ao fenômeno de endurecimento e a maiores infestação de insetos, além de mudanças indesejáveis na textura e sabor, degradação de fitatos e metionina, aumentando o tempo de cocção (MARTIN-CABREJAS et al., 1997).

Entre os danos ocasionados por *C. maculatus*, estão: perda de massa, diminuição no valor nutritivo, menor poder germinativo e danos indiretos, a exemplo de baixo valor comercial, devido ao hábito alimentar dessas pragas, onde na fase larval abre galerias, além de enorme presença de insetos mortos, ovos e excrementos (ALMEIDA et al., 2005), além de permitir a entrada de microorganismos e ácaros e o aquecimento do grão (DOBIE,1981).

NAKANO e SILVEIRA NETO (1975) cita que as condições ambientais de armazenamento são altamente favoráveis ao desenvolvimento de insetos devido ao ambiente bastante estável e por constituir-se fonte natural de alimentos para estes insetos. Segundo PÁBON et al., 1976, os danos causados por *C. maculatus* é a causa mais importante de perda pós-colheita do feijão-caupi, nos trópicos, variando de 10 a 30% e WINDL (1969) cita que em termos mundiais, as perdas nos grãos armazenados ascendem a cerca de 30% da produção, e segundo GORGATTI NETO & ROCHA (1972), e perdem-se no Brasil, por ano, aproximadamente 40% da produção agrícola, uma vez que as condições de armazenamento no meio rural são precárias (PAES et al., 1993; SGARBIERO, 2001), e PASCUAL-VILLALOBO & BALLESTA-ACOSTA (2003) cita que nas regiões Norte e Nordeste, 90% dos danos de insetos às sementes de caupi são causados pelo *C. maculatus* e sua infestação em grãos armazenadas pode alcançar 50% dentro de 3 a 4 meses de armazenamento não adequado.

Bastos (1973) cita que os danos de *C. maculatus* de 5 e 100% em grãos provocaram desvalorização comercial de 53,3% e 81,27%, respectivamente. Segundo SANTOS e VIEIRA (1971) grãos de feijão-caupi com um, dois, três e quatro furos tiveram a germinação reduzida em 18,3; 51,7; 66,7 e 100%, respectivamente. Devido a larva deste caruncho se alimentarem dos grãos, a perda em peso em peso é elevada e, quando essa perda chega a 25% compromete significativa a qualidade nutricional do produto, e seu valor

nutritivo passa a ser uma perda considerável (MATIOLI, ALMEIDA, 1979; VENDRAMIM et al., 1995).

### **2.3.3. Estratégias de Controle**

#### **2.3.3.1. Controle químico**

Segundo Casa (2005) o controle do *C. maculatus* em grãos armazenados de feijão-caupi através de produtos químicos é utilizado em larga escala por pequenos e grandes produtores, onde muitas vezes não utilizam o inseticida conforme a instrução de uso e normas de segurança, por este motivo os insetos adquiriram resistência à determinadas dosagem ou princípio ativo, com isso o(s) inseticida(s) convencionais vem a cada ano que se passa perdendo a sua eficácia sobre a infestação, além de apresentar um poder residual longo e conseqüentemente contaminação no meio ambiente, principalmente para os manipuladores que não utilizam os equipamentos de proteção individual.

#### **2.3.3.2. Utilização de óleos essenciais**

Silva (2011) relata que métodos alternativos vêm sendo utilizado em pouca escala por alguns grupos sociais que procuram um modo de vida mais saudável ou até mesmo agricultores familiares, recursos naturais provenientes de partes vegetativas de plantas que podem fornecer matéria prima como extratos ou óleos, tem sido indagado por pesquisadores de várias áreas científicas, por ter ações como inseticida natural, repelente, inibidor de alimentação, desregulador de crescimento etc. Os óleos essenciais são comumente constituídos por terpenóides voláteis, como os monoterpenos e sesquiterpenos (AHN et al. 1998), apresentando grande potencial a ser explorado no controle de pragas agrícolas e urbanas, como uma alternativa barata e ecológica aos inseticidas sintéticos (ISMAN, 2006).

#### **2.3.3.3. Resistência de plantas**

Os estudos sobre a resistência de plantas a insetos começaram por volta do séc. XIX, na França, com o controle *Phylloxera vitifolia* usando porta enxertos resistentes. Na década de 40, os Estados Unidos obtiveram três cultivares de trigo resistentes à mosca de Hesse e cultivares de alfafa resistente ao pulgão *Therioaphis maculata*. No Brasil,

criaram cultivares de sorgo resistente a *Contarinia sorghicola* inseto que causa 80-100% de perdas na lavoura (BUENO, 2006).

O termo resistência de plantas a inseto foi definida por Painter (1951) como a soma relativa das qualidades hereditárias da planta, a qual influencia o resultado do grau de dano que o inseto causa, contudo Rosseto (1973) diz que uma planta resistente é aquela que devido à sua constituição genotípica é menos danificada que outra, em igualdade de condições.

A resistência de plantas a insetos foi classificada por Painter (1951) em três categorias: não-preferência (ou antixenose), antibiose e tolerância. Uma planta pode ter ao mesmo tempo os três tipos de resistência, já que os fatores genéticos que os condicionam podem ser independentes.

A antibiose produz um efeito adverso sobre a biologia do inseto, causado por ingestão pelo inseto de componentes químicos (aleloquímicos). Estes elementos podem intoxicar uma praga ou prolongar o seu período de desenvolvimento. A resistência tipo não-preferência ou antixenose, envolve fatores que interferem na etologia do inseto (comportamento), 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 à planta resistir ou recuperar-se dos danos provocados pelo inseto (PLANT RESITANCE TO INSECT AND DISEASES, 2012). Isso explica porque alguns cultivares apresentam maior capacidade de tolerar o ataque de praga, o que leva a uma menor redução da quantidade e/ou qualidade da produção (LARA ,1991; GALLO et al., 2002).

Rosseto (1967) cita que todos os métodos de controle tem suas vantagens e limitações, e o uso de cultivares resistentes não é a solução para todos os problemas, mas deve ser incluído como opção em programa amplo e racional de controle integrado.

O emprego de cultivares resistentes constitui uma das estratégias mais promissoras no manejo de *C. maculutus*, devido a facilidade de utilização, baixo custo, compatibilidade com outras estratégias de controle, além de não causar impacto ao meio

ambiente e por provocar a redução de infestações de pragas, não interferindo nos demais métodos de controle (ARRUDA, BATISTA,1998; LIMA et al., 2001).

O controle de pragas através do método de resistência de plantas a inseto apresenta algumas vantagens: facilidade de adoção, especificidade, relativa harmonia com o ambiente, persistência, efeito cumulativo, baixo custo, compatibilidade com outros métodos de controle na maior parte dos casos. Porém este método apresenta as seguintes limitações: longo tempo para desenvolvimento, limitações genéticas da planta (ausência de genes para resistência), ocorrência de biótipos, características conflitantes (algumas plantas podem apresentar fatores de resistência a alguns insetos que conferem maior suscetibilidade a outros, ou mesmo reduzem a produção).

Segundo Lima (2005), em países produtores de feijão-caupi, o uso de cultivares resistentes é uma alternativa promissora, por diminuir danos e perdas durante o armazenamento. Segundo o mesmo autor muitos estudos têm procurado escolher fontes de resistência a *C. maculatus*, no entanto poucas fontes têm sido identificadas, o que tem inibido o desenvolvimento de cultivares resistentes.

Barreto e Quindaré (2000) testaram diferentes cultivares de feijão-caupi e apresentaram variabilidade quanto à preferência para postura, número de insetos emergidos e número de sementes danificadas. Dentro dos parâmetros avaliados, verificou-se que as cultivares EVx37-1SE e EVx37-2E sofreram menores danos pelo caruncho e as variáveis número de ovos, número de insetos emergidos e número de sementes danificadas mostraram-se positivas e significativamente correlacionadas entre si.

Marsaro Jr. e Vilarinho (2011) avaliou a resistência de doze cultivares de feijão-caupi, *V. unguiculata*, com relação ao ataque de *C. maculatus* em condições de armazenamento, onde as cultivares BRS Mazagão e Vita 7 foram genótipos mais suscetíveis apresentando as maiores médias para as variáveis número de insetos emergidos e massa seca consumida dos grãos e as menores médias para a variável ciclo biológico. As cultivares BR 17 Gurguéia e BRS Cauamé foram as mais resistentes ao ataque de *C. maculatus*. Também foi observado que o ciclo biológico de *C. maculatus* foi mais longo nessas cultivares (BR 17 Gurguéia = 27,39 dias e BRS Cauamé = 26,54 dias), indicando que elas foram as menos adequadas para a oviposição e/ou desenvolvimento das larvas. Costa e Boiça Jr. (2004), encontraram resultados semelhantes a este trabalho.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local dos Experimentos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Meio Norte, em Teresina, PI. O material genético utilizado foi procedente de 08 (oito) cruzamentos de linhagens de feijão-caupi oriundas do banco de germoplasma pertencente à Embrapa Meio-Norte. Os parentais selecionados para cruzamento foram oriundos do programa de melhoramento vegetal da Embrapa Meio-Norte, conforme a Tabela 1.

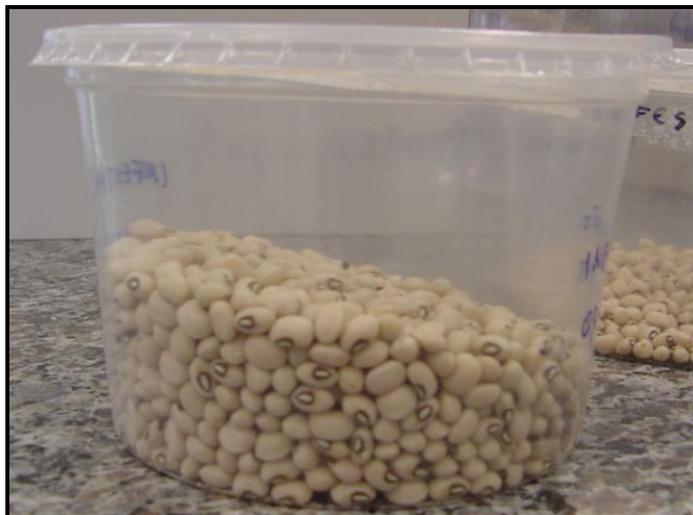
**Tabela 1.** Código do cruzamento e respectivos parentais cruzados para avaliação da resistência a *C. maculatus*.

<b>Código do cruzamento</b>	<b>Parentais cruzados</b>
MNC09-985	IT81D-1045 SEX MNC01-614F-20
MNC09-986	IT81D-1045 SE X MNC01-631F-11
MNC09-987	IT81D-1045 SE X MNC01-631F-20-5
MNC09-988	IT81D-1045 SE X MNC02-689F-11
MNC09-989	IT81D-1045 SE X Vita 3
MNC09-991	IT81D-1045 SE X IT98K-1101-5
MNC09-992	IT81D-1045 SE X PI-58.266-9
MNC09-995	IT85D-1045 SE X IT92KD-279-3

#### 3.2. Criação estoque de *C. maculatus*

Para obtenção dos insetos *C. maculatus*, estes foram multiplicados em grãos de feijão-caupi da cultivar BRS-GUARIBA comprovadamente suscetível a esse inseto. O feijão infestado foi acondicionado em frascos de plásticos com capacidade para 500 ml, com tampas teladas, com a finalidade de permitir as trocas gasosas e para a proteção contra agentes biológicos externos, e mantidos dentro de B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) à temperatura de  $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; umidade relativa de  $60\pm 10\%$  e fotofase de 12

horas (Figura 2). A cada 30 dias os feijões da criação eram peneirados para novas infestações.



**Figura 2:** Criação de *C. maculatus*.  
Foto: Costa, S.M.D.M.

### **3.3. Obtenção e multiplicação dos genótipos de feijão-caupi.**

A geração F<sub>1</sub> dos cruzamentos parentais foram multiplicadas em condições de telado antiafídico, no mes de dezembro no ano 2009. A colheita das sementes da geração F<sub>2</sub> foi realizado o mês de abril de 2010. A multiplicação da geração F<sub>2</sub>, para obtenção da da geração F<sub>3</sub>, foi realizado no mês de setembro do ano de 2011, adotando o espaçamento de 0,75 m entre fileiras e 0,25 m entre covas, com 03(três) plantas por cova, conforme a Figura 02. Os stands dos cruzamentos dos parentais IT85D-1045 SE X PI-58 -266-3 foi de 805 plantas; do IT85D-1045 SE X IT92KD-279-3 de 627 plantas; do IT81D-1045 SE X MNC01-614F-120 de 719 plantas; do IT85D-1045 SE X MNC01-631F-11 de 902 plantas; do IT85D-1045 SE X Vita 3 de 962 plantas; do IT85D-1045 SE X IT98K-1101 de 461 plantas; do IT85D-1045 SE X PI-58.266-9 de 461 plantas; do IT85D-1045 SE X MNC01 631F-20-5 de 1011 plantas; e do IT85D-1045 SE X MNC01 689F-11 de 740 plantas.

Também foi multiplicado sementes de quatro genótipos utilizada como testemunhas em condições de telado descrito anteriormente (Figura 3), sendo duas linhagens resistentes ao ataque *C. maculatus*: IT81D-1045 Semi Ereto e IT81D-1053, e

cultivares suscetíveis: BR-17 GURGUEIA e BRS-GUARIBA, procedente do Banco de Sementes da Embrapa Meio-Norte.



**Figura 3.** Multiplicação de sementes de feijão-caupi.  
Foto: Costa, S.M.D.M.

Após a colheita e beneficiamento das sementes da geração  $F_3$ , estas foram colocadas em bandejas e levadas para a estufa a uma temperatura de  $40^\circ\text{C}$  por um período de 24 horas, depois retiradas e acondicionadas em sacos plásticos, posteriormente colocadas em um freezer a uma temperatura de  $-5^\circ\text{C}$  para eliminação de eventuais infestações de *C. maculatus* no campo.

### **3.4. Teste sem chance de escolha**

A avaliação da resistência foi realizada através de teste sem chance de escolha com oito genótipos da geração  $F_3$  obtidos dos cruzamentos realizados e quatro testemunhas: IT85D-1045 SE X PI-58 -266-3; IT85D-1045 SE X IT92KD-279-3; IT81D-1045 SE X MNC01-614F-120; IT85D-1045 SE X MNC01-631F-11 de 902; IT85D-1045 SE X Vita 3; IT85D-1045 SE X IT98K-1101; IT85D-1045 SE X PI-58.266-9; IT85D-1045 SE X MNC01 631F-20-5; IT85D-1045 SE X MNC01 689F-1; IT81D-1045 SE; IT81D-1053; BR-17 GURGUIA e BRS-GUARIBA.

Para tanto as sementes foram retiradas do freezer e mantidas no laboratório por um período de 48 horas, para entrarem em equilíbrio higroscópico. Ocorrido este período, em recipientes plásticos com capacidade para 200 ml com tampa perforada (Figura 4), foram colocados 200 gramas de cada um dos genótipos em estudo, juntamente com 20 insetos adultos não sexados, com até 48 horas de idade e seleccionados da criação ao acaso. Os insetos permaneceram confinados por um período de cinco dias para postura nos grãos, sendo posteriormente descartados.



**Figura 4:** Diferentes genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata*.

Foto: Costa, S.M.D.M.

As variáveis analisadas foram:

- 1. Número de ovos viáveis e inviáveis** - A contagem dos ovos deu-se a partir do oitavo dia da infestação, possibilitando, desse modo, a distinção mais segura, com o auxílio de uma lupa com aumento de 12x, fazendo-se a distinção dos ovos viáveis (de coloração branco firme) e inviáveis (de coloração hialina) (COSTA; BOIÇA JÚNIOR, 2004). A contagem de ovos foi realizada de forma direta em todos os grãos de cada parcela e o número encontrado foi registrado.

- 2. Porcentagem de ovos viáveis:** foi calculada a relação entre o número de ovos viáveis e o total de ovos na parcela.

**3. Número de insetos emergidos:** o início da emergência foi observada a partir do 25º dia após a infestação, efetuando-se daí por diante avaliações diárias dos tratamentos. Cada parcela era peneirada e os insetos emergidos eram contados e acondicionados em recipientes vedados e em seguida guardado em freezer. As avaliações foram finalizadas quando se observou cinco dias consecutivos sem emergência de adultos.

**4. Porcentagem de insetos emergidos:** foi calculada a relação entre o número total de indivíduos emergidos e o número de ovos viáveis em cada parcela.

**5. Número de grãos não danificados:** Para avaliar o dano causado pelo *C. maculatus*, os grãos que apresentaram orifícios foram considerados danificados e os mesmos foram separados e contados.

**6. Peso médio de insetos:** Os insetos acondicionados no freezer durante a emergência foram retirados do freezer e expostos em condição ambiente para ocorrer a perda de umidade durante 48 horas, sendo posteriormente pesado em balança de precisão. O cálculo foi obtido através da razão do peso de insetos emergidos em cada parcela (repetição) e o número de insetos emergidos.

**7. Período de desenvolvimento (ovo - adulto):** somatório dos dias transcorridos a partir da infestação das parcelas até o dia da emergência do último *C. maculatus* (Fabr.). É calculado pela fórmula  $\sum x \cdot f / \sum x$ , onde  $x = n^\circ$  de adultos emergidos no dia;  $f = n^\circ$  de dias para emergência.

### **3.5. Análise Estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos e cinco repetições. Os dados referentes viabilidade de ovos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo os cruzamentos agrupados pela média através do teste de Scott- Knott ( $P < 0,01$ ) (Scott-Knott 1974).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados as médias do número total de ovos, ovos viáveis e porcentagem de ovos viáveis de *C. maculatus* depositados nas sementes de diferentes genótipos de *V. unguiculata*.

A média geral da quantidade de ovos foi de 763,50 ovos, ocorrendo uma variação de 340 ovos para o genótipo IT81-D-1045-SE (resistente) a 801,40 para o genótipo BR-17 GURGUEIA (suscetível). Contudo ocorreram diferenças significativas para os genótipos IT81-D-1045-SE e IT81-1053 os quais são genótipos resistentes. Os mesmos apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição. Os valores de oviposição encontrados diferem de Silva (2010) e Soares (2012), que encontram um elevado número de ovos.

No que se refere ao número de ovos viáveis, observou-se que houve diferença significativa entre as médias. Desta forma o cruzamento IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 (18,14), e os genótipos IT81-D-1045-SE (13,76) e IT81-D-1053 (13,79) foram os que apresentaram os menores valores de ovos viáveis, quando comparados aos demais genótipos. Barreto e Quindaré (2000) citam que as cultivares mais ovipositadas, nem sempre são as mais suscetíveis, pois fatores presentes nas sementes podem interferir no desenvolvimento larval do inseto, revelando resistência.

A distribuição dos genótipos mais ou menos preferidos não se alterou quando foi considerada a porcentagem de ovos inviáveis. A linhagem IT81D-1045-SE se destacou com a menor porcentagem, porém não ocorreram diferenças significativas entre si.

**Tabela 2.** Números total de ovos totais viáveis e inviáveis e porcentagem de ovos inviáveis de *Callosobruchus maculatus*, em sementes de diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.

<b>Cruzamento / Genótipos</b>	<b>Nº total de ovos</b>	<b>Nº Ovos viáveis</b>	<b>Nº de ovos inviáveis</b>	<b>% de ovos viáveis</b>
IT81D-1045-SE X PI-58.266-9	542,80 a	484,60 a	58,20 b	2,14 b
IT81D-1045-SE X IT92KD-279-3	672,80 a	539,80 a	133,00 b	3,94 b
IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120	740,60 a	623,00 a	117,60 b	3,16 b
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11	642,00 a	552,80 a	89,20 b	2,76 b
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-20-5	615,20 a	422,40 a	192,80 a	6,26 a
IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11	696,20 a	442,80 a	253,40 a	7,28 a
IT81D-1045-SE X VITA 3	733,40 a	454,00 a	279,40 a	7,62 a
IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5	590,00 a	336,40 b	253,60 a	8,58 a
IT81-D-1045-SE	340,00 b	199,60 b	140,40 b	8,26 a
IT81-D-1053	348,00 b	196,40 b	151,60 b	7,82 a
BR-17 GURGUEIA	799,40 a	595,00 a	204,40 a	5,12 b
BRS-GUARIBA	801,40 a	595,80 a	160,60 b	3,97 b
<b>MEDIA</b>	<b>763,50</b>	<b>453,55</b>	<b>169,51</b>	<b>4,37</b>
<b>F</b>	<b>2,39*</b>	<b>3,75**</b>	<b>4,08**</b>	<b>0,18**</b>
<b>CV (%)</b>	<b>19,01</b>	<b>20,65</b>	<b>24,35</b>	<b>25,49</b>

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scoot-knott, a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). \*\* significativo a 1%.

Na Tabela 3 são apresentados os valores do número de insetos emergidos de *C. maculatus*, nos diferentes genótipos. Observou-se diferença significativa entre os genótipos, sendo que o genótipo IT81-D-1053 apresentou menor valor de insetos emergidos, contrastando com a cultivar suscetível BRS GUARIBA apresentando o maior valor (391,60) insetos emergidos. Entre os genótipos avaliados, ocorreram diferenças significativas. Os cruzamentos IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11 e IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120 apresentaram os maiores números de insetos emergidos. Já os

menores números de insetos emergidos ocorrem nos cruzamentos IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 e IT81D-1045-SE X PI-58.266-9, apresentando indícios resistência moderada tipo antibiose, para estes genótipos.

Para o parâmetro porcentagem de insetos emergidos de *C. maculatus*, ocorrem diferenças significativas entre os genótipos apresentado na Tabela 3. Costa e Boiça Jr. (2004), afirma que a variável porcentagem de adultos emergidos para avaliação da resistência de grãos de feijão-caupi, é considerado de grande relevância. Para avaliação da resistência de grãos de feijão-caupi a *C. maculatus* nas linhagens IT81-D-1053 e IT81-D-1045-SE obtiveram os menores valores em contraste com as cultivares BRS-GUARIBA e R-17 GURGUEIA. Os cruzamentos IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5, IT81-D-1045-SE X PI-58.266-9, IT81-D-1045-SE X VITA, IT81-D-1045-SE X MNC02-689F-11 e IT81-D-1045-SE X IT92KD-279-3 apresentaram valores com indícios de resistência moderada a *C. maculatus*.

**Tabela 3:** Valores médios do nº de insetos adultos emergidos dos diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.

<b>Cruzamento / Genótipos</b>	<b>Insetos emergidos</b>
IT81D-1045-SE X PI-58.266-9	254,80 b
IT81D-1045-SE X IT92KD-279-3	310,60 b
IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120	338,00 a
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11	377,40 a
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-20-5	271,00 b
IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11	266,00 b
IT81D-1045-SE X VITA 3	265,80 b
IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5	190,60 b
IT81-D-1045-SE	21,00 c
IT81-D-1053	13,80 c
BR-17 GURGUEIA	391,60 a
BRS-GUARIBA	452,80 a
<b>MEDIA</b>	<b>262,78</b>
F	13,81 **
CV (%)	22,06

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scoot-knott, a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). \*\* significativo a 1%.

Com relação ao parâmetro número de grãos não danificados (Tabela 4), dentre os genótipos avaliados, ocorreram diferenças significativas. As linhagens IT81-D-1053 e IT81-D-1045-SE e os cruzamentos IT81-D-1045-SE X PI-58.266-9 e IT81-D-1045-SE X IT92KD-279-3 apresentaram os maiores valores, tendo os mesmos apresentado os menores números de insetos emergidos. Observa-se que as cultivares BRS-GUARIBA e BR-17 GURGUEIA e o cruzamento IT81-D-1045-SE X MNC01-631F-11 apresentaram

os menores valores de grãos não danificados e também os maiores valores de insetos emergidos, apresentando-os suscetíveis ao *C. maculatus*.

Para o parâmetro número de grãos danificados dentre os genótipos avaliados, ocorreram diferenças significativas. A cultivar BR-17 GURGUEIA e o cruzamento IT81-D-1045-SE X MNC01-631F-11 apresentaram os maiores valores de grãos danificados, apresentando indícios de suscetibilidade ao *C. maculatus*. Já os menores valores foram encontrados nos cruzamentos IT81-D-1045-SE X MNC01-631F-20-5, IT81-D-1045-SE X MNC02-689F-11, IT81D-1045-SE X VITA 3 e IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5, mostrando indícios de transferência da característica de resistência moderada tipo antibiose.

Os dados de porcentagem de grãos não danificados mostram que as linhagens IT81-D-1053 e IT81-D-1045-SE apresentaram maiores valores, em contraste com as cultivares BR-17 GURGUEIA e BRS-GUARIBA.

**Tabela 4:** Média ( $\pm$  EP) do número de não grãos danificados, grãos danificados e porcentagem de grãos não danificados por *Callosobrucus maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.

<b>Cruzamento / Genótipos</b>	<b>Grãos não danificados</b>	<b>Grãos danificados</b>	<b>% de grãos não danificados</b>
IT81D-1045-SE X PI-58.266-9	936,00 a	268,40 b	77,74 c
IT81D-1045-SE X IT92KD-279-3	859,80 a	319,40 a	72,82 c
IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120	717,80 c	384,40 a	65,12 d
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11	656,00 c	405,80 a	61,78 d
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-20-5	673,40 c	230,80 b	74,64 c
IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11	726,40 c	230,80 b	75,94 c
IT81D-1045-SE X VITA 3	822,20 b	209,60 b	80,06 b
IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5	802,80 b	152,40 b	84,00 b
IT81-D-1045-SE	1011,80 a	12,00 c	98,78 a
IT81-D-1053	1047,40 a	11,00 c	98,94 a
BR-17 GURGUEIA	756,40 c	494,20 a	60,28 d
BRS-GUARIBA	672,00 c	359,60 a	63,04 d
<b>MEDIA</b>	<b>806,83</b>	<b>256,53</b>	<b>76,09</b>
<b>F</b>	<b>4,76**</b>	<b>18,78**</b>	<b>5,33 **</b>
<b>CV (%)</b>	<b>9,11</b>	<b>21,02</b>	<b>8,58</b>

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scoot-knott, a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). \*\* significativo a 1%;

O peso médio de *C. maculatus* emergidos dos diferentes genótipos (Tabela 5), não apresentou diferenças estatísticas significativas.

**Tabela 5:** Peso médio ( $\pm$ EP) de *Callosobruchus maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.

<b>Cruzamento / Genótipos</b>	<b>Peso médio do inseto (g)</b>
IT81D-1045-SE X PI-58.266-9	0,02 a
IT81D-1045-SE X IT92KD-279-3	0,02 a
IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120	0,02 a
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11	0,02 a
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-20-5	0,03 a
IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11	0,03 a
IT81D-1045-SE X VITA 3	0,03 a
IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5	0,03 a
IT81-D-1045-SE	0,03 a
IT81-D-1053	0,06 a
BR-17 GURGUEIA	0,03 a
BRS-GUARIBA	0,04 a
<b>MEDIA</b>	<b>0,05</b>
F	0,76 <sup>ns</sup>
CV (%)	32,00

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scoot-knott, a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ). \*\* significativo a 1%;

O período de desenvolvimento ovo-adulto do caruncho *C. maculatus* nos genótipos, está apresentada na Tabela 6. Verifica-se diferenças significativas entre os genótipos, sendo que as cultivares susceptíveis BR17 Gurgueia e BRS Guariba, apresentaram os menores valores (6,77 e 6,66 respectivamente), confirmando que são susceptíveis ao ataque de *C. maculatus*, enquanto os demais genótipos apresentaram período de desenvolvimento maiores, indicando uma resistência por antibiose ao ataque *C. maculatus*. Quando se compara os cruzamentos com as linhagens IT81-D-1045-SE e IT81-D-1053 que são testemunhas resistentes, os resultados não diferem entre si.

Araújo e Watt (1988) relataram a relevância do alongamento do período de ovo a adulto, como forte indicador de resistência por antibiose em feijão-caupi.

**Tabela 6:** Período médio de desenvolvimento de ovo a adulto (dias) de *C. maculatus* em diferentes genótipos de feijão-caupi. Temperatura:  $25 \pm 5$  °C e UR:  $60 \pm 10\%$ . Teresina - PI, 2013.

<b>Cruzamento / Genótipos</b>	<b>Período de desenvolvimento de ovo a adulto (dias)</b>
IT81D-1045-SE X PI-58.266-9	56,52 a
IT81D-1045-SE X IT92KD-279-3	54,64 a
IT81D-1045-SE X MNC01-614F-120	54,04 a
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11	52,08 a
IT81D-1045-SE X MNC01-631F-20-5	58,16 a
IT81D-1045-SE X MNC02-689F-11	57,16 a
IT81D-1045-SE X VITA 3	59,44 a
IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5	58,16 a
IT81-D-1045-SE	54,98 a
IT81-D-1053	52,30 a
BR-17 GURGUEIA	46,42 b
BRS-GUARIBA	44,40 b
MEDIA	54,02
F	3,2191
CV (%)	5,59

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scoot-knott, a 1% de probabilidade (  $p < 0,01$ ). \*\* significativo a 1%;

## 6. CONCLUSÕES

A geração F<sub>3</sub> descendente do cruzamento Os cruzamentos IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 e IT81-D-1045-SE X PI-58.266-9, apresentam resistência do tipo antibiose, devido ao número de insetos emergidos e período de desenvolvimento ovo-adulto, em contraste com os cruzamentos IT81D-1045-SE X MNC01-631F-11 e IT81-D-1045-SE X MNC01-614F-120 onde apresentam suscetíveis ao ataque *C. maculatus*. As linhagens IT81-D-1045-SE e IT81-D-1053, confirmam ser resistente do tipo não-preferência por oviposição e antibiose ao *C. maculatus*. O cruzamento proveniente da geração F<sub>3</sub> IT81-D-1045-SE X IT98K-1101-5 e IT81-D-1045-SE X VITA 3 apresentam uma maior transferência da característica de resistência do tipo antibiose, dentre todos os cruzamentos avaliados.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Programas de melhoramento visando a obtenção de genótipos resistentes deve ser contínuo, sendo uma ferramenta de grande relevância nos estudos entomológicos com resistência de plantas a insetos. Uma vez que o uso de genótipos/plantas resistentes é um método de controle de pragas mais barato que pulverizações químicas, além de ter uma função de proteger o meio ambiente e de ação contínua.

Por não existir, na cultura do feijão-caupi, defensivos químicos como inseticidas, fungicidas, herbicidas, etc. registrado, no Ministério da agricultura para o controle de pragas, os estudos sobre resistência de plantas a insetos devem ser intensificados.

O uso de genótipos resistentes é extremamente útil para o produtor, pois além de não gerar um custo para o mesmo possibilita em muitos casos a utilização deste método com outros métodos de controle de pragas, como o controle biológico, químico e cultural, que poderá, num futuro próximo contribuir para a redução do uso de defensivos agrícolas minimizando, assim, os impactos ambientais provocado pelo o uso dos mesmos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. de A.C.; ALMEIDA, S.A. de; SANTOS, N.R. dos; GOMES, J.P.; ARAÚJO, M.E.R. **Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão *Vigna (Callosobruchus maculatus)***. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.9, n.4 , p.585-590, 2005.

BARRETO, P.D.; QUINDARÉ, M.A.W. **Resistência de genótipos de caupi ao caruncho**. R. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-BR, v. 35, n.4, p.779-785, abr.2000.

COSTA, N.P. da; BOIÇA JÚNIOR, A.L. **Efeito de genótipos de caupi. *Vigna Unguiculata (L) (Coleoptera:Bruchidae)***. Neotropical Entomology. N.33,v.1, p.077-083, 2004.

Damasceno-Silva KJ (2009) Estatística da produção do feijão-caupi no Brasil. **Grupocultivar**. Available at 2010. <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/estatistica.pdf>. Acesso: junho de 2013.

DONGRE, Diferentes genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata*.

Foto: Costa, S.M.D.M.

T.K; PAWAR, S.E; THAKARE, R.G. *et al.* **Identification of resistant sources to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*), in *Vigna Sep*. And inheritance of their resistance in black gram**. Journal of Stored Products Research. v. 32. p. 201-204, 1996.

EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Field Crops Research**. Amesterdan, v. 53, n. 1-3, p. 187-204, July 1997.

FREIRE FILHO, F. R. Genética do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA/EMBRAPA, 1988. p.159-229.

FREIRE FILHO, F. R. et. al. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. IV Reunião nacional de Biofortificação. Teresina, Piauí, Brasil, 2011.

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

FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a, 519 p.

FREITAS, J.B.S. **Mecanismos de reSEosta fisiológica ao estresse salino em duas cultivares contraste de feijão-caupi**. 2006. 134p. Dissertação Mestrado Universidade Federal do Ceara, Fortaleza.

HOWE, R.W.; CURRUE J.E. Some laboratory observation on the rates development, mortality and oviposition of several SEecies of bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin of Entological. London, v.55, n.3, p.437-477, 1964.

LARA, F. M.; **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2ª ed. São Paulo: Ícone, 1991.

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

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos armazenados**. Embrapa Trigo, 2001.

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. Atividades inseticida de óleos essências 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. DiSEonível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cargo/v32n3/a03v32n3.pdf>. Acesso em: 21 Mar. 2013.

ROCHA, M. de M.; **Produção de feijão-caupi no Estado do Piauí no biênio 2009/2010** DiSEonível em: <http://www.paginarural.com.br/artigo/2182/producao-de-feijao-caupi-no-estado-do-piaui-no-bienio-2009/2010>. Acesso: 20 mai. 2013.

SANTOS, J.H.R. dos. A SEctos da resistência de cultivares de *Vigna sinensis* (L.). Savi ao ataque do *Callosobruchus maculatus* (F. 1775)(Col., Bruchidae), mantidos no Estado do Ceará-Brasil. **Tese de Doutorado**. Piracicaba: ESALQ, 1976.194P.

SELLSCHOP, J. P. F. Cowpeas: *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Field Crop Abstracts**, Slough, v. 15, n. 4, p. 259-266, Oct./Dec. 1962.

SILVA, P.H.S. da; MOURA, L.C. de; CASTRO, M.J.P. de; FREIRE FIHLO, 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.

SMIDERLE, O.J. *et al.* Colheita e armazenamento de grãos e sementes. IN: ZILLI, J.E.; VILARINHO, A.A.; ALVES, JM.A. **A cultura do feijão-caupi na Amazonia brasileira**. Boa Vista: Roraima, 2009. Cap. 10, p. 327-356.

SOARES, L.L.L. **Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (fabr.) (Coleoptera: Crysomelidae)**. 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção vegetal)- Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

