

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A *CALLOSOBRUCHUS*  
*MACULATUS* (FABR.)**

por

**GISELE SANTOS BATISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Agosto – 2021

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A *CALLOSOBRUCHUS*  
*MACULATUS* (FABR.)**

por

**GISELE SANTOS BATISTA**

Comitê de Orientação:

Orientador, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daline Benites Bottega – IF Goiano/Campus Iporá

Coorientadores, Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz– IF Goiano/Campus Iporá

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

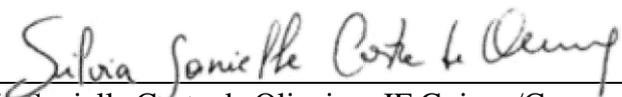
**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A *CALLOSOBRUCHUS*  
*MACULATUS* (FABR.)**

por

GISELE SANTOS BATISTA



Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daline Benites Bottega – IF Goiano/Campus Iporá

Examinadores:  \_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF Goiano/Campus Iporá



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Alves Rodrigues – IF Goiano/Campus Ceres



Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz – IF Goiano/Campus Iporá

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

Batista, Gisele Santos  
B B333r RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A  
CALLOSOBRUCHUS MACULATUS (FABR.) / Gisele Santos  
Batista; orientadora Daline Benites Bottega; co-  
orientador Sihélio Júlio Silva Cruz. -- Rio Verde,  
2021.  
51 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação  
em Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Rio Verde, 2021.

1. caruncho. 2. não preferência. 3. antibiose. I.  
Bottega, Daline Benites , orient. II. Cruz, Sihélio  
Júlio Silva , co-orient. III. Título.

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)                  | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)       | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                   | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Gisele Santos Batista

Título do trabalho:

Matrícula:

2019102331540063

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A CALLOSOBRUCHUS MACULATUS (FABR.)

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01 /03 /2022

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio verde,

25 /01 /2022

Local

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 7/2021 - GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO CAUPI A CALLOSOBRUCHUS MACULATUS (FABR.)**

Autora: Gisele Santos Batista  
Orientadora: Daline Benites Bottega

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 30 de agosto de 2021.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Alves Rodrigues  
Avaliadora externa - IF Goiano /  
Campus Ceres

Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz  
Avaliador interno - IF Goiano /  
Campus Iporá

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sílvia Sanielle Costa de  
Oliveira  
Avaliadora interna - IF Goiano /  
Campus Iporá

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daline Benites Bottega  
Presidente da Banca - IF Goiano /  
Campus Iporá

Documento assinado eletronicamente por:

- Sihelio Julio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/09/2021 09:42:16.
- Sílvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/08/2021 08:45:05.
- Camila Alves Rodrigues, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/08/2021 17:23:33.
- Daline Benites Bottega, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/08/2021 17:06:59.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/08/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 302195  
Código de Autenticação: a0f42faafc





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 32/2021 - GE-IP/CMPIPR/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA Nº 40 (QUARENTA)**  
**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos trinta dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e um, às 14h00min (quatorze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **GISELE SANTOS BATISTA**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.ª Dr.ª Daline Benites Bottega, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação que, em 30 min., procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Daline Benites Bottega	IF Goiano - Campus Iporá	Presidente
Silvia Sanielle Costa de Oliveira	IF Goiano - Campus Iporá	Membro interno
Sihélio Júlio Silva Cruz	IF Goiano - Campus Iporá	Membro interno
Camila Alves Rodrigues	IF Goiano - Campus Ceres	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Camila Alves Rodrigues, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/09/2021 10:49:09.
- Sihélio Julio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/09/2021 09:41:51.
- Silvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/08/2021 08:44:49.
- Daline Benites Bottega, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/08/2021 17:03:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/08/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 302196  
Código de Autenticação: bb5d24af0d



## DEDICATÓRIA

A meu pai, José Roberto Batista (“Zé Pimenta”), agricultor familiar.

Batalhador incansável e determinado diante dos espinhos da vida...

Sua labuta rural, seu suor...

Seu carinho e apego pela Mãe Terra...

Foi o que mais me motivou...

E, o que me permitiu chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre me fortalecer nos momentos de angústia.

À minha amada mãe Rozalina da Silva e Santos, por ser exemplo de caráter, amor, generosidade e fé.

Ao meu irmão José Augusto Santos Batista e ao meu pai José Roberto Batista, pela grande contribuição e apoio na condução deste trabalho.

A toda minha família.

A Elias Araújo Rocha Filho, por ser exemplo de vida e inspiração. Por estar sempre ao meu lado, me incentivando para que eu me torne uma pessoa melhor a cada dia.

A minha orientadora, Daline Benites Bottega, por não medir esforços durante o andamento deste trabalho, pela orientação paciente e pelos conhecimentos a mim transmitidos.

Ao meu coorientador, Sihélio Júlio Silva Cruz, por todo suporte.

A Paulo Henrique Soares, pesquisador da Embrapa Meio Norte e meu coorientador por todo apoio, dedicação e confiança.

Às amigas Miriam Adriana e Sarah Bueno, pela cumplicidade, amizade e amparo nos momentos difíceis.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, pelos conhecimentos e experiências que nos foram repassados, especialmente a professora Renata por sua paciência e amparo nos momentos difíceis.

Ao Instituto Federal Goiano, por mudar minha vida através do conhecimento.

Por último, e não menos importante, a todos os servidores e colaboradores do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde e Iporá!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT .....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
2.1. Aspectos Gerais da Cultura do Feijão-Caupi .....	8
2.2. Distribuição Geográfica, Aspectos Biológicos e Danos de <i>C. maculatus</i> .....	9
2.3. Controle de <i>C. maculatus</i> .....	11
2.4. Resistência de Planta .....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
3.1. Genótipos de Feijão-Caupi Avaliados.....	16
3.2. Criação de <i>C. maculatus</i> .....	20
3.3. Instalação e Condução dos Experimentos .....	20
3.3.1. Teste Com Chance de Escolha.....	20
3.3.2. Teste Sem Chance de Escolha .....	23
3.3.3. Teste Sem Chance de Escolha com a 1ª Geração de <i>C. maculatus</i> de Origem dos Genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> avaliados .....	27
3.4. Análise Estatística .....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29

5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

# RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A *CALLOSOBRUCHUS*

## *MACULATUS* (FABR.)

por

GISELE SANTOS BATISTA

Sob orientação da Professora Dr.<sup>a</sup> Daline Benites Bottega – IF Goiano

### RESUMO

Dentre as pragas que atacam a produção do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), o caruncho *Callosobruchus maculatus* é considerado a praga com maior índice de relevância na etapa do armazenamento. Há várias alternativas de controle para o *C. maculatus*, porém o de melhor acessibilidade, economia e viabilidade é o uso de cultivares resistentes, uma alternativa sustentável e de fácil acesso para o perfil de produtor na região oeste de Goiás. A intenção deste estudo foi identificar genótipos resistentes ao *C. maculatus*. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia do IF Goiano – Campus Iporá, para isso, utilizou-se dez genótipos de feijão-caupi em testes, com e sem chance de escolha, com 4 e 5 repetições, respectivamente. Avaliou-se ovos viáveis, inviáveis e total, massa seca consumida em massa seca consumida por inseto, período de ovo a adulto de fêmea, macho e total (fêmea + macho), longevidade de macho e fêmea, razão sexual, número de adultos emergidos (fêmea, macho e total) e porcentagem de adultos emergidos e oviposição da primeira geração de insetos provenientes do teste sem chance de escolha. Os dados foram submetidos ao teste de variância (Teste F), comparando-se as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com os resultados deste trabalho foi possível concluir que genótipo BRS Milênio apresenta resistência do tipo não preferência para oviposição a *C. maculatus*, no teste com chance de escolha, o genótipo IT81D1045 apresenta resistência do tipo antibiose, o BRS Pajeú possui resistência moderada do tipo antibiose e o BRS Guariba se revelou o mais suscetível ao ataque de *C.*

*maculatus.*

PALAVRAS-CHAVE: caruncho, não preferência, antibiose.

# RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI A *CALLOSOBRUCHUS*

## *MACULATUS* (FABR.)

por

GISELE SANTOS BATISTA

Sob orientação da Professora Dr.<sup>a</sup> Daline Benites Bottega – IF Goiano/Campus Iporá

### ABSTRACT

Among the pests that attack the cowpea (*Vigna unguiculata*) crop, the weevil *Callosobruchus maculatus* is considered the pest with the highest rate of relevance in the storage stage. There are several control alternatives for *C. maculatus*, but the one with better accessibility, economy and viability is the use of resistant cultivars, a sustainable and easily accessible alternative for the producer profile in the west region of Goiás. The intention of this study was to identify genotypes resistant to *C. maculatus*. The experiments were carried out at the Entomology Laboratory of the IF Goiano – Campus Iporá. For this purpose, ten cowpea genotypes were used in tests with and without a choice of choice with 4 and 5 repetitions, respectively. Viable, non-viable and total eggs, dry mass consumed, and dry mass consumed per insect, period from egg to adult of female, male and total (female + male), male and female longevity, sex ratio, number of emerged adults were evaluated (female, male and total) as well as the percentage of emerged adults and oviposition of the first generation of insects from the no-choice test. The data were submitted to the variance test (Test F), comparing the means by the Tukey test at 5% probability. With the results it was possible to conclude that the BRS Milênio genotype presents non-preference resistance to *C. maculatus*, in the free choice test, the IT81D1045 genotype presents resistance of the antibiosis type, the BRS Pajeú has moderate resistance of the antibiosis type and BRS Guariba proved to be the most susceptible to attack by *C. maculatus*.

KEY WORDS: weevil, not preference, antibiosis.

## 1. INTRODUÇÃO

Comumente conhecido como feijão-de-corda, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L)Walp) é um importante alimento com alto valor nutricional e grande fonte de proteínas, carboidratos, alto teor de fibra, vitaminas, minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios(Silva 2011). Com relação ao aspecto econômico, o feijão-caupi se destaca pelo seu baixo custode produção, por apresentar ciclo rápido, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade. Estes fatos a torna altamente viável as condições edafoclimáticas e socioculturais da região oeste de Goiás (Costa & Boiça Júnior 2004).

Em Goiás, há um hábito considerável de se consumir feijão-caupi, visto que parte significativa da população é oriunda da região norte e nordeste. Porém, a quantidade produzida não é suficiente para abastecer a mesa do consumidor goiano (Teixeira *et al.* 2010).

A região Nordeste é a responsável por cultivar a maior área de feijão-caupi na primeira safra, sendo plantados aproximadamente 388 mil hectares, com produção média de 170 mil toneladas, na safra 2020/2021. Na região Centro-Oeste, principalmente no Mato Grosso, a maior destinação de área para plantio de feijão-caupi é cultivada na segunda safra, sendo o principal estado produtor da cultura no período, representando mais de 36% do volume produzido nacionalmente (Conab 2021). A rusticidade e a boa tolerância a estresses hídricos fazem da espécie boa alternativa para a produção em regiões mais áridas e em períodos de escassez de chuvas (Freire Filho *et al.* 2008).

Dentre os vários fatores que podem afetar a produção do feijão-caupi, destaca-se a atuação das pragas. Elas prejudicam os diversos estádios de desenvolvimento da cultura no campo, além de danificarem os grãos armazenados, trazendo grandes prejuízos na cadeia produtiva. Uma praga de relevância agrônômica nesta cultura é o *Callosobruchus maculatus*

(Fabr. 1775), mais conhecido como “caruncho do feijão-caupi” (Medeiros *et al.* 2017). O seu ataque se inicia antes da colheita e intensifica na armazenagem (decorrentes da oviposição na superfície das sementes e posterior penetração das larvas pelo tegumento para alimentar-se do material de reserva), podendo servir como porta de entrada para outros patógenos, causar perda de peso, vigor, valor comercial, redução de nutrientes e vitaminas, e até mesmo chegar a perda total da produção (Kluthcouski *et al.* 2009, Freire Filho 2011, Vieira2011).

Há várias alternativas de controle para o *C. maculatus*, porém o de melhor acessibilidade, economia e viabilidade é o uso de cultivares resistentes (Vieira 2011). A resistência de plantas a insetos é considerada método de controle que apresenta vantagens sobre as demais, uma vez que não requer tecnologia sofisticada por parte dos agricultores, não interfere no meio ambiente, possui efeito cumulativo e persistente, não é poluente e reduz o uso de produtos fitossanitários (Boiça Júnior *et al.* 2014). Sendo uma alternativa sustentável e de fácil acesso para o perfil de produtor na região oeste de Goiás.

Tendo em vista a relação oferta/demanda do feijão-caupi e sua importância social, econômica e alimentar, mostram-se necessários e relevantes estudos sobre esta cultura. As pesquisas investigativas relacionadas ao sistema produtivo desta cultura na região oeste de Goiás não são facilmente encontradas na literatura.

Quanto ao tamanho dos imóveis rurais da região oeste de Goiás, há predomínio de propriedades de pequeno porte, as quais, em sua maioria, possuem área total inferior a 100 hectares (estrutura minifundiária). Geralmente, estes estabelecimentos utilizam mão de obra familiar para a realização de atividades, caracterizando a agricultura como predominantemente familiar e de baixo/médio nível tecnológico.

Considerando o nível tecnológico das propriedades agrícolas da região estudada, uma das formas de diminuir os custos de produção e melhorar a viabilidade econômica do cultivado feijão-caupi é a utilização de materiais genéticos mais rústicos (resistentes), que apresentem baixa demanda de investimentos em insumos. Portanto, o feijão-caupi é uma ótima alternativa

ao cultivo da safrinha em função de sua tolerância ao déficit hídrico, especialmente a partir do mês de março.

A intenção deste estudo é identificar genótipos resistentes ao *C. maculatus* que beneficiará de maneira considerável a realidade agrícola da região em foco, onde há déficit hídrico, baixo nível tecnológico e uso predominante de mão de obra familiar, tornando sua produção adequada e viável, sem grandes impactos ambientais, além de rentável. Outro objetivo é contribuir com informações que possam ser úteis à comunidade científica na área da engenharia genética.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos Gerais da Cultura do Feijão-Caupi

De origem africana, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) foi trazido para o Brasil por colonizadores portugueses em meados do século XVI. A cultura inicialmente foi instalada no estado da Bahia e posteriormente difundida por todo Nordeste. O caupi é conhecido por vários nomes devido a regionalização, os mais comuns são: feijão-macassa e feijão-de-corda, feijão-de-praia, feijão-da-colônia, feijão-de-estrada, feijão-miúdo, feijão-manteiguinha, feijão-fradinho, entre outros (Freire Filho 2011).

De acordo com a (Andrade Jr. 2002) o caupi é uma planta Dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*. Ainda, o feijão-caupi pode ser classificado em classes conforme a cor dos grãos: Branco, Preto, Cores e Misturados. Além da classificação por cor, a cultura pode ser classificada por classes e subclasses comerciais, sendo elas: Mulato liso, Sempre-verde, Branco liso, Branco rugoso e Fradinho.

O feijão-caupi tem suma relevância, não somente por ser um alimento rico em nutrientes e proteínas (em média 23%), mas, também, como gerador de riquezas. Sua finalidade principal, é o aproveitamento de grãos secos e verdes (colheita imatura) para consumo humano. No Brasil, a maior parte da produção tem sido comercializada de forma interna, principalmente pela região Nordeste, no entanto, a escala de exportação tem crescido muito nos últimos anos. Os países que mais importam a produção brasileira, são: Índia, Egito, Paquistão, Vietnã e Indonésia (Bastos 2016). Conforme (Freire Filho 2011) cita, que até no ano de 2010 foram lançadas 71 cultivares melhoradas, dentre elas, as cultivares biofortificadas com ferro e zinco.

De acordo com a (Conab 2021), o feijão-caupi é uma cultura que apresenta rusticidade bastante elevada a condições adversas, principalmente, ao déficit hídrico. Não é à toa que a região

Nordeste tem a maior área plantada do Brasil, sendo que os maiores produtores em primeira safra são Piauí (202,5 mil hectares) e Bahia (136 mil hectares) representando a cerca de 86% de área plantada. Regiões mais áridas como o Centro-Oeste e Sudeste também tem sua representatividade nessa cadeia produtiva, especialmente no estado do Mato Grosso e Minas Gerais. A safra 2020/2021 foi muito atípica, pois o clima no início do ciclo se apresentou favorável, mas nas últimas semanas a incidência de chuvas foi pouca, o que pode ter impactado muito o potencial produtivo do caupi. Porém, isso contribuiu ainda mais para que a região Centro-Oeste aumentasse a área plantada no cultivo do feijão-caupi na segunda safra. Visto que houve atraso no plantio da soja, encurtando ainda mais a janela de plantio da safrinha, tornando ainda mais vantajoso o cultivo do caupi (cultura de ciclo curto e rústica).

## **2.2. Distribuição Geográfica, Aspectos Biológicos e Danos de *C. Maculatus***

O feijão-caupi, em todas as fases de sua formação sofre diferentes ataques de pragas, especialmente, na etapa de armazenamento, acarretando muitos danos na cultura (Castro 2013). Pode-se abordar, que dentre as pragas que atacam a produção do feijão-caupi, o caruncho *C. maculatus* é considerado a praga com maior índice de relevância na etapa do armazenamento (Maina & Lale 2004).

De forma mais detalhada, o processo de ataque tem início ainda, durante a fase de crescimento da planta no campo e tem o ápice do desenvolvimento durante o processo de armazenamento. Esse inseto, causa danos as sementes como: perda de peso, alteração no processo germinativo, modificação da aparência, surgimento de excreção, ovos e insetos inertes, prejudicando assim, a comercialização (Brier 2010). (Simon *et al.* 2007) cita que o caruncho, provavelmente tenha surgido na Ásia, por haver dados que comprovem que há outras espécies idênticas no mesmo continente.

O caruncho *Callosobruchus* é pertencente do reino Animalia, filo Artropoda, classe Insecta, ordem Coleoptera, família Chrysomelidae, gênero *Callosobruchus* e espécie *C.*

*maculatus*. Além do nome científico, é conhecido popularmente como caruncho-do-caupi, bruquídeo-do-caupi, gorgulho-do-caupi e caruncho-do-caupi-sulista (Brier 2010).

O inseto possui ciclo de vida em média de 26 dias. O adulto é um besouro de aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentando élitros marrom-escuros com duas manchas pretas, que em repouso formam um “X” (Fig. 1). Sua infestação pode iniciar no campo, onde as fêmeas depositam, em média, 80 ovos sobre as superfícies dos grãos. Os ovos são de formato assimétrico, cor branca, medindo 0,5 mm de comprimento e 0,3 mm de largura, sendo depositados e aderidos aos grãos. Os ovos viáveis são de coloração branca opaca, enquanto os inviáveis são de coloração hialina (translúcidos). Com relação as larvas (Fig 2A) possuem coloração branca, cabeça marrom, formato curvilíneo e quando completamente desenvolvidas têm o comprimento de aproximadamente 3,0 mm; após a eclosão penetram diretamente nas sementes, e completam todo o seu desenvolvimento (Fig 2B) (Barbosa 2010, Castro *et al.* 2010).



Figura 1: Macho e fêmea de *Callosobruchus maculatus*. O macho, da esquerda é menor que a fêmea e possui coloração do élitro mais clara. Fonte da imagem (Gazziotin 2016).

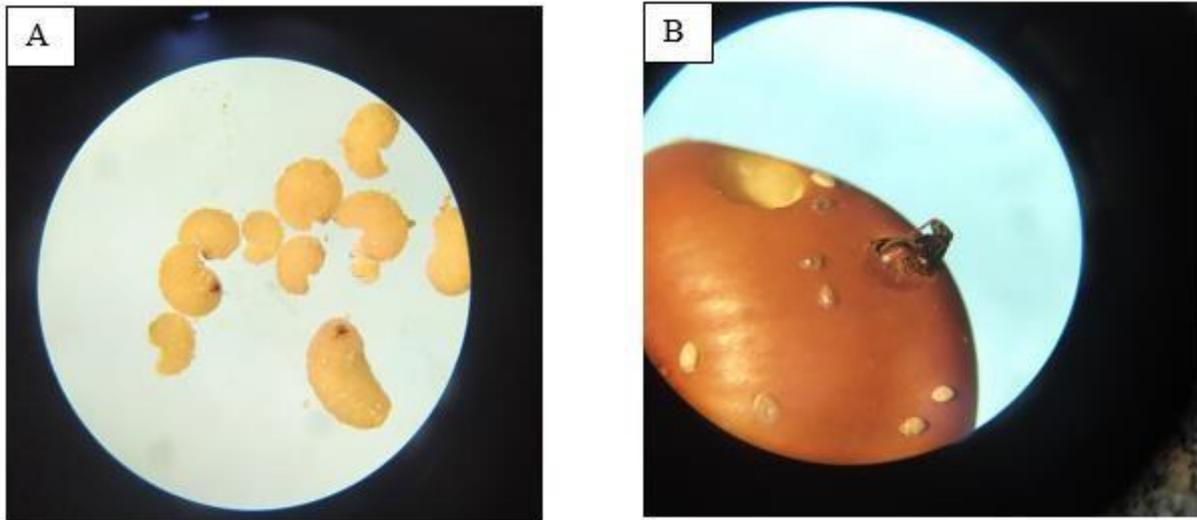


Figura 2: (A) Larvas de *Callosobruchus maculatus*. (B) Emergência do adulto de *Callosobruchus maculatus* em semente de feijão-caupi.

A contaminação ocasionada pelo caruncho é de fácil identificação, pois os ovos são depositados na superfície da semente, podendo ser vistas até mesmo sem a necessidade de equipamento de ampliação. Outro fator considerável para a contaminação são as colheitas durante o inverno e o período chuvoso, quando são armazenadas por um tempo longo, podem ocorrer com mais frequência a contaminação e a alteração das sementes (Brier, 2010).

O maior índice de contaminação é durante a etapa do armazenamento, porém, se houver o atraso da colheita, as infestações podem se iniciar ainda no campo (Carvalho *et al.* 2011, Marsaro Jr. & Vilarinho 2011).

### 2.3. Controle de *C. maculatus*

O ataque de insetos em sementes armazenadas tem sido grande problemática e infelizmente ainda tem sofrido níveis de agravamento, principalmente quando se trata da utilização e do manuseio de substâncias químicas (Faroni *et al.* 1995).

Por isso, cada vez mais estudos são necessários para solucionar o problema de uma forma efetiva e mais sustentável possível. (Barbosa & Fontes 2011) comprovaram que os efeitos da radiação micro-ondas em pupas de *C. maculatus* têm sido efetivas sob exposição de 90, 120 e

150 segundos, com frequência de 2.450 MHz, rendimento de potência de 800 W e baixa potência (30%). Sendo que provocam a morte de 100% das pupas de *C. maculatus* como um método de controle físico. Esse método de controle é importante pois a energias de radiofrequência e micro-ondas não deixam resíduo químico nos produtos, são processos seguros aos operadores e causam baixo impacto ao ambiente.

Em seu trabalho, (Guerra *et al.* 2019) concluíram que o uso de óleos essenciais de capim-santo (*Cymbopogon citratus*), erva-cidreira brasileira (*Lippia alba*) e o extrato etanólico das plantas destas plantas apresentaram toxicidade ao *C. maculatus*, podendo, dessa forma, serem utilizados no controle desta praga durante o armazenamento. (Pereira 2008) também verificaram que os óleos essenciais provocaram alta mortalidade por contato direto com caruncho, além disso, os óleos fixos apresentaram ação significativa de ovicida e larvicida ao *C. maculatus*.

De acordo com (Silva 2016, Cunha 2002), o controle das pragas dos grãos armazenados em feijão-caupi tem sido feito por meio de expurgo com o uso de uma substância chamada fosfina, que por sua vez, não possui registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na cultura. Porém, sabe-se que esta substância, por ser um gás volátil, não deixa resíduos nos grãos, possibilitando o uso com segurança no armazém.

Ademais, o controle químico no modelo de fumigação tem sido uma prática muito usada na desinfestação dos grãos estocados, contudo pela falta de cumprimento das práticas corretas, as aplicações de dosagens duplas e o desrespeito ao período de carência de agroquímicos, vários agentes patológicos estão desenvolvendo resistência genética ao método utilizado. Em decorrência do acontecido, há necessidade de controlar e estipular medidas de controle das pragas, optando por métodos alternativos, sem desenvolver os problemas ocasionados por inseticidas químicas (Faroni *et al.* 1995, Martinazzo *et al.* 2000).

De acordo com (Gallo *et al.* 2002) diferentes métodos tentam controlar o ataque por pragas, tentando promover a redução dos danos ocasionados. Dentre estes mencionados, uma metodologia que merece destaque é o controle por resistência, que se refere a utilização de

plantas melhoradas geneticamente, adquirindo tolerância a determinadas pragas.

Por ser de fácil manejo, não oferecer riscos para a saúde humana e animal, apresentar baixo custo, não poluir o ambiente e ser compatível com outras estratégias de controle, o emprego de genótipos tolerantes surge como opção promissora a fim de minimizar as perdas causadas pelo caruncho durante o armazenamento de feijão-caupi (Lima *et al.* 2004, Marsaro Jr. & Vilarinho *et al.* 2011, Boiça Jr. *et al.* 2014).

## 2.4. Resistência de Planta

Têm-se informações que no século XIX, na França, iniciaram os estudos sobre a resistência de plantas a insetos, e foi possível controlar a *Phylloxera vitifolia* a partir do uso de porta-enxertos com maior nível de resistência. (Bueno 2006). A resistência da planta pode ser conceituada como a capacidade herdada (genética) de uma planta, em superar ou recuperar de injúrias causadas por insetos-praga. Essa característica pode ser hereditária, relativa e dependente do meio em que a planta está inserida (Embrapa 2012, Gallo *et al.* 2002).

De acordo com (Soares 2014), a resistência a insetos, nada mais é que um somatório de qualidades de uma planta, seja ela herdada ou não, resultando em uma planta com menores injúrias que uma suscetível. (Boiça Jr. *et al.* 2014) relatam que, a maior vantagem é a redução da população de praga possibilitando então, a diminuição ou eliminação do uso de agrodefensivos, que diminui os custos de produção e favorece o ecossistema, tornando assim, um cultivo mais sustentável.

De acordo com (Bastos *et al.* 2015), a expressão da resistência está relacionada a mecanismos físicos, morfológicos ou químicos, que podem influenciar na alimentação, oviposição e abrigo (antixenose) e/ou no desenvolvimento (antibiose) do inseto.

A antixenose ou não preferência é uma característica da planta que faz com o inseto sinta dificuldades em se alimentar, colocar ovos ou até mesmo não se abrigar. Essas características podem estar relacionadas com compostos químicos ou aspectos morfológicos da própria planta, como por exemplo, cor, textura, estruturas etc. Já a Antibiose afeta a biologia

do inseto. Ou seja, ao alimentar-se da planta o inseto pode desenvolver características indesejáveis para a espécie. Dentre essas características pode-se citar: Mortalidade, baixa oviposição e emergência, fecundidade (potencial reprodutivo), redução de tamanho e peso dos insetos, aumento do ciclo, entre outras (Lara 1991, Medeiros 2020).

As plantas também podem suportar a incidência do inseto-praga sem apresentar danos significativos (tolerância). No entanto, mesmo características herdadas, especialmente aqueles envolvidos em atributos fisiológicos, estão sujeitas à influência de fatores bióticos e abióticos, relacionados à planta e/ou inseto e ao ambiente, respectivamente (Smith 2005, Leite 2012, Mitchell *et al.* 2016).

A resistência de plantas a insetos é um importante método de controle inserido no manejo integrado de pragas (MIP), pode manter a densidade da praga abaixo do nível de dano econômico, causando pouco ou nenhum efeito negativo ao agroecossistema, reduz a utilização de inseticidas, apresenta efeito contínuo e persistente, além de ser facilmente associado com outros métodos de controle (Boiça Jr. *et al.* 2017).

A resistência de plantas possui caráter genético. Ela pode ser dividida em constitutiva, que é expressa independentemente do histórico anterior e está permanentemente presente como característica da planta. E, a induzida que é expressada mediante ao estresse sofrido pela planta (Stout 2013, Mitchell *et al.* 2016, Boiça Jr. *et al.* 2019).

Segundo (Lara 1991), a resistência é um caráter relativo, visto que sua expressão e efetividade podem variar de acordo com a situação, de forma que uma planta pode manifestar resistência em certas condições e manter ou não em outras condições. Além disso, a resistência está diretamente relacionada com o inseto, visto que a planta pode ser resistente a certa espécie, mas suscetível a outra. Outros fatores como: idade da planta atacada, parte da planta atacada, ocorrência anterior de dano, fase de desenvolvimento do inseto, espécie, raça ou biotipo do inseto, assim, como o tamanho da população.

Conforme (Pizzamiglio 1991) relata, outros fatores ambientais como por exemplo, a temperatura, luminosidade, fertilidade do solo e umidade, podem também influenciar os níveis

de tolerância nas plantas.

Dentre os tipos de resistência conhecidos, a resistência do tipo tolerância envolve apenas características nas plantas, dependendo somente da capacidade da própria planta de superar o dano causado pela alimentação do inseto (Gullan & Cranston 2007). Dessa forma, uma planta pode ser considerada tolerante quando sofre poucos danos em comparação as outras, sob um mesmo nível de infestação da praga, contudo, sem afetar o comportamento ou a biologia do inseto (Lara 1991).

(Sousa *et al.* 2016) conseguiram identificar três genótipos de feijão-caupi com resistência moderada do tipo antibiose ao *C. Maculatus*. Já (Costa & Boiça Jr. 2004) concluíram que alguns genótipos estudados apresentam resistência ao tipo não preferência para alimentação e oviposição. Além de resistência do tipo antibiose, para outros. E, podendo ser explicado pela presença algumas substâncias inibidoras de alimentação, como por exemplo, a arcelina ou também a tripsina (responsável pela alteração do desenvolvimento de insetos).

Em seu trabalho, (Marsaro Jr. & Vilarinho 2011) detectaram cultivares de caupi com resistência, e, essas tiveram menor emergência de adultos, menor consumo de massa seca dos grãos e maior período para que o inseto complete o ciclo biológico.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia pertencente ao Núcleo de Laboratórios de Pesquisa de Ciências Agrárias, localizado na Fazenda Escola do Instituto Federal Goiano- Campus Iporá.

Já genótipos de feijão-caupi utilizados no experimento foram fornecidos pela Embrapa Meio Norte e multiplicados na Fazenda Cachoeirinha, localizada no município de Iporá, estado de Goiás, sob as coordenadas geográficas de 16°26'31'' Sul, 51°07'04'' Oeste e a 584 metros de altitude, de acordo com o IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

#### 3.1. Genótipos de Feijão-caupi Avaliados

Foram utilizados dez genótipos de feijão-caupi, sendo que todos foram fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Meio Norte, localizada no município de Teresina-PI, conforme (Tabela 1).

Tabela 1. Genótipos de feijão-caupi utilizados na avaliação e sua classificação quanto a cor do tegumento.

Ordem	Genótipos	Cor do tegumento <sup>1</sup>
1	Sempre verde	Marrom-claro-esverdeado
2	IT81D1045	Vermelho
3	BRS Cauamé	Branco
4	BRS Paraguaçu	Branco
5	BRS Guariba	Branco
6	BRS Milênio	Branco
7	BRS Pajeú	Marrom-claro
8	BRS Patativa	Marrom-claro
9	BRS Xique Xique	Branco
10	BR17 Gurguéia	Marrom-claro-esverdeado

Fonte: Adaptado da (Andrade Jr. 2002, Silva 2011)<sup>1</sup>.

Ao chegar, os genótipos foram armazenados em potes de plástico de 200 ml, e condicionados em câmara fria a 5°C para manutenção da qualidade (Fig. 3). Depois, esses

materiais foram levados à casa de vegetação para multiplicação.



Figura 3: Materiais de feijão-caupi sendo armazenados em potes de plástico.

Para a multiplicação das sementes foi necessária a construção de uma casa de vegetação com tela antiáfídeo (para proteger o cultivo dos polinizadores e pragas). Esse telado tinha dimensão de 3,5x11 m e altura de 1,5 m, resultando em área de 38,50 m<sup>2</sup> (Fig. 4A).



Figura 4: (A) Instalação da casa de vegetação com tela antiáfídeo para controle de entrada de insetos polinizadores e pragas, (B) Preparação do solo.

Cada parcela foi constituída por 5 linhas de plantio, tendo cada uma, 1 m de comprimento. A semeadura foi realizada no dia 19 de fevereiro de 2021. Para isso, os sulcos foram abertos

manualmente com enxada (Fig. 5A). Posteriormente, foram distribuídas as sementes, as quais foram enterradas a aproximadamente 0,05 m de profundidade. Adotou-se o espaçamento de 0,50 m entrelinhas e a população estimada de 150.000 plantas ha<sup>-1</sup>.



Figura 5: (A) Preparação dos sulcos de plantio, (B) Plantas com 20 dias pós-emergência.

Com relação ao manejo de pragas foi necessária a aplicação de inseticida para controle do pulgão preto e da mosca branca. Para tanto, aplicou-se a dosagem de 1L/ha de Clorpirifós Nortox. Devido à severidade da ocorrência dessa praga, foi fundamental realizar um segundo controle químico pulverizando com esta solução toda a área plantada.

Quanto ao tratamento doenças, não foi necessário efetuar o controle químico. Já em relação ao controle de plantas daninhas, realizou-se uma capina quando as plantas estavam com aproximadamente 28 dias após emergência (Fig. 6A e 6B).

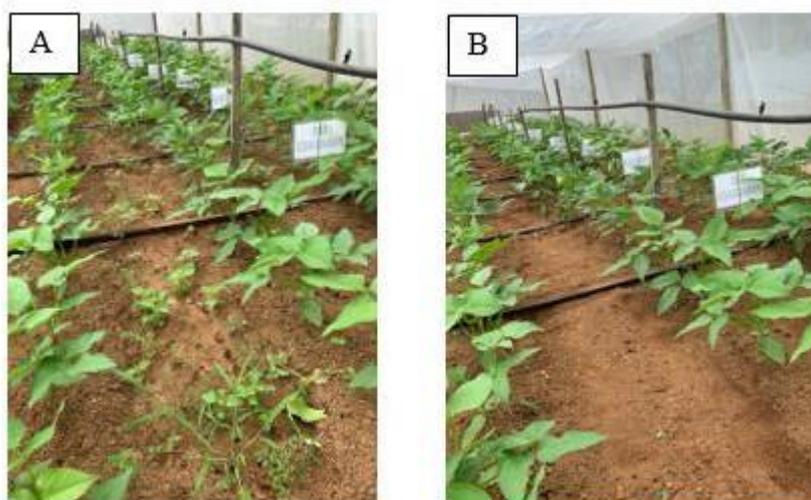


Figura 6: (A) Plantas com 28 dias pós-emergência antes da capina manual, (B) Plantas com 28 dias pós-emergência após controle de planta daninha.

A colheita foi realizada manualmente entre dias 04 a 11 de maio de 2021 colhendo todas as vagens de cada parcela (Fig. 7A). As vagens foram separadas das plantas e posteriormente acondicionadas em sacos de rafia, colocadas para secar pleno sol (Fig. 7B). Depois, os materiais foram levados para o laboratório onde se separou os grãos das vagens (Fig. 7C). E, os grãos foram armazenados em potes plásticos, a  $-20^{\circ}\text{C}$ , por 10 dias, a fim de eliminá-los insetos provenientes do campo (Fig. 7D).



Figura 7: (A) Colheita, (B) Vagens sendo secadas ao sol, (C) Separação dos grãos das vagens em laboratório, (D) Armazenamento dos grãos em potes de plástico.

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

Os insetos utilizados no experimento foram provenientes da Embrapa Meio Norte. Vários espécimes de caruncho foram acondicionados em um pote transparente de 200 ml, munidos com 40 g de feijão-caupi suscetível (BRS Tumucumaque), tampado com tampa plástica contendo 10 furos. Em seguida eram acondicionados em uma incubadora, com temperatura de  $26^{\circ}\text{C} \pm 1$ , por 7 dias. Após esse período, os adultos foram retirados com auxílio de uma peneira de 10 mesh, separando os insetos adultos dos grãos infestados com ovos. Posteriormente, os potes com os grãos e ovos retornavam para a incubadora.

Com 21 dias em média, novos adultos emergiam e eram separados para novas infestações, apresentando um ciclo total de aproximadamente 30 dias, de ovo a emergência do adulto. Este procedimento foi repetido por várias vezes até atingir a quantidade suficiente para executar a pesquisa e garantir a manutenção da criação.

### **3.3. Instalação e Condução dos Experimentos**

#### **3.3.1. Atratividade de Adultos e Não Preferência para Oviposição de *C. maculatus* em**

##### **Teste com Chance de Escolha**

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com dez tratamentos (genótipos) e 4 repetições para o teste com chance de escolha. O teste foi realizado em arenas que constituíam de bandejas circulares de alumínio, com 34 cm de diâmetro interno e 7 cm de altura, providas em seu interior com isopor de 4 cm de altura, com dez furos circulares equidistantes entre si e

do centro na periferia da bandeja (Fig. 8A). Em cada furo circular foi alocado um recipiente de vidro contendo 10 g de grãos, de cada tratamento correspondente (Fig. 8B e 8C).

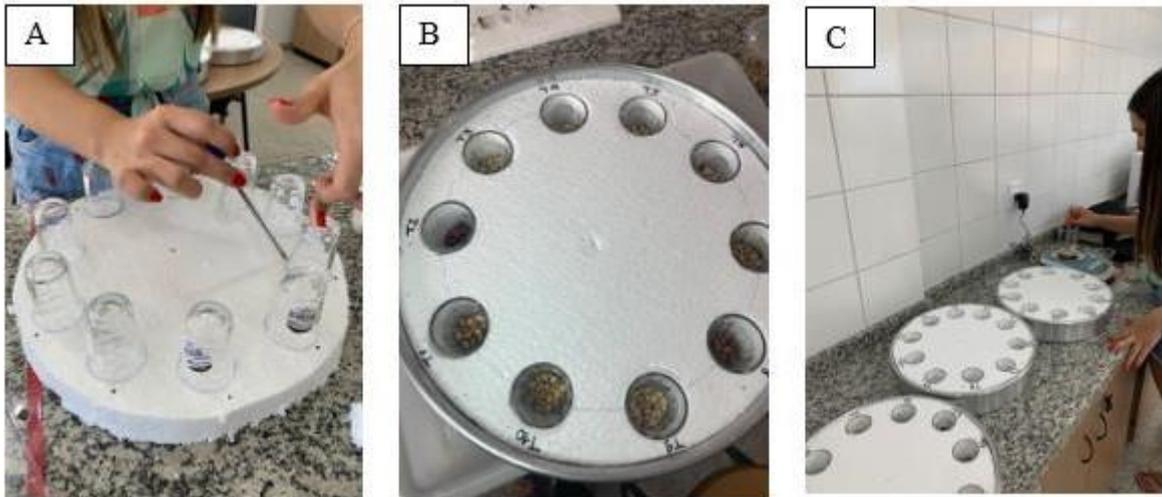


Figura: (A) Preparação e demarcação da estrutura para montagem do experimento, (B) Demarcação dos tratamentos, (C) Pesagem dos grãos.

Posteriormente, separou-se 70 casais de *C. maculatus*, para serem liberados (Fig. 9A). Os 70 casais foram soltos simultaneamente no centro do isopor, totalizando 7 casais por tratamento, conforme (Fig. 9B). As arenas foram cobertas com outra bandeja circular do mesmo diâmetro e material, vedadas com fita adesiva, com o objetivo de impedir que os insetos escapassem (Fig.10).



Figura 9: (A) Separação dos casais de insetos adultos, (B) Liberação dos casais de *Callosobruchus maculatus* no centro do isopor.



Figura 10: Vedação da estrutura com fita adesiva.

Após 24 horas da infestação foi retirado a bandeja superior para contar a quantidade de insetos que estavam presentes dentro dos potes. Feito a contagem, tampou-se novamente, realizando o procedimento de vedação com a fita.

Após 7 dias de infestação foi feita novamente a abertura para que fosse realizada nova contagem de insetos adultos dentro dos potes. Feito a contagem, os adultos foram retirados. Posteriormente, realizou-se as seguintes avaliações, conforme (Tabela 2):

Tabela 2. Avaliações da atratividade de adultos e não preferência para oviposição de *Callosobruchus maculatus* em teste com chance de escolha.

Avaliação	Procedimento
Atratividade de adultos	Para determinação da atratividade foi realizada a contagem do número total de indivíduos por cada tratamento e, também o número de machos e fêmeas atraídos com 24 horas e aos 7 dias após a liberação.
Oviposição	Determinada pela contagem do número de ovos viáveis, inviáveis e total, após 7 dias da retirada dos adultos, e, os ovos de tonalidade branca são considerados viáveis e os translúcidos inviáveis, conforme a (Fig. 11).



Figura 11: Feijão-caupi com ovos de *Callosobruchus maculatus*, viáveis (brancos) e inviáveis (translúcido).

### 3.3.2. Teste Sem Chance de Escolha

No teste sem chance de escolha, adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com dez tratamentos (genótipos) e 5 repetições. Para realização desse teste, utilizou-se 50 potes de vidro de 5 cm de altura por 4,2 cm de diâmetro (Fig. 12A), e colocou 10 g de grãos em cada pote do tratamento, correspondente de acordo com figura (Fig. 12B).

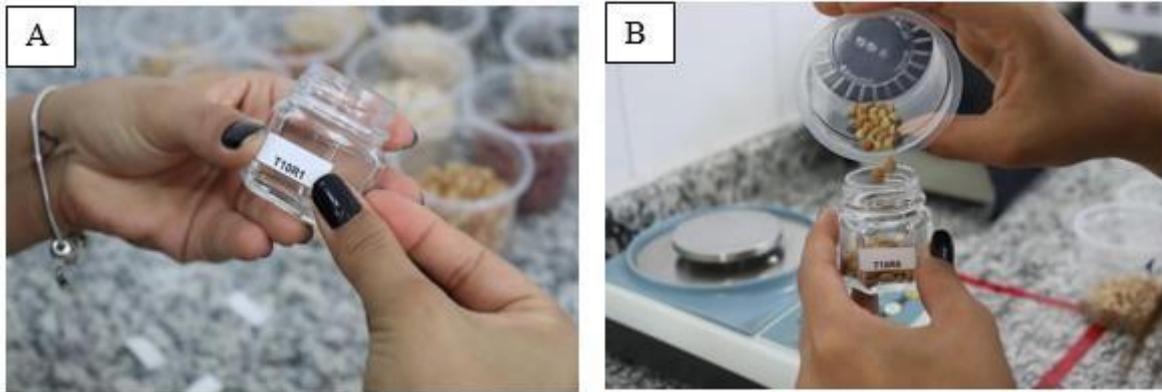


Figura 12: (A) Preparação e identificação dos potes, (B) Pesagem dos tratamentos.

Separou-se 7 casais adultos para cada tratamento. Utilizou-se insetos provenientes da criação de emergência de 24 horas. Em seguida, colocou-se 7 casais em cada pote (tratamento). Os recipientes com as amostras já infestadas eram vedados com plástico filme de PVC (Fig. 13A), fazendo três furos utilizando um alfinete para ter circulação de ar (Fig. 13B).



Figura 13: (A) Vedação dos potes com os tratamentos já infestados com plástico filme de PVC, (B) Perfuração do plástico com alfinete para circulação de oxigênio.

Após esses procedimentos, os potes foram alocados em uma bandeja de polipropileno (Fig. 14A) e guardada na incubadora a 26°C, sem fotoperíodo de acordo com a (Fig. 14B).

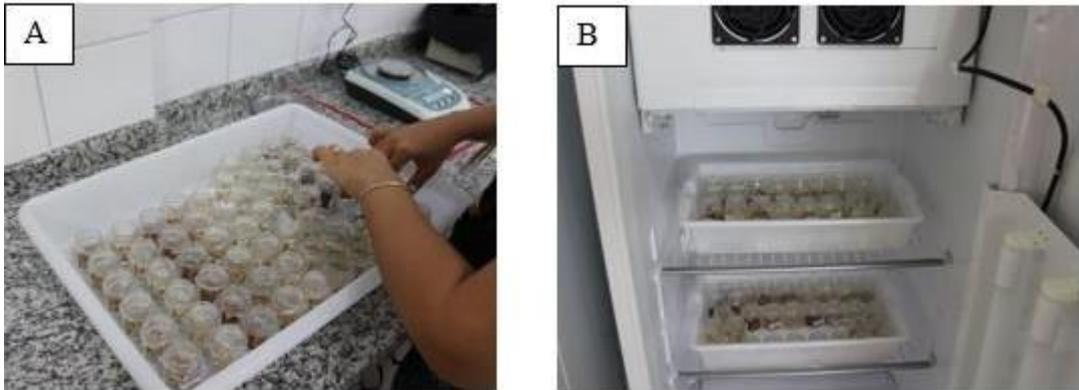


Figura 14: (A) Organização dos tratamentos em bandejas, (B) Experimento guardado na incubadora a 26°C.

Após 7 dias da infestação retirou-se os insetos adultos com o auxílio de uma peneira de 10 mesh, e depois de mais 7 dias, iniciou-se as seguintes avaliações, conforme (Tabela 3):

Tabela 3. Avaliações da biologia de *Callosobruchus maculatus* em teste sem chance de escolha.

Avaliações	Procedimento
Oviposição	Contagem do número de ovos viáveis, inviáveis e totais por repetição, e os ovos brancos são considerados viáveis, e os translúcidos inviáveis (Fig. 15A);
Número de insetos emergidos	Avaliação diária por período de 30 dias verificando a quantidade de adultos emergidos, sendo também realizada a sexagem (Fig. 15B);
Porcentagem de insetos emergidos	Relação entre o número total de ovos viáveis e o número de insetos adultos emergidos;
Período de desenvolvimento do ovo até a fase adulta de macho, de fêmea e total	Realizou-se o somatório dos dias transcorridos a partir da oviposição até a emergência do adulto, considerando que os ovos foram depositados com 3,5 dias. Avaliou-se diariamente o número de insetos que emergiam, até o momento em que não se observou mais a emergência de adultos, por três dias consecutivos;
Determinação de massa seca consumida	Após a retirada dos insetos, os frascos foram colocados em estufa de secagem e esterilização, a 60°C por 48 horas (Fig. 15C). A massa seca consumida foi determinada pela diferença em relação ao peso dos grãos não infestados e secos na estufa, denominados de alíquotas;
Longevidade	Os primeiros 20 insetos recém-emergidos foram acondicionados em frascos de plástico (6,5 x 5,0 cm) e conduzidos à incubadora. Para avaliação do período de emergência até a morte de adultos (dias);
Razão sexual	Calculada de forma que $RS = (NF+NM)/NF$ , sendo NF = número de fêmeas e NM = número de machos emergidos.

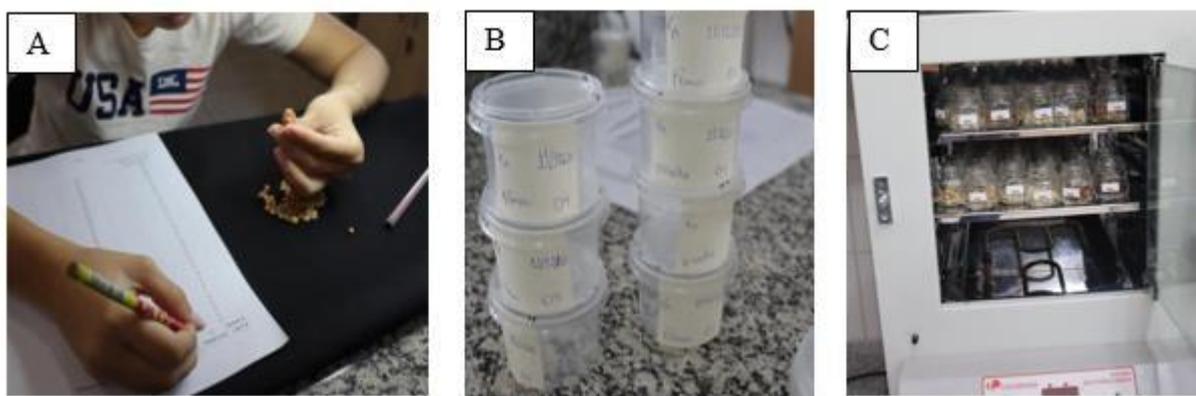


Figura 15: (A) Contagem dos ovos, (B) Insetos separados diariamente para avaliação de adultos emergidos e sexagem, (C) Potes colocados em estufa de secagem e esterilização, a 60°C.

### 3.3.3 Teste Sem Chance de Escolha com a 1ª geração de *C. maculatus* de Origem dos Genótipos de Feijão-Caupi Avaliados

Para executar o teste sem chance de escolha com a primeira geração de *C. maculatus* proveniente do experimento, utilizou-se 5 repetições e 9 tratamentos (devido ao tratamento 2 ser resistente não foi possível conseguir insetos adultos suficientes).

Utilizou-se tubos de ensaio de 175 mm x 15 mm, munidos com 5 grãos de BRS Tumucumaque (cultivar suscetível), e, em seguida foram colocados 2 casais de *C. maculatus* por repetição, que emergiram no experimento do teste sem chance de escolha (Fig. 16). Após a liberação dos casais, o tubo foi vedado com duas camadas de papel filme de PVC e feito três furos para entrada de ar, mantidos em uma incubadora a 26°C, sem fotoperíodo.



Figura 16: Instalação do experimento sem chance de escolha para 1ª geração.

Aos 7 dias após a infestação foi feita a retirada dos adultos. Posteriormente foi realizada a avaliação de oviposição, com contagem do número de ovos viáveis, inviáveis e totais por repetição, e, os ovos esbranquiçados são considerados viáveis e os translúcidos inviáveis, conforme a metodologia descrita anteriormente.

### **3.4 Análise estatística**

Todos os dados foram submetidos ao teste de variância (Teste F), comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. É importante frisar que, para a porcentagem de adultos emergidos os dados foram transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ .

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o parâmetro, número de adultos atraídos no teste com chance de escolha, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos no período de 24 horas. Diferentemente, do período de 7 dias, em que o tratamento BRS Xique Xique se mostrou mais atrativo com 12 insetos, diferenciando do tratamento BRS Pajeú. (Tabela 4).

Tabela 4. Número médio de adulto de *Callosobruchus maculatus*, atraídos após 24 horas e sete dias da instalação do experimento, e número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais em sementes de genótipos de feijão, em testes com chance de escolha.

Genótipos	Com chance				
	Nº adultos atraídos 24 horas	7 dias	Viável	Nº de ovos Inviável	Total
Sempre verde	11,6 a	10,0 ab	207,7 ab	93,2 ab	301,0 a
IT81D1045	10,5 a	9,7 ab	246,2 a	103,0 ab	349,2 a
BRS Cauamé	12,0 a	7,5 ab	230,5 a	104,2 a	334,7 a
BRS Paraguaçu	9,0 a	9,5 ab	231,2 a	85,2 ab	316,5 a
BRS Guariba	10,5 a	9,0 ab	248,0 a	104,7 a	352,7 a
BRS Milênio	8,2 a	7,2 ab	109,7 b	47,0 b	156,7 b
BRS Pajeú	11,0 a	6,7 b	237,5 a	98,5 ab	336,0 a
BRS Patativa	13,5 a	9,7 ab	250,5 a	97,2 ab	347,7 a
BRS Xique Xique	13,7 a	12,0 a	223,5 a	109,2 a	332,7 a
BR17 Gurguéia	10,7 a	8,7 ab	227,7 a	96,0 ab	323,7 a
F (G)	1,54 <sup>ns</sup>	2,23*	3,67*	2,25*	6,11*
C. V. (%)	25,27	23,20	19,44	25,27	14,85

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. \*= 5%; ns = não significativo.

O genótipo BRS Milênio foi o segundo menos atrativo e obteve a menor média de ovos viáveis, com 109,7 ovos, diferenciando-se de oito tratamentos. Em relação ao número de ovos inviáveis, os tratamentos: BRS Cauamé, BRS Guariba e BRS Xique Xique obtiveram maiores médias com 104,2; 104,7 e 109,2, respectivamente, diferindo do BRS Milênio que apresentou a

menor média, com 47 ovos inviáveis, o que resultou no menor número de ovos totais. Sendo o menos preferido para oviposição (Tabela 4). Corroborando com (Sousa *et al.* 2016) que em experimento para avaliar a oviposição desse inseto em diferentes genótipos de feijão-caupi, concluíram que o BRS Milênio foi um dos menos preferidos para oviposição.

(Ribeiro-Costa & Almeida 2009) relatam que as fêmeas escolhem hospedeiros que possam fornecer alimento necessário para o desenvolvimento e garantir a sobrevivência das próximas gerações.

De acordo com (Bastos *et al.* 2015) a resistência do tipo não preferência, ocorre quando a planta (hospedeiro) interfere de alguma forma no comportamento do inseto. Esses comportamentos são os de alimentação, oviposição e de abrigo.

Em seu trabalho, (Castro *et al.* 2013) citam que características físicas da semente, como cor, textura, tamanho e dureza, podem estar associados com a resistência de algumas variedades de feijão-caupi a *C. maculatus*, como foi verificado em seu trabalho pela diminuição da oviposição.

No entanto, (Barreto & Quinderê 2000) citam que nem sempre as cultivares mais ovipositadas são suscetíveis, isso porque outros fatores podem impedir o desenvolvimento larval do inseto. Por isso é preciso utilizar outros parâmetros para investigar melhor.

Conforme (Tabela 5), no teste sem chance de escolha, não houve diferença significativa para ovos viáveis e totais, somente para os inviáveis, e o genótipo BRS Milênio obteve menor número de ovos nessa categoria.

Neste teste foi possível observar que algumas larvas saíram de dentro da semente de forma prematura, como pode ser visualizado na (Fig. 17A e 17B). Esse comportamento foi observado em todas as repetições. O que pode presumir algum tipo de alteração do material no comportamento do inseto. Para explicar esse fenômeno é necessário um estudo mais aprofundado para identificar as possíveis causas.



Figura 17: (A) Larvas de *Callosobruchus maculatus* que emergiram de maneira prematura no genótipo BRS Milênio. (B) Opérculos abertos por onde as larvas saíram.

(Grazziotin 2016) também observou um comportamento semelhante em seu trabalho com arcelina em feijão-caupi. A autora, observou que houve a expulsão das larvas das sementes, possivelmente pelo efeito biocida da proteína arcelina.

Tabela 5. Número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais, em sementes de genótipos de feijão caupi, em testes sem chance de escolha.

Genótipos	Sem chance		
	Viáveis	Inviáveis	Total
Sempre verde	319,6 a	79,4 ab	399,0 a
IT81D1045	303,6 a	104,4 a	408,0 a
BRS Cauamé	316,2 a	86,8 a	403,0 a
BRS Paraguaçu	274,6 a	93,2 a	367,8 a
BRS Guariba	379,4 a	105,8 a	485,2 a
BRS Milênio	328,4 a	37,4 b	365,8 a
BRS Pajeú	239,8 a	91,0 a	330,8 a
BRS Patativa	277,0 a	64,4 ab	341,4 a
BRS Xique Xique	337,4 a	70,00 ab	407,4 a
BR17 Gurguéia	277,0 a	95,6 a	372,6 a
F (G)	1,16 <sup>ns</sup>	3,48*	1,01 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	26,99	30,23	25,06

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. \*= 5%; ns = não significativo.

Em relação a média de emergência de machos, os tratamentos BRS Paraguaçu, BRS Guariba, BRS Milênio e BRS Patativa, respectivamente, obtiveram maiores médias de adultos machos emergidos. Com relação a emergência de fêmeas o tratamento IT81D1045 apresentou com menor emergência. Já no total de adultos emergidos, destaca-se o BRS Guariba e o BRS Patativa, com as maiores médias (Tabela 6). Diante disso, pode-se afirmar que, em teste sem chance de escolha o genótipo BRS Guariba foi o mais ovipositado e apresentou o maior número de insetos emergidos, mostrando-se suscetível ao ataque do caruncho. Sendo de acordo com resultados observados por (Marsaro Jr. & Vilarinho 2011).

(Melo *et al.* 2012) verificaram em seu trabalho que os parâmetros, oviposição, emergência e taxa instantânea de crescimento populacional por genótipo apresentaram correlação positiva entre si, com isso, pode-se afirmar que os genótipos mais ovipositados apresentam também maior emergência, e maior taxa instantânea de crescimento populacional,

revelando ser menos resistentes.

Entretanto, (Sousa *et al.* 2016) encontraram resultados diferentes para o BRS Guariba, sendo que o genótipo apresentou elevado número de ovos, porém baixa viabilidade larval, baixa emergência de adultos e alongamento do ciclo. O que difere dos resultados encontrados neste trabalho. Os autores reforçam também a importância de uma avaliação bioquímica dos grãos para verificar o ocorrido.

Tanto para emergência de machos quanto para de fêmeas e total, a menor média fica para o genótipo IT81D1045. Isso se explica pelo fato desse tratamento ser o padrão de resistência do ensaio. É importante destacar também o genótipo BRS Pajeú que teve média de emergência total de adultos menor em relação aos demais, não se diferenciando do IT81D1045, o padrão de resistência.

(Sousa *et al.* 2016, Silva 2011) em seus trabalhos também verificaram que o genótipo BRS Pajeú apresentou baixa média de emergência total de adultos, confirmando os resultados obtidos neste trabalho. Além disso, apesar de não ter sido verificada diferença significativa, o BRS Pajeú se mostrou com menor número de ovos viáveis e o material menos ovipositado do teste.

Corroborando com (Medeiros *et al.* 2017) que observaram que o genótipo BRSPajeú apesar de ter apresentado maior média de ovos totais entre os genótipos estudados (252,13ovos) apresentou menor número de ovos viáveis.

Tabela 6. Número de adultos emergidos, porcentagem de adultos emergidos, massa seca consumida e massa seca consumida por inseto de *Callosobruchus maculatus*, em genótipos de feijão-caupi.

Genótipos	Emergência de machos	Emergência de fêmeas	Emergência de adulto total	Adultos emergidos <sup>1</sup>	Massa seca consumida	Massa seca consumida por inseto
				%	g	g
Sempre verde	66,6 ab	111,2 a	177,8 ab	54,0 ab	2,51 a	0,015893 a
IT81D1045	16,8 c	34,2 b	51,0 c	17,1 b	0,45 b	0,009870 a
BRS Cauamé	62,0 ab	136,0 a	198,0 ab	63,4 ab	3,19 a	0,016556 a
BRS Paraguaçu	88,6 a	112,4 a	201,0 ab	75,2 ab	2,68 a	0,013337 a
BRS Guariba	81,2 a	136,0 a	217,2 a	60,7 ab	3,47 a	0,016898 a
BRS Milênio	76,6 a	114,6 a	191,2 ab	59,8 ab	3,38 a	0,019044 a
BRS Pajeú	36,0 bc	87,6 a	123,6 bc	59,2 ab	2,53 a	0,019772 a
BRS Patativa	83,4 a	125,4 a	208,8 a	77,4 a	2,42 a	0,012029 a
BRS Xique Xique	69,0 ab	129,6 a	198,6 ab	60,6 ab	2,97 a	0,015115 a
BR17 Gurguéia	67,6 ab	115,8 a	183,4 ab	69,4 ab	2,27 a	0,012421 a
Teste F	8,08*	7,68*	8,47*	2,30*	7,99 *	1,82 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	27,12	22,18	22,20	18,59	26,25	34,81

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. \*= 5%; ns = não significativo.

<sup>1</sup>Dados transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ .

Para massa seca consumida não houve diferença entre os tratamentos, exceto para o tratamento 2, por ser padrão de resistência do ensaio. Para massa seca consumida por inseto não houve diferença significativa.

O período de ovo a adulto para macho, fêmea e total do BRS Pajeú apresentou maior ciclo que os demais materiais com 31,3; 31,7 e 31,5 dias, respectivamente (Tabela 7). Já os poucos machos que conseguiram se desenvolver no tratamento padrão de resistência obtiveram o menor ciclo com 21,3 dias.

De acordo com (Costa & Boiça Jr. 2004) o ciclo biológico do inseto tem papel importante para indicar a resistência de genótipos a determinadas pragas. Eles citam que, quanto maior o ciclo de vida do inseto maior o índice de resistência. Estes autores afirmam que a resistência do tipo antibiose é caracterizada por esse alongamento do período de ovo até a fase adulta, e, também pela redução de insetos emergidos. Corroborando com o resultado deste trabalho, em que o BRS Pajeú se comportou dessa forma, com baixa emergência e maior ciclo. (Marsaro Jr. & Vilarinho 2011) também verificaram esse mesmo comportamento do caruncho *C. maculatus* sob outros genótipos de feijão-caupi.

(Sousa *et al.* 2015) encontraram resultados semelhante para o BRS Pajeú (31,14 dias). Estes autores afirmam em seu trabalho que, uma planta com resistência pode retardar o desenvolvimento da praga. Isso se torna vantajoso, indicando que o número de insetos em populações naturais será reduzido pelo maior tempo médio de cada geração.

Quanto a longevidade de adultos machos, o BRS Paraguaçu se destacou com a maior média de 8,2 dias de vida, já o genótipo BR17 Gurguéia obteve menor tempo com 6 dias. Em relação as fêmeas, o maior tempo de vida fica para o BRS Cauamé com 10,1 dias, sendo que o tratamento 6 BRS Milênio obteve menor média de 7,4 dias de longevidade (Tabela 7). Segundo (Boiça Júnior *et al.* 2002), genótipos que atingem maior longevidade possuem substâncias que proporcionam maiores acúmulos de reserva para que isto ocorra.

Tabela 7. Número médio do período de ovo a adulto, longevidade de machos e fêmeas e razão sexual de *Callosobruchus maculatus* criados em genótipos de feijão-caupi.

Genótipos	Período ovo a	Período ovo a	Período ovo a	Longevidade de	Longevidade de	Razão sexual (N°F/(N°F+N°M))
	adulto macho	adulto fêmea	adulto total	machos	fêmeas	
	dias					
Sempre verde	28,0 ab	29,0 b	28,6 b	7,7ab	8,8 abc	0,63 ab
IT81D1045	21,3 b	28,3 b	27,9 b	-	-	0,70 a
BRS Cauamé	28,8 ab	29,6 b	29,4 b	7,5 ab	10,1 a	0,68 ab
BRS Paraguaçu	28,0 ab	29,0 b	28,5 b	8,2 a	9,7 ab	0,55 b
BRS Guariba	28,8 ab	29,7 b	29,4 b	7,6 ab	9,1 abc	0,63 ab
BRS Milênio	28,1 ab	29,1 b	28,7 b	7,1 ab	7,4 c	0,59 ab
BRS Pajeú	31,3 a	31,7 a	31,5 a	7,7 ab	7,8 bc	0,71 a
BRS Patativa	28,6 ab	29,3 b	29,0 b	6,6 ab	9,4 abc	0,59 ab
BRS Xique Xique	28,5 ab	29,4 b	29,1 b	7,8 ab	8,7 abc	0,65 ab
BR17 Gurguéia	27,8 ab	28,8 b	28,4 b	6,0 b	9,4 abc	0,62 ab
Teste F	2,20*	9,19 <sup>ns</sup>	9,51*	2,19*	3,49*	2,63*
C. V. (%)	13,72	2,27	2,45	27,59	23,51	10,75

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. \*= 5%; ns = não significativo.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para razão sexual.

Para o número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais, em teste sem chance de escolha com 1ª geração de *C. maculatus* não houve diferença significativa (Tabela 8). (Lima *et al.* 2001) ,também não encontraram diferenças significativas entre os genótipos de feijão-caupi em testes de 1ª geração. Tal diferença só foi verificada a partir da 4ª geração, corroborando com os dados apresentados neste trabalho.

Tabela 8. Número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais, em grãos de feijão-caupi, em teste sem chance de escolha com 1ª geração de *Callosobruchus maculatus* provenientes dos genótipos analisados no teste sem chance de escolha.

<b>Genótipos</b>	<b>Ovos viáveis</b>	<b>Ovos inviáveis</b>	<b>Total</b>
Sempre verde	41,0 a	30,0 a	71,0 a
IT81D1045	-	-	-
BRS Cauamé	47,2 a	26,8 a	74,0 a
BRS Paraguaçu	42,4 a	33,6 a	76,0 a
BRS Guariba	37,6 a	35,0 a	72,6 a
BRS Milênio	62,0 a	40,4 a	102,4 a
BRS Pajeú	54,0 a	33,4 a	87,4 a
BRS Patativa	50,8 a	39,2 a	90,0 a
BRS Xique	38,2 a	34,0 a	72,2 a
Xique			
BR17 Gurguéia	49,4 a	29,4 a	78,8 a
Teste F	1,66 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>
C. V. (%)	29,70	32,99	25,50

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. \*= 5%; ns = não significativo.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que:

- O genótipo BRS Milênio apresenta resistência do tipo não preferência para oviposição a *C. maculatus*, no teste com chance de escolha.
- O genótipo IT81D1045 apresenta resistência do tipo antibiose.
- O BRS Pajeú possui resistência moderada do tipo antibiose.
- BRS Guariba se revelou o mais suscetível ao ataque de *C. maculatus*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Jr., A.S. 2002.** Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina, Embrapa Meio Norte, 108p.
- Barbosa, D.R e S. Fontes, L. da S. 2008.** Radiação microondas para o controle de pupas de *Callosobruchus maculatus* em cultivares de feijão-caupi. Rev. Bras. de Ciênc. Agra. 6: 551-556.
- Barbosa, D.R.S. 2010.** Efeitos da radiação microondas nas diferentes fases do ciclo evolutivo de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) visando seu controle em feijão-caupi. Dissertação de Mestrado, UFPI, Teresina, 89p.
- Barreto, P. D. & M.A.W. Quinderé. 2000.** Resistência de genótipos de caupi ao caruncho. Pesq. Agropec. Bras. 35: 779-785.
- Bastos, C.S. Ribeiro, A.V. Suinaga, F.A. Brito, S.M. Oliveira, A.S. Barbosa, T.M. Santos, P.J.S. Oliveira, D.V.V. & Teichmann, Y.S.K. 2015.** Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP 32-73p. In: Visotto, L.E. Fernandes, F.L. Carvalho Filho, A. Lopes, E.A. Aquino, L.A. Fernandes, M.E.S. God. P.I.V.G. Ruas, R.A..A. Sousa Jr., M. Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal. 556p.
- Boiça Júnior, A.L., A.C.G. Botelho & L.C. Toscano. 2002.** Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. Arq. Inst. Biol. 69: 51-55.
- Boiça Júnior, A.L., B.H.S. Souza, E.N. Costa, R.F.O. Moraes, W.I. Eduardo & Z.A. Ribeiro. 2014.** Resistência de plantas e produtos naturais e as implicações na interação inseto-planta. In: Busoli, A.C., L.A. Souza, J.R.C. Alencar, D.F. Fraga & J.F.J. Grigolli. 2014. Tópicos em entomologia agrícola VII. Gráfica e Editora Multipress, 291-308p.
- Boiça Júnior, A.L., M.M. Freitas, L. Nogueira, M.M. Bello, C.A. Freitas, P.H.S. Barcelos & S.C.Q.S. Faria. 2017.** Resistência de plantas a insetos em culturas agrícolas. In.: Castilho, R.C., D.R. Barilli & C.C. Truzi. Tópicos em Entomologia Agrícola - X. Gráfica Multipress, 97-122p.
- Boiça Júnior, A.L., M.M. Freitas, C.A. Freitas, M.M. Bello, L.A. Ulhoa, T.M. Pascutti & B.H.S. Souza. 2019.** Respostas induzidas de defesa das plantas e implicações no manejo integrado de pragas. In.: Castilho, R.C., G.F. Rezende, J. Nascimento & G.D. Rossi. Tópicos em Entomologia Agrícola - XII. Multipress, 137-160p.
- Bueno, L.C.S., Mendes, A.N., Carvalho, S.P. 2006.** Melhoramento genético de plantas: princípios e conceitos 2º ed. UFLA. 213 – 219p.

- Carvalho, R.O., A.C.S. Lima & J.M.A. Alves. 2011.** Resistência de genótipos de feijão-caupi ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). Revista Agro@ambiente. 5:50-56.
- Castro, M.J.P., P.H.S. Silva, J.R. Santos & J.A. L. Silva. 2010.** Efeito de pós vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera; Bruchidae) em feijão-caupi. BioAssay. 5:4.
- Castro, M.J.P., E.L.L. Baldin, P.L. Cruz, C.M. Souza & P.H.S. Silva. 2013.** Characterization of cowpea genotype resistance to *Callosobruchus maculatus*. Pesq. Agropec. Bras. 48: 1201-1209.
- Castro, M.J.P. 2013.** Efeitos de genótipos de feijão caupi e de espécies botânicas em diferentes formulações sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). Tese de Doutorado, UNESP, 117p.
- Conab. 2021** – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Agrícola. Agosto de 2021.
- Costa, N.P. & A.L. Boiça Júnior. 2004.** Efeito de denótipos de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). Neotrop. Entomol., 33: 077-083.
- Cunha, E.M. 2002.** Efeito de produtos vegetais e da fosfina no controle do *Callosobruchus maculatus* e na qualidade fisiológica de sementes de caupi (*Vigna unguiculata*). Dissertação de Mestrado, UFPB, Areia, 37p.
- Faroni, L.R.A., L. Molin, E.T. Andrade & E.G Cardoso. 1995.** Utilização de produtos naturais no controle de *Acanthoscelides obtectus* em feijão armazenado. Rev. Bras. Armaz. 20: 44-48.
- Freire Filho, F.R., M.S. Cravo, A.A. Vilarinho, E.S. Cavalcante, J. B. Fernandes, E. Sagrilo, V.Q. Ribeiro, M.M. Rocha, F.F. Souza, A.M. Lopes, J. R. P. Gonçalves, H.W.L. Carvalho, J.A.A. Raposo & L.S. Sampaio. 2008.** BRS Novaera: Cultivar de Feijão-Caupi de Porte Semi-Ereto. Belém, Embrapa Meio-Norte, 4p. (Comunicado Técnico, 215).
- Freire Filho, F.R. 2011.** Feijão-Caupi no Brasil Produção, Melhoramento Genético, Avanços e Desafios. Teresina. Embrapa Meio-Norte, 80p.
- Gallo, D.O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, A.E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Aalves, J.D. Vemdranim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba: EALQ, 920 p.

- Graziotin, M.A.G.D. 2016.** Introdução e expressão do gene da arcelina do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] para resistência aos carunchos *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus*. Tese de Doutorado, UnB, Brasília, 74p.
- Guerra, A.M.N.M. Silva, D.S. Santos, P.S., Santos, L.B. 2019.** Teste de repelência de óleos essenciais sobre *Callosobruchus maculatus*. Rev. Bras. de Agrop. Sust. 9: 110-117.
- Gullan, P.J. & P.S. Cranston. 2007.** Os insetos: um resumo de entomologia. São Paulo, Roca, 440p.
- IBGE. 2021.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/ipora/pesquisa/40/30277>> Acesso em: 05 de maio de 2021.
- Kluthcouski, J., L.F. Stone & H. Aidar. 2009.** Fundamentos para uma Agricultura Sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 452p.
- Lara, F.M. 1991.** Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo, Ícone, 336p.
- Leite, N.G.A. 2012.** Diversidade genética associada à tolerância do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) por meio de marcadores moleculares. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, 88p.
- Brier, H. 2010.** Diagnostic methods for cowpea weevil or cowpea bruchid *Callosobruchus Maculatus*, 40p.
- Lima, M.P.L., J.V. Oliveira, R. Barros, J.B. Torres & M.E.C. Gonçalves. 2001.** Estabilidade da resistência de genótipos de caupi a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em gerações sucessivas. Sci. Agric. 59: 275-280.
- Lima, L.M., A.H. Araújo, A.S. Oliveira & R.A. Pereira. 2004.** Comparative digestibility and the inhibition of mammalian digestive enzymes from mature and immature cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seeds. Food Control. 15:107-110.
- Maina, Y. T. & N.E. S. Lale. 2004.** Effects of initial infestation and interspecific competition on the development of *Callosobruchus subinnotatus* (Pic.) in bambara groundnut *Vigna subterranean* (L.) Verdcourt. Int. J. Agri. Biol. 6: 1059-1061.
- Marsaro Júnior, A.L. & A.A. Vilarinho. 2011.** Resistência de cultivares de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em condições de armazenamento. Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient. 9: 51-55.
- Martinazzo, A.P., L.R.D. Faroni, P.A. Berbert & F.P. Reis. 2000.** Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhyzopertha dominica* (f.). Pesq. Agropec. Bras. 35:1063-1069.

- Medeiros, W.R., J.D.C. Silva, P.R.R. Silva, J.E. Girão Filho, L.E.M. Padua & S.M. França. 2017.** Resistência de genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] ao Ataque do Caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae). Entom. Brasiliis. 10: 19-25.
- Medeiros, A.M.C. S. 2020.** Avaliação da resistência de genótipos crioulos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Dissertação de mestrado. UFRPE, Serra Talhada-PE, 76p.
- Melo, S.F., L.S. Fontes, D.R.S. Barbosa, A.A.R. Araújo, E.P.S. Sousa, L.L.L. Soares & P.R.R. Silva. 2012.** Resistência de Genótipos de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Arq. Inst. Biol. 79: 425-429.
- Mitchell, C., R.M. Brennan, J. Graham & A.J. Karley. 2016.** Plant defense against herbivorous pests: exploiting resistance and tolerance traits for sustainable crop protection. Frontiers in Plant Science. 7: 1132.
- Pereira, A.C.R.L. Oliveira, J.V. Gondin Jr, M.G.C. Câmara, C.A.G. da 2008.** Atividade inseticida de óleos essenciais fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. Ciênc. agrotec., Lavras, 32:717-724.
- Pizzamiglio, A.A. 1991.** Ecologia das interações inseto/planta. In: Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra. Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas. Editora Manole Ltda e co-edição CNPq, 359p.
- Ribeiro-Costa, C. S. & L. M. Almeida. 2009.** Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). In: Panizzi, A.R. & J. R. P. Parra. Bioecologia e nutrição de insetos. Brasília, DF: Embrapa, p. 523-567.
- Silva, Z.S. 2011.** Resistência e qualidade tecnológica de cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp.) a *Callosobruchus maculatus* (fabr.)(coleoptera: bruchidae). Dissertação de Mestrado, UNIOESTE, Cascavel, 75p.
- Silva, A.C. 2011.** Características agronômicas e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 87p.
- SILVA, P.H.S. 2016.** Pragas da cultura do feijão-caupi. p. 13-43. In: Bastos E.A. 2016. A cultura do Feijão-Caupi no Brasil. Embrapa Meio Norte, Teresina, 71p.
- Simon, M. V., A. M. Benko-Iseppon, L.V. Resende, P. Winter & G. Kahl. 2007.** Genetic diversity and phylogenetic relationships in *Vigna* Savi germplasm revealed by DNA amplification fingerprinting (DAF). Genome. 50: 538-547.

**Smith, C.M. 2005.** Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Dordrecht, Springer, 421p.

**Soares, B.O. 2014.** Metodologia e avaliação de mecanismos de resistência da cana-de-açúcar à cigarrinha das raízes. Tese de doutorado. UFV, Viçosa, 67p.

**Sousa, M., P.R.R. Silva, S.M. França, J.D.C. Silva & F.M. Sousa. 2016.** Seleção de genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) para resistência a *Callosobruchus maculatus*. Rev. Cienc. Agrar. 59: 190-195.

**Stout, M.J. 2013.** Reevaluating the conceptual framework for applied research on hostplant resistance. Insect Sci. 20: 263-272.

**Teixeira I.R., G.C. Silva, J.P.R. Oliveira, A.G. Silva & A. Pelá. 2010.** Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. Rev. Ciênc. Agron. 41: 300-307.

**Vieira, C., T.J. Paula Júnior & A. Borém. 2011.** Feijão. Viçosa, UFV, 600p.