

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ/CAMPUS DE CASCAVEL**

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RESISTÊNCIA E QUALIDADE TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI  
(*Vigna Unguiculata* (L.) WALP.) A *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA:  
BRUCHIDAE)**

**SABRINE ZAMBIAZI DA SILVA**

**CASCAVEL**

**2011**

**SABRINE ZAMBIAZI DA SILVA**

**RESISTÊNCIA E QUALIDADE TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI  
(*Vigna Unguiculata* (L.) WALP.) A *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA:  
BRUCHIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração: Sistemas Agroindustriais - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Luis Francisco Angeli Alves

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Renata Machado Coelho

**CASCADEL – PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO - 2011**

Ficha catalográfica  
Elaborada pela Biblioteca Central do Campus de Cascavel – Unioeste

Silva, Sabrine Zambiasi

S586 Resistência e qualidade tecnológica de cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) / Sabrine Zambiasi Silva. – Cascavel, 2011.

80 f.

Orientador: Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel.

1. Feijão caupi - Pragas. 2. Feijão – Alimentação – Qualidade nutricional. 3. *Callosobruchus maculatus*. I. Alves, Luis Francisco Angeli. II. Título.

CDD – 635.652

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da  
Unioeste (Sandra Regina Mendonça CRB – 9/1090)

**SABRINE ZAMBIAZI DA SILVA**

**RESISTÊNCIA E QUALIDADE TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI  
(*Vigna Unguiculata (L.) WALP.*) A *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA:  
BRUCHIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração: Sistemas Agroindustriais - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. LUIS FRANCISCO ANGELI ALVES  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Co-orientadora: Profa. Dra. SILVIA RENATA MACHADO COELHO  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Profa. Dra. MICHELE POTRICH  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR

Prof. Dr. DIVAIR CHRIST  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Cascavel, 04 de fevereiro de 2011.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, que sempre iluminou meus caminhos e a quem mais recorri nos momentos de desespero, muito obrigada por sempre ter me atendido;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEAGRI) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Cascavel, pela oportunidade de realização deste curso;

À minha família, que sempre me acompanha nas alegrias e tristezas, mas que, principalmente, me traz infinitamente o grande prazer de viver;

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Luis Francisco Angelis, pela dedicação, confiança e conhecimentos compartilhados durante esses anos de estudo;

À minha co-orientadora, segunda mãe, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Silvia Renata Coelho, pelas sugestões e preciosos ensinamentos que muito me auxiliaram e me confortaram durante a fase experimental;

À minha Banca de Qualificação, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vanda Pietrowski e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Renata Machado Coelho, que naquele momento fizeram observações oportunas e sugeriram direcionamentos a trilhar;

Às minhas grandes amigas, Vanderleia, Elisangêla e Tábata, que muito me ajudaram em todas as etapas dos tratamentos, das análises de qualidade tecnológica e nutricional, e que me incentivaram na realização deste sonho desde quando ainda estava de licença maternidade;

À Bióloga Andréia Bonini, pelos auxílio na análise estatística;

Ao meu colega Ariel, oficial formatador desse trabalho;

A todo o pessoal do Laboratório de Biotecnologia Agrícola e Processamento de Sementes, pela grande ajuda na elaboração das análises;

Aos meus pais Tere e Mário, por acreditarem na minha capacidade e por me incentivarem a concluir este trabalho;

Ao meu companheiro Alisson, pelo amor, companheirismo e auxílio na execução dos ensaios e na confecção desta dissertação;

A você minha filha Rafaela, por ser o Sol da minha vida;

A todos os amigos que contribuíram de forma singular para a felicidade e coragem para enfrentar a jornada da vida;

À FUNDETEC, por permitir que eu assistisse às aulas em horários de trabalho;

A todos aqueles que de alguma forma me apoiaram durante esses anos de estudo, fica **meu carinho e o meu MUITO OBRIGADA.**

*“Passos que aprendi ao longo de minha vida para alcançar vitórias”*

*5º Degrau: ter fé em Deus*

*4º Degrau: trabalhar em grupo*

*3º Degrau: gostar do que faço*

*2º Degrau: acreditar nas Instituições e nos Mestres*

*1º Degrau: acreditar em mim*

## **BIOGRAFIA**

Possui graduação em Nutrição pela Faculdade Assis Gurgacz - FAG (2006) e especialização em Segurança de Alimentos pelo Senai (2009). Tem experiência na área de Nutrição, com ênfase em Administração em Serviços de Alimentação, atuando principalmente nos seguintes temas: consumo, segurança alimentar e desenvolvimento de projetos tecnológicos para captação de recursos.

## RESUMO

### RESISTÊNCIA E QUALIDADE TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI (*Vigna Unguiculata* (L.) WALP.) A *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)

Sob o ponto de vista nutricional, o feijão caupi é um excelente alimento que oferece substâncias que tornam vantajoso o seu consumo. Porém, a perda de qualidade devido à presença do *Callosobruchus maculatus*, considerado o principal inseto-praga do feijão armazenado, é proporcionada também pelo aumento no grau de dureza do feijão, com acréscimos no tempo necessário para cozimento, com mudanças no sabor e escurecimento do tegumento. Há intensa busca por cultivares resistentes com características culinárias e nutricionais desejáveis. O projeto teve por objetivo avaliar a resistência de oito cultivares ao *C. maculatus*, por meio de testes com chance de escolha, com base em parâmetros biológicos do inseto, danos ocasionados nos grãos, perda de peso, qualidade tecnológica e nutricional. Verificou-se que a cultivar BRS Xiquexique apresentou resistência, aumentando a duração do ciclo ovo adulto, diminuindo o número de insetos emergidos e perda de peso dos grãos apresentando não-preferência para alimentação por *C. maculatus*, enquanto a cultivar BRS Caleamé apresentou suscetibilidade e preferência alimentar para esse inseto. Em geral, os grãos infestados apresentaram maiores teores de proteína e minerais; também foi observado que o parâmetro tempo de cozimento não teve diferenças estatísticas. Os resultados permitirão obter informações sobre a qualidade do feijão em função do ataque de insetos e armazenamento dessa leguminosa. Há a necessidade de um estudo mais avançado de resistência genética de cultivares a fim de contribuir com a pesquisa do feijão caupi para o estado do Paraná, identificando oportunidades de investimento.

**Palavras-chave:** gorgulho, perdas quali e quantitativas, grãos armazenados.

## ABSTRACT

### RESISTENCE AND QUALITY OF TECHNOLOGICAL AND NUTRITIONAL QUALITY OF OF COWPEA CULTIVARS (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae)

From a nutritional point of view, the cowpea is an excellent food choice for its beneficial substances, which makes it ideal for human consumption. However, losses in quality due to the presence of *Callosobruchus maculatus*, considered the main pest insect of stored beans, which causes hardening of the bean, increases the time required for cooking, changes its flavor and darkens its integument. There is intense search for cultivars able to resist such insect with desirable nutritional and culinary characteristics. This research aimed to evaluate the resistance of eight cultivars to *C. maculatus*, through free-choice tests, based on biological parameters of insect damages in grains, weight loss, nutritional and technological quality. The BRS Xiquexique cultivar showed resistance, increasing the duration of adult egg cycle, reducing the number of adults emerged and causing weight loss of grains. In addition, the *C. maculatus* showed no preference for feeding from it, while it showed preference for the BRS Caleamé. In general, the infested grains showed higher levels of protein and minerals. It was also observed that the time for cooking parameter had no statistical differences. The results will allow information about the quality of the beans depending on the attack of insects and storage of this legume. There is need for further study of resistance of cultivars in order to contribute to the research of cowpea to the state of Parana, identifying opportunities for investment.

**Keywords:** weevil, qualitative and quantitative losses, stored grains.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>X</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
3.1 FEIJÃO CAUPI ( <i>VIGNA UNGUICULATA</i> ) .....	3
3.2 <i>CALLOSOBRUCHUS MACULATUS</i> (FABR) .....	4
3.2.1 <i>Descrição, biologia e danos</i> .....	4
3.3 MÉTODOS DE CONTROLE .....	6
3.3.1 <i>Controle químico</i> .....	6
3.3.2 <i>Controle Vegetal</i> .....	6
3.3.3 <i>Controle biológico</i> .....	7
3.4 CULTIVARES RESISTENTES E ESTRATÉGIAS DE CONTROLE .....	8
3.5 <i>Qualidade nutricional do Feijão Caupi</i> .....	10
3.6 <i>Qualidade tecnológica e tempo de cozimento</i> .....	16
3.7 ARMAZENAMENTO .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
4.1 CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE <i>CALLOSOBRUCHUS. MACULATUS</i> .....	22
4.2 SELEÇÃO DOS CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI .....	23
4.3 TESTE DE PREFERÊNCIA .....	23
4.2.1 <i>Avaliação da não-preferência de Callosobruchus maculatus, em teste com chance de escolha</i> .....	24
4.2.2 <i>Avaliação da não-preferência de Callosobruchus maculatus, em teste sem chance de escolha</i> .....	25
4.3 DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA E NUTRICIONAL DOS GRÃOS .....	26
4.3.1 <i>Determinação do teor de água dos grãos</i> .....	27
4.3.2 <i>Porcentagem de embebição de água antes do cozimento</i> .....	27
4.3.5 <i>Determinação do tempo médio de cocção pelo Cozedor de Mattson adaptado</i> .....	28
4.3.6 <i>Determinação de proteínas</i> .....	29
4.3.7 <i>Determinação de minerais</i> .....	30
4.3.8 <i>Delineamento experimental e análise estatística</i> .....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
5.1 <i>Avaliação da não-preferência de Callosobruchus maculatus, em teste com chance de escolha</i> .....	30
5.2 <i>Avaliação da não-preferência de Callosobruchus maculatus, em teste sem chance de escolha</i> .....	32
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>52</b>

<b>9 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>
----------------------------	-----------

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** Caracterização dos cultivares em estudo

**Tabela 2** Necessidades Diárias de Ingestão

**Tabela 3** Porcentagem média de atratividade de *C. maculatus*. para os diferentes cultivares de caupi, em teste com chance de escolha, após seis dias de exposição.

**Tabela 4** Duração média do ciclo biológico, número e peso de adultos de *C. maculatus*. Emergidos nas cultivares de caupi, em teste sem chance de escolha

**Tabela 5** Porcentagem média de grãos danificados, porcentagem média de perda total de peso dos grãos de caupi, perda média total (g), causados por *C. maculatus*., em teste sem chance de escolha

**Tabela 6** Análise dos cultivares para teor de proteínas- estratégias realizadas separadamente

**Tabela 7** Determinação do tempo de cozimento e determinação da taxa de embebição nos grãos de caupi

**Tabela 8** Determinação de micronutrientes encontrados em grãos de caupi infestado e no grupo tratamento

**Tabela 9** Determinação de micronutrientes encontrados em grãos de caupi infestado e no grupo tratamento

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Inseto adulto de <i>C. maculatus</i> .....	4
<b>Figura 2</b>	Grãos de feijão infestados por <i>C. maculatus</i> .....	5
<b>Figura 3</b>	Ilustrações de cultivares de caupi.....	12
<b>Figura 4</b>	Plantio da cultivar BRS Xiquexique .....	13
<b>Figura 5</b>	Ponto de colheita da cultura.....	13
<b>Figura 6</b>	Recipiente utilizado na criação de <i>Callosobruchus maculatus</i> em laboratório.....	27
<b>Figura 7</b>	Bandeja com recipientes para disposição dos cultivares de caupi para experimento com chance de escolha. O ponto central indica o local de liberação dos insetos.....	28
<b>Figura 8</b>	Experimento com chance de escolha.....	29
<b>Figura 9</b>	Experimento para determinação da embebição de água antes do cozimento.....	32
<b>Figura 10</b>	Procedimento para determinação do tempo médio de cozimento – Cozedor de Mattson Adaptado.....	33
<b>Figura 11</b>	Grãos de feijão caupi infestados por <i>C. maculatus</i> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp), popularmente conhecido por feijão macassar ou de corda, representa um alimento de grande importância tanto no aspecto econômico, pelo baixo custo de produção, por apresentar ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade e como suprimento dos valores nutricionais que o constitui importante fonte de proteína, carboidratos, alto teor de fibra, vitaminas, minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios.

O caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) constitui-se na praga mais importante do grão do caupi armazenado. O ataque inicia-se no campo, antes da colheita, e aumenta significativamente durante o armazenamento. Esta praga causa redução na qualidade das sementes, redução do peso e valor nutritivo, além de favorecer a contaminação pela entrada de patógenos e reduzir o poder germinativo, tornando o feijão impróprio para a industrialização e consumo humano (SANTOS 1976; OLIVEIRA et al., 1984).

A demanda mundial por alimentos cada vez mais saudáveis exige que a qualidade do grão colhido na lavoura seja mantida e com o mínimo possível de perdas, além da racionalização quanto à utilização de inseticidas químicos. Ressalta-se, dessa forma, a importância de obter cultivares de feijão caupi resistentes, mantendo a qualidade nutricional do mesmo.

A FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (2009) estima que a população mundial deverá dobrar até 2040 e, desta forma, a produção agrícola deve aumentar proporcionalmente. Dentre as alternativas para elevar a produção agrícola está a interferência no ambiente por meio da adubação, irrigação e o controle de pragas e doenças

Uma alternativa para o controle de pragas é a utilização de cultivares resistentes, que é utilizada contra diversas pragas. Estudos realizados com caupi mostraram que é possível reduzir os danos causados pelas pragas, principalmente por *C. maculatus*, para os quais são necessários mais trabalhos, nesse sentido.

Diante da importância social e econômica, avaliou-se a preferência e desenvolvimento de *C. maculatus* em cultivares de feijão caupi, bem como o efeito deste na qualidade tecnológica e nutricional dos grãos após infestação.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Avaliar a resistência em cultivares de caupi a *Callosobruchus maculatus*.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar os danos causados na presença do *C.maculatus*;

Avaliar as alterações da qualidade tecnológica e nutricional em função do ataque de *C. maculatus* e do armazenamento dos cultivares.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Feijão Caupi (*Vigna unguiculata*)

O feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp foi introduzido na América Latina no século XVI pelos colonizadores, primeiramente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, possivelmente pelo estado da Bahia, e daí por diante ganhou outras áreas da região Nordeste e para as outras regiões do país (FREITAS, 2006). É conhecido também por feijão macassar ou feijão de corda e é cultivado principalmente nas regiões do Norte e Nordeste do Brasil e em pequenas áreas da Amazônia, sendo um alimento básico de grande importância para o desenvolvimento agrícola.

Por ser uma cultura tropical, tolerante a altas temperaturas e a estiagens prolongadas, é considerada de suma importância social e econômica. No aspecto econômico, representa complemento de renda e subsistência e é consumido na forma de grãos maduros e verdes. Apresenta valor nutricional superior quando comparado ao feijão comum, *Phaseolus vulgaris* (L), 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 ferro, potássio e zinco (BRACCINI, PICANÇO, 1995; RIBEIRO, 2005).

Barbosa (2010) cita que o feijão caupi tem uma boa aceitabilidade quando consumido ainda na forma de grãos verdes (com teores de umidade em média de 60 e 70%), pois apresenta fácil cozimento e sua utilização é uma referência em pratos típicos nordestinos.

A área mundial ocupada com o plantio de feijão caupi é de aproximadamente 12,5 milhões de ha, com 8 milhões no oeste e centro da África e o restante nas Américas do Sul e Central e na Ásia, tendo como principais produtores mundiais a Nigéria e o Brasil. Esta produção é concentrada nas regiões Nordeste, com, aproximadamente, 1,2 milhão de há, e no Norte, com, aproximadamente, 55,8 mil ha, vem conquistando espaços nas regiões Centro Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares com características adaptadas, favorecendo seu cultivo (FROTA et al., 2008, FAO 2009).

O feijão caupi, além de possuir capacidade em se desenvolver em solos de baixa fertilidade, apresenta rusticidade, e é também considerado fonte de matéria orgânica e utilizado na recuperação de solos empobrecidos ou esgotados pelo seu uso intensivo, além de apresentar um ciclo considerado curto de produção, o qual se dá em torno 70 a 90 dias, dependendo de sua classificação. A leguminosa é tradicionalmente colhida manualmente, vagem a vagem, e debulhada por meio de bateção, após as sementes são armazenadas,

geralmente, em sacos de papel multifoliados, com capacidade para 60 Kg. Comparada com outras culturas, o caupi tem o seu potencial genético muito pouco explorado, pois sua produtividade pode ser representada acima de 3 ton/ha em relação ao *Phaseolus vulgaris* (L), que é de aproximadamente 2317 ton/ha (BEZERRA, 1997, OLIVEIRA et al., 2002).

Apesar de ser considerado um grão de extrema relevância nutricional e econômica, a cultura é alvo de uma série de pragas, podendo destacar o *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) como a principal delas, por atacar grãos armazenados (ALMEIDA et al., 2005).

### **3.2 *Callosobruchus maculatus* (Fabr)**

#### **3.2.1 Descrição, biologia e danos**

O gorgulho *Callosobruchus maculatus* teve origem na África e ainda é considerada espécie predominante, se difundido nas regiões tropicais e subtropicais. São classificados como pragas primárias internas, capazes de romper o grão para atingir o endosperma, do qual se alimentam. Além disso, o seu desenvolvimento ocorre no interior dos grãos, o que possibilita a entrada de outros contaminantes (MATIOLI; ALMEIDA, 1979; SANTOS, 2008, BARBOSA, 2010).

*C. maculatus* é considerado a principal praga do feijão caupi armazenado devido ao seu potencial depreciativo, reduzindo o peso, qualidade dos grãos e valor nutritivo, bem como o poder germinativo e a qualidade das sementes, por abrir caminho para a infestação de fungos, causando reduções que podem comprometer o poder germinativo de sementes. Além disso, a presença de ovos ou de insetos adultos acarreta na desvalorização comercial do produto (LIMA et al., 2001).

Os grãos infestados apresentam larvas em sua superfície, como demonstra a Figura 01, e, com isso, sofrem desvalorização e queda da classificação comercial pela perda na qualidade sanitária decorrente da presença dos insetos, pela contaminação por fezes, odores, insetos mortos ou fragmentos destes e, mesmo, pelo apodrecimento dos grãos. Pelo fato da larva e do adulto do gorgulho se alimentarem dos grãos, a perda em peso é elevada e, quando essa perda chega a 25%, compromete significativamente a qualidade nutricional do produto e seu valor nutritivo passa a ser considerado praticamente nulo (MATIOLI, ALMEIDA, 1979; VENDRAMIM et al., 1995).

Os adultos de *C. maculatus* são besouros que medem aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentando nos élitros manchas amarronzadas que, em repouso, formam um "X" (Figura 02). As fêmeas colocam os ovos nas superfícies dos grãos e, ao eclodirem, as larvas penetram destes e se alimentando do conteúdo interno. Dentro 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., 1991; GALLO et al., 2002; EMBRAPA, 2005).



**Figura 01** Grãos de feijão infestados por *Callosobruchus maculatus*

Fonte: Entomology at Texas University [http:// padil.gov.au/browsePestRegions](http://padil.gov.au/browsePestRegions)



**Figura 02** Adulto de *Callosobruchus. maculatus*

Fonte: Entomology at Texas University

Segundo Barbosa (2010), a categoria ideal para o acelerado desenvolvimento de *C. maculatus* é de 32,5 ° C e 90% de umidade relativa, sendo então de 23 dias o período médio de 11,8 dias e a produção por fêmea, em média, de 91,2 ovos. De acordo com Gallo *et al.* (2002), a fase larval é de 14 dias, a fase pupal é de 6 dias e os adultos têm longevidade de 7 a 9 dias.

Assim, medidas de controle da praga são necessárias e usualmente são feitas por meio de inseticidas químicos (ALMEIDA et al., 2005).

### **3.3 Métodos de controle**

Apesar de existir a possibilidade de serem utilizados métodos físicos, baseados na temperatura, umidade relativa do ar, atmosfera controlada, radiação, luz e remoção física para controle de *C. maculatus*, os inseticidas se destacam por amplo espectro de ação e rapidez no controle e os métodos vegetais, os quais vêm apresentando algumas vantagens, como facilidade de emprego, ainda requerem mais estudos e comprovações sobre sua ação (LORINI, 1999).

#### **3.3.1 Controle químico**

Para Arruda e Batista (1998) e Sgarbiero *et al.* (2003), os produtos químicos para a praga do feijão caupi armazenado, *C. maculatus*, apresentam vantagens como: rápida ação, facilidades de emprego e, em alguns casos, não requerem maiores informações sobre a origem das pragas e não se verificam resíduos presentes nos alimentos, porém apresentam elevado custo. Entretanto, estes produtos geram impactos ambientais, como a contaminação dos alimentos, da água e do solo, colocando em risco a saúde do consumidor e dos próprios agricultores (LACEY et al., 2001).

Há produtos comerciais utilizados para controle do *C. maculatus*, podendo-se destacar como ingrediente ativo, a malationa, fosfeto de magnésio e o fosfeto de alumínio, que são inseticidas fumigantes que agem no estado gasoso, penetrando no sistema respiratório dos insetos. É indicado para expurgo de grãos armazenados a granel ou ensacados, farinhas, produtos armazenadas em fardos, engradados ou em barricas; porém, quando inalado durante sua aplicação, a fosfina atua como agente tóxico no ser humano, bloqueando importantes sistemas enzimáticos dentro das células principalmente cardíacas e pulmonares (AGROFIT, 2003; SEAB, 2010).

Desse modo, é necessário o emprego de métodos que não causem impactos durante sua aplicação.

#### **3.3.2 Controle Vegetal**

Diversos estudos mostram que há diferentes tipos de plantas com atividade inseticidas para o controle de *C. maculatus*. Almeida *et al.* (2005) pesquisaram o armazenamento de feijão caupi sob oito tratamentos durante seis meses com aplicação de pó de mamona. A cada trinta dias analisaram os efeitos sobre o caruncho *C. maculatus* e

sobre os componentes nutricionais dos grãos. Observaram que os o pó de mamona integral foi eficiente ao combate do gorgulho e destacaram também que os tratamentos com mamona parcialmente desengordurada não teve efeito no combate ao caruncho. Já para os índices nutricionais, como a proteínas, não houve alterações.

Corroborando, Brito *et al.* (2006) comprovaram a eficiência na utilização de sementes de nim (*Azadirachta indica A. Juss*), na forma de pó, quando misturadas a sementes de feijão caupi, e observaram que o pó desempenhou proteção satisfatória, por até onze meses, contra o ataque do caruncho.

Da mesma forma, França *et al.* (2009) avaliaram o efeito de pós de pimenta do reino (*Piper nigrum*), citronela (*Cymbopogon winterianus*), folhas de nim (*Azadirachta indica A. Juss*), sementes de ariticum (*Annona crassiflora*), erva de Santa Maria (*Chenopodium ambrosioides*), sementes de graviola (*Annona muricata*) e sementes de pinha (*Jatropha curcas L*) sobre a preferência para a postura e emergência de *C. maculatus* em grãos de feijão caupi. Na realização dos testes de preferência para oviposição, concluíram que pós de graviola, ariticum, erva de Santa Maria, folhas de nim e pimenta do reino mostraram efeitos significativos, já para as sementes de pinha e citronela não houve significância. De acordo com os índices de oviposição, os pós de pimenta do reino, erva de santa Maria, sementes de ariticum e argila mostrara-se eficiente. Neste sentido concluíram ainda que as maiores reduções a emergência foram obtidas com argila, caulim, pimenta do reino e ariticum.

Posteriormente, observaram-se comportamentos semelhantes ao avaliar a atividade inseticida de oito plantas medicinais sobre *C. maculatus*, em que foram utilizados pós vegetais provenientes de folhas de *Rosmarinus officinalis*, *Peumus boldus*, *Matricaria chamomilla*, *Baccharis trimera*, *Camellia sinensis*, *Thea sinensis*, *Ilex paraguariensis* e *Pimpinella anisum*. Foram analisadas mortalidade dos insetos, oviposição e taxa de crescimento populacional. O autor concluiu que todas as plantas foram tóxicas para *C. maculatus* e a maior mortalidade foi verificada com os pós de *P. boldus* e *I. paraguariensis* (GUERRA *et al.*; 2009).

Resumindo, uma das alternativas para o controle de pragas que não causam impactos tanto para a saúde humana, quanto ambiental é a aplicação de plantas de atividade inseticida conforme estudos relatados acima, porém sua aplicação é recomendada para áreas de pequeno cultivo, como hortas, situação na qual as aplicações de extratos se tornam viáveis.

### 3.3.3 Controle biológico

De acordo com Gonçalves *et al.* (2003), algumas formas de controle estão sendo estudadas em relação ao *C. maculatus* por meio da liberação de inimigos naturais. Sua utilização tem surgido como alternativa de controle de pragas de grãos armazenados, com várias espécies de inimigos naturais, porém suas restrições durante o armazenamento é a

possível contaminação dos produtos por fragmentos dos próprios agentes depois de mortos e por aparecerem em números significativos após o produto ter sido infestado, causando sérios danos.

Também, Azevedo *et al.* (2007) avaliaram a ação de dois produtos comerciais à base de fungos entomopatogênicos, Bovenat (*B. bassiana*) e Metanot (*Metarhizium anisopliae*), destacando que a aplicação foi conduzida apenas uma vez antes da infestação de vinte adultos de *C. maculatus*. Verificou-se que os produtos testados causaram 85,5% de controle quando utilizados em grãos infestados, sendo considerados promissores para o controle do caruncho. Estes fungos são capazes de produzir uma grande quantidade de compostos capazes de degradar a cutícula que protege o inseto, afetando sua sobrevivência.

Pode-se notar que o emprego de métodos biológicos vem se destacando, como relata Murad *et al.* (2007) ao trabalhar com *B. bassiana* sob o ataque de *C. maculatus*. Os autores concluíram que apesar da eficiência, não se mostra viável a aplicação. Resume, ainda, que com esses trabalhos podem-se ter subsídios sobre a forma de atuação deste fungo sobre o inseto caracterizando a forma de infecção e predação de *C. maculatus*. Estes dados servem de apoio para estudos futuros, para ser utilizados para desenvolvimento de produtos biotecnológicos efetivos para o manejo de pragas.

### **3.4 Cultivares resistentes e estratégias de controle**

O emprego de cultivares resistente constitui uma das estratégias mais promissoras no manejo de *C. maculatus*, pela 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 nas demais culturas, isso quando comparado aos demais tipos de controle (ARRUDA, BATISTA, 1998; LIMA *et al.*, 2001).

As plantas resistentes a insetos são consideradas um método ideal de controle, pois, possuindo resistência, possibilitam a manutenção da praga em níveis inferiores aos níveis de danos, além de evitar qualquer forma de contaminação e de não possuir custo adicional, podendo ser empregada com qualquer outro método de controle. Complementando, é considerada uma prática excelente para pragas nocivas e plantações de ciclo curto, tendo muitos casos de sucesso discutidos (GALLO *et al.*, 2002).

Nos países produtores de caupi, o uso de cultivares resistentes é uma alternativa promissora, por diminuir danos e perdas durante o armazenamento, além de apresentar facilidades em sua utilização e, ao mesmo tempo, por não causar intoxicação ao produtor, sem onerar custos ou gerar impacto ao meio ambiente (LIMA, 2005). O mesmo autor relata que desse modo, muitos estudos têm procurado escolher fontes de resistência a *C. maculatus*, mesmo que poucas fontes tenham sido identificadas, o que tem inibido o desenvolvimento de cultivares resistentes.

Dessa forma, especificamente em relação ao controle de *C. maculatus* em caupi, Santos e Vieira (1971) submeteram nove cultivares de caupi a teste de preferência para postura de *C. maculatus*, pelo método de livre chance de escolha, e encontraram diferentes níveis de preferência entre as cultivares testadas. Os autores concluíram que é viável a condução de trabalhos para identificar cultivares de feijão caupi com baixa preferência para oviposição do referido inseto.

Posteriormente, Santos (1976) trabalhou considerando temperatura de 29,5 °C e 75% de umidade relativa durante o armazenamento e determinou a existência de variabilidade genética, entre 54 cultivares de caupi, em relação à não-preferência para oviposição, à porcentagem de ovos férteis que originaram adultos e ao período de duração de ovo adulto dos emergidos. Em relação à porcentagem de ovos que originaram adultos, os valores variaram para as 54 cultivares testadas, entre 74 e 100%, enquanto a duração do período de desenvolvimento variou entre 24,33 e 26,95 dias, em função da cultivar utilizada para a criação do inseto. O autor concluiu que a resistência do caupi à *C. maculatus* é, em parte, devido à não-preferência para a oviposição e antibiose, que é caracterizada pelo efeito adverso da planta sobre o inseto, provocando principalmente alterações no seu desenvolvimento.

Posteriormente, Redden e McGuire (1983) testaram a viabilidade e a duração da fase imatura, que são considerados parâmetros mais importantes para a avaliação da resistência de grãos de feijão caupi ao ataque de *C. maculatus*. Os mesmos autores citam que, ao avaliar a resistência varietal em grãos com umidade entre 8 e 10%, utilizando uma população de 10 insetos por 10 grãos por cultivar, pode-se concluir que foi possível discriminar as cultivares em cinco grupos em relação aos graus de resistência, se destacado como resistente a cultivar T2.

Da mesma forma, visando analisar o efeito de genótipos de feijão caupi no desenvolvimento de *C. maculatus*, Chaves e Vendramim (1995) selecionaram cinco genótipos identificando-os como moderadamente resistentes IT 89 KD – 245, TE 90 – 180 – 10 F, CNC X 409 – 12 F, IT 89 KD – 260 e BR 17 – Gurguéia, três susceptíveis CNC X 409 – 12 F, IT 89 KD – 260 e BR 17 – Gurguéia. Os genótipos CNC x 409 – 12 F e IT 89 KD – 245 demonstraram grau de resistência semelhante em seis gerações. O tipo IT 89 KD -245 destacou-se pela sua menor viabilidade e maior duração média da fase imatura, indicando ser desfavorável ao desenvolvimento de *C. maculatus* e portador de resistência por antibiose. O inverso foi observado para CNCx 409-12 F, que teve maiores valores médios de viabilidade de ovos e da fase imatura, demonstrando ser mais suscetível à praga.

Diferentes cultivares foram testadas por Barreto e Quinderé (2000) e apresentaram variabilidade quanto à preferência para postura, número de insetos emergidos e número de sementes danificadas. Dentre os parâmetros avaliados verificou-se que as cultivares EVx 37-15E e EVx 37-2E 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.

Com o objetivo de analisar a resposta do *C. maculatus* em plantas transgênicas, os autores observaram que as mesmas expressam inibidores de enzimas digestivas além de apresentar maior resistência ao ataque das pragas quando comparadas com as plantas não-transgênicas. Estudos realizados com ervilhas transgênicas expressando o inibidor de  $\alpha$ -amilase  $\alpha$ -AI1 foram altamente resistentes às pragas *C. maculatus*, *C. chinensis* e *Bruchus pisorum* e, em relação ao feijão caupi, também expressou o mesmo inibidor que também demonstrou alta resistência para a praga *C. chinensis* (EVANGELISTA et al., 2006).

Observa-se, desta forma, que há inconsistência das informações atualizadas, exigindo então a necessidade de obter estudos adicionais que determinem a resistência e suscetibilidade dos cultivares de feijão caupi.

### 3.5 Qualidade nutricional do Feijão Caupi

A nutrição é essencial ao ser vivo e representa troca de material e energia com o ambiente, para manutenção do equilíbrio vital. Visando o conjunto dos direitos humanos, a alimentação e a saúde, constituem os mais inerentes a natureza humana que promovem a plena realização do fundamental direito a vida (VALENTE, 2000).

A qualidade nutricional dos grãos de feijão caupi reveste-se de grande importância, uma vez que o consumo de caupi representa 70% do feijão consumido no nordeste brasileiro por todas as classes sociais, sendo para as de menor poder aquisitivo, a principal fonte de proteínas, minerais, vitaminas e fibras. Sua importância alimentar deve-se ao menor custo de sua proteína em relação à de origem animal, sendo que os grãos dessa leguminosa chegam a fornecer de 10 a 20% das necessidades de adultos para uma série de nutrientes (CASTELLÓN et al., 2003).

Os grãos podem fornecer nutrientes essenciais, que são utilizados como alternativas em substituições de carnes ou de outros alimentos protéicos de origem animal. O caupi pode fornecer até 33% de proteínas e 15% das calorias ingeridas. Portanto, como alimento básico e sob o ponto de vista quantitativo, é considerado um alimento protéico, embora seu conteúdo calórico não possa ser desprezado (FREIRE et al., 2006).

Os teores de proteínas do caupi observados por Maia et al. (2000), Preet e Punia (2000) foram entre 19,5 e 32,1 g-1, em diversas cultivares de feijão caupi. A diferença quantitativa do conteúdo protéico das sementes se dá pelo melhoramento genético que induz mudanças neste parâmetro bioquímico (CASTELLÓN et al., 2003).

As proteínas são necessárias para a construção e manutenção dos tecidos orgânicos, formação de enzimas, hormônios e vários líquidos e secreções corpóreas e preservação do sistema de defesa. O caupi além de proteínas também é rico em vitaminas

(principalmente do complexo B), responsável pela produção dos glóbulos vermelhos do sangue e formação de anticorpos, hormônios e sais minerais (Cálcio, Ferro), que desempenham funções vitais como manter o equilíbrio dos líquidos, controlar os batimentos cardíacos e impulsos nervosos, além de carregar oxigênio para a musculatura e regular o metabolismo energético e auxiliar as vitaminas e as enzimas na realização de processos metabólicos (EMBRAPA,1985).

O conteúdo de proteína varia de 16 a 33%; contudo, o valor biológico é considerado baixo, quando consumido isoladamente. Isso se deve tanto à baixa digestibilidade quanto à presença de aminoácido sulfurados (metionina, cisteína e cistina). Também, a digestibilidade da proteína é maior em feijões brancos e menor nos considerados escuros. A digestibilidade aumenta após o processamento térmico, especialmente com o calor úmido. Isso se dá devido à desnaturação de fatores antinutricionais (BASSINELO, 2010).

Uma refeição à base de feijão com arroz é, sem dúvida, um exemplo de alimentação saudável. O arroz e o feijão fornecem uma combinação de aminoácidos essenciais que auxiliam nosso corpo a formar suas próprias proteínas. E tudo isso porque os aminoácidos limitantes do feijão são justamente os que estão no arroz, e vice-versa. O arroz é pobre em lisina, presente no feijão. Este, por sua vez, não apresenta o aminoácido metionina, abundante no arroz. É importante salientar que em virtude da quantidade desses nutrientes estarem num limite mínimo, sugere-se acrescentar algum tipo de proteína de origem animal (carne, ovo ou leite), verdura e fruta para complementar o valor nutricional dessa dieta tipicamente brasileira.

No que se refere ao conteúdo de fibras, uma dos cultivares estudadas apresentou quantidades equivalentes observada por Salgado *et al.* (2005), que encontraram 16,4 g em 100 g de grão analisado. Observa-se em estudo realizado por Almeida *et al.* (2006) que os percentuais de FAI – Fibra alimentar insolúvel e FAS – Fibra alimentar solúvel presentes no feijão comum (FAI 19,9g e FAS 2,4g) variaram quando analisados em produtos como a ervilha (FAI 20,3g e FAS 1,7g) e a lentilha (FAI 19,0g e FAS 1,4g). O conteúdo de fibra alimentar total analisado por Preet e Punia (2000) em quatro cultivares de feijão caupi marrom foi aproximadamente quatro vezes menor que o encontrado pelos autores anteriormente citados.

Visando identificar a porcentagem de fibras na cultivar BRS-Milênio encontrou-se 27,4% do total de carboidratos referente ao conteúdo de fibra alimentar total, e 14,2% da fibra alimentar total encontrada são representadas pelas solúveis. Estes resultados mostram que o teor de fibras alimentares totais no feijão caupi é elevado, o que poderia implicar na prevenção do risco de doenças crônicas, tais como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes *mellitus*, além de aumentar a absorção de água no cólon, prevenindo a constipação (FAIVRE, BONITHON-KOPP, 1999; FELDHEIM, WISKER, 2000).

Complementando, o conteúdo de cálcio da cultivar estudada é aproximadamente quatro vezes maior que o encontrado na cultivar BR3-Tracuateua, muito embora não represente valor expressivo, diante da recomendação de 1000 mg-1. O teor de ferro foi 1,5 vezes maior na cultivar BRS-Milênio, quantidade importante diante do fato de que o feijão é à base da dieta de populações de baixa renda, e visto que as fontes de ferro heme são dispendiosas (NRC, 2001).

A mesma cultivar apresentou cistina e metionina como limitantes para esta faixa etária de adultos entre 19 e 50 anos, enquanto que os demais aminoácidos essenciais atendem às necessidades. Resultados similares foram encontrados por Maia *et al.* (2000) quanto ao perfil de aminoácidos. Em contrapartida, Iqbal *et al.* (2006) obteve o triptofano como aminoácido limitante, provavelmente decorrente de diferenças metodológicas. É importante destacar que a quantidade de lisina do feijão caupi, assim como nas leguminosas, lentilha, grão de bico e ervilha verde, atendem às recomendações nutricionais de acordo com FAO/WHO (1991), diferentemente do que acontece com os cereais (IQBAL, KHALIL, SHAH, 2003; IQBAL *et al.*, 2006).

Para Frota (2008), o feijão caupi apresentou alto conteúdo de ácidos graxos insaturados especialmente de ácido linoléico (C18:2n-6, 12-cis). O segundo ácido graxo em maior abundância foi o palmítico (C16:0), outro ácido graxo saturado presente no feijão, muito embora em proporções reduzidas, é o esteárico (C18:0). Os demais ácidos graxos insaturados foram: oléico (C18:1 n-6-cis),  $\gamma$ -linolênico (C18:3 n-6-cis) e docosadienóico (C22:2).

O feijão caupi é, ainda, ótima fonte de vitaminas, como a tiamina, riboflavina e niacina, incluindo os minerais Fe, Ca, Zn, P e Mg, porém a presença de fatores anti-nutricionais como a presença de ácido fítico no grão pode interferir na absorção destes minerais. Segundo a FAO, uma pessoa adulta, com atividade física moderada, que consome diariamente apenas 30 gramas de feijão seco (consumo baixo), obtém 28% da necessidade de ferro requerida pelo seu organismo. Quem inclui 60 gramas de feijão na dieta diária consegue 60% do ferro necessário e, aqueles que consomem 130 gramas, obtêm 100% da quantidade de ferro necessária (FAO, 2009).

### **3.5.1 Funções da proteína e dos principais micronutrientes encontrados no feijão caupi**

#### **3.5.1.1 Proteína**

São compostos orgânicos de alto peso molecular, formadas pelo encadeamento de aminoácidos. Representam cerca de 50 a 80% do peso seco da célula sendo, portanto, o composto orgânico mais abundante de matéria viva. São cerca de 200 presentes na

natureza, mas somente 21 são metabolizadas pelo organismo humano. Entretanto, apenas oito é que o nosso organismo consegue sintetizar, que são chamados de aminoácidos essenciais, e, devido a isso, devem ser ingeridos por meio da alimentação. Entre os não essenciais, podemos citar: Alanina, arginina, ácido aspártico, aspargina, ácido glutâmico, cistina, cisteína, glicina, glutamina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina. São chamados de aminoácidos essenciais: leucina, isoleucina, valina, triptofano, metionina, fenilalanina, treonina e lisina (WAITZBERG, 1995).

Considerada fonte de proteínas de alto valor biológico, ou proteínas completas, são aquelas que contém todos os aminoácidos essenciais em quantidades e proporções ideais para atender às necessidades orgânicas. Uma proteína de baixo valor biológico, ou incompleta, não possui um ou mais aminoácidos essenciais em quantidades suficientes. Os alimentos de alta qualidade protéica são essencialmente de origem animal, enquanto a maioria das proteínas vegetais lentilhas, feijões, ervilhas, soja, entre outros, é incompleta em termos de conteúdo protéico e, portanto, possui um valor biológico relativamente menor. Ressalta-se a importância de ingerir todos os aminoácidos essenciais por meio da diversificação na ingestão dos alimentos (WAITZBERG, 1995).

Krause (2005) afirma que as proteínas desempenham funções de coagulação sanguínea, formação de anticorpos, construção de novos tecidos, entre outras coisas são matéria-prima para alguns hormônios. Portanto, recomenda-se uma ingestão de 10 a 12% do total de calorias diárias, na forma de proteínas (1g de proteína = 4 calorias).

Perante essa informação, torna-se importante o conhecimento da resistência de cultivares de caupi associada com a presença de *C. maculatus* para teores de proteína, permitindo, dessa forma, a identificação de cultivares resistentes à praga e consequentemente assegurar os valores deste importante macronutriente (RIBEIRO et al., 2005).

### **3.5.1.2 Cálcio**

Mineral mais abundante no corpo humano. Cerca de 99% deste nutriente está localizado nos ossos e dentes. Além de formar e manter o esqueleto humano, também participa do processo de coagulação sanguínea, contração muscular, secreção de hormônios e regulação de reações enzimáticas, sendo fundamental para a comunicação entre as células (KRAUSE, 2005).

A principal fonte de cálcio do organismo provém da dieta. Os alimentos mais ricos em cálcio e que possuem maior absorção pelo organismo são o leite e seus derivados, também pode ser encontrado nas folhas verdes escuras (espinafre, couve-manteiga, brócolis), na sardinha, mariscos, amêndoa, apresentando também boa quantidade encontrada em feijões, mais propriamente, o caupi (CUPPARI, 2005).

As necessidades diárias de ingestão variam conforme a faixa etária, sendo maior nos adolescentes. A recomendação diária para adultos (homens e mulheres) é de 1.000 mg/dia, já para os adolescentes é de 1.300 mg dia. Assim, crianças e adolescentes devem ingerir alimentos ricos em cálcio, pelo menos 2 a 3 vezes ao dia, que ajudará na prevenção da osteoporose e outras doenças (DRIS, 2001).

Desse modo, uma alimentação equilibrada, contendo quantidade suficiente de cálcio, associada com hábitos saudáveis, tende a perpetuar-se durante o ciclo de vida, minimizando o risco de doenças e contribuindo para uma melhor qualidade de vida.

### **3.5.1.3 Ferro**

É o componente de diversas proteínas, incluindo a hemoglobina e enzimas, mineral fundamental para que as células mantenham seu bom funcionamento. Ele é essencial ao transporte de oxigênio, síntese de DNA e metabolismo energético e participa, também, da utilização do oxigênio para produção de energia (GROTTO, 2008).

É armazenado no baço, fígado, medula e no músculo na forma de mioglobina e concentrado em maiores quantidades no sangue. A mioglobina atua como transportadora de oxigênio dos pulmões e para todas as células do corpo, que volta para os pulmões em forma de dióxido de carbono (CUPPARI, 2005).

Há duas formas de ferro derivados da dieta: o ferro ferroso, conhecido como ferro heme, e o ferro férrico, chamado de ferro não-heme que é encontrado, principalmente, em leguminosas e cereais. O ferro ferroso possui melhor absorção do que o ferro na sua forma férrica. Portanto, uma alimentação que contenha uma boa ingestão de grãos é suficiente para produzir um bom funcionamento do ferro ao organismo (DOUGLAS, 2002).

Quando se consome alimentos com baixa concentração do micronutriente, pode ocorrer agravos e consequências à saúde podendo-se destacar: anemia ferropriva, fraqueza, palidez, tontura, irritação, cansaço, falta de ar e falta de apetite devido ao comprometimento de transporte de oxigênio aos tecidos, além de acarretar alterações deletérias significativas ao sistema imunológico (GALLANTE, 2007).

A anemia é a consequência pela falta desse mineral e consiste na redução da concentração de hemoglobina circulante, desencadeada por mecanismos patológicos, tendo entre outras consequências a oxigenação tecidual ineficiente, que é considerado problema nutricional de maior prevalência mundial, ocorrendo tanto em países desenvolvidos, como não-desenvolvidos, que contribui significativamente para a redução da capacidade de trabalho, bem como para o aumento da morbidade e mobilidade, afetando mais de 2 milhões de pessoas no mundo, as quais têm o feijão como alimentação básica (BRIGIDE, 2002; KRAUSE, 2005).

**Tabela 2** Necessidades Diárias de Ingestão de Ferro

	Categoria	Recomendação diária de ferro (mg)
<b>Crianças</b>	1 a 3 anos	7
	4 a 8 anos	10
<b>Homens</b>	9 a 13 anos	8
	14 a 18 anos	11
	19 anos em diante	8
<b>Mulheres</b>	9 a 13 anos	8
	14 a 18 anos	15
	19 a 50 anos	18
	51 anos em diante	8

Fonte: DRIS, 2001.

Destaca-se então como grande contribuidor o feijão caupi, presente na dieta brasileira, este apresenta grande importância em relação ao valor nutricional, além da alta quantidade de proteínas, e contribui como melhor fonte vegetal de ferro (CUPPARI, 2005).

#### 3.7.1.4 Magnésio

Representado por importante nutriente mineral, o Magnésio está envolvido em praticamente todo o metabolismo, com mais de 300 processos metabólicos, entre eles a conversão de carboidratos, lipídeos e proteínas em energia. Esse mineral atenua os diversos sintomas desagradáveis que acompanham o processo. É um nutriente fundamental na conversão do aminoácido "triptofano" em serotonina. Logo, o Magnésio promove o controle do desejo por doces e carboidratos, diminuição do inchaço e do stress, melhora da disposição física e do desempenho na prática de esportes, aumentando a sensação de prazer (CUPPARI, 2005).

A ingestão de alimentos com baixa concentração desse mineral pode acarretar acidez, anemia, agitação, ansiedade, debilidade nos músculos abdominais, desmaios, dores no pescoço e nos ombros, gases intestinais, perturbações na pressão sanguínea (hipertensão ou hipotensão), nervosismo, alucinações e irritabilidade, micção frequente, pedras nos rins, nefralgias, olhos amarelos e prisão de ventre. As principais fontes alimentares de magnésio são: hortaliças, legumes, alimentos do mar, castanhas, cereais e produtos lácteos (TIRAPGUI, 2005).

A recomendação diária de magnésio é de 400 miligramas, mas as pesquisas mostram que a maioria da população consome, no máximo, 80% dessa quantidade. Para aumentar a dose, é preciso aumentar o consumo de vegetais de folhas verde-escuras e leguminosas, boas fontes do mineral (COZZOLINO, 2005).

Podem-se destacar como alimentos fontes de magnésio, hortaliças, legumes, castanhas, cereais, leites e derivados e frutos do mar.

### 3.6 Qualidade tecnológica e tempo de cozimento

A qualidade tecnológica e nutricional do feijão é determinada em parte pelas condições climáticas e pelo genótipo durante o desenvolvimento da planta e dos grãos. A qualidade dos grãos para o cozimento pode ser afetada por fatores climáticos como a alta temperatura no período de enchimento dos grãos, práticas de cultivo, beneficiamento pós-colheita, condições de armazenamento e tecnologia de processamento (RODRIGUES, 2005).

Tão importante quanto a produtividade e a resistência às pragas, está a qualidade tecnológica e nutricional do grão do caupi comercializado, o qual vai chegar ao prato do consumidor final. A qualidade do grão pode ser determinada pela aceitabilidade ao consumo e características nutricionais.

O feijão caupi é considerado um dos alimentos tradicionais na dieta do brasileiro nordestino, porém apresenta perda de valor comercial após a colheita, sendo que as características físicas e químicas relacionadas com a qualidade tecnológica dos grãos são: absorção de água antes e após o cozimento, tempo de cozimento (que é definida pela redução da capacidade de absorção de água, aumento do tempo de cozimento e escurecimento do tegumento) além de alterações nos minerais, proteínas e vitaminas (REYES-MORENO, PAREDES-LÓPES, 1993; BERTOLDO et al., 2008; BASSINELO 2010).

É fundamental buscar cultivares de caupi com reduzido do tempo de cozimento, uma vez que, além de sua importância econômica, esse grão é considerado alimento básico da população nordestina e importante fonte de nutrientes. Tendo em vista que a maioria das donas de casa possui atividade fora do lar e, conseqüentemente, menor tempo para preparar as refeições, o menor tempo de cozimento torna o produto mais atrativo ao consumo (BARBOSA, 2010).

Além disso, para registro de uma nova cultivar junto ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é exigido a avaliação do tempo de cozimento, demonstrando, portanto, a necessidade em pesquisar esse parâmetro nas cultivares (BERTOLDO, 2009).

De acordo com Carbonell et al. (2003), as exigências de mercado estão sendo cada vez maiores e, conseqüentemente, têm que ser atendidas e, entre elas, tão importantes quanto a produtividade e a resistência a doenças, está a qualidade tecnológica do produto comercializado, que vai chegar ao consumidor final.

Conforme Brassinele (2010), o cozimento é essencial no preparo do feijão para o consumo de mesa, garantindo a inativação de fatores antinutricionais, além de proporcionar a caracterização das características sensoriais de textura exigidos pelo consumidor. Cultivares cujos grãos ofereçam menor tempo de cozimento resultam em economia de

energia e tempo. Para o feijão recém-colhido, a casca contribui com 55% do tempo de cocção. Já no feijão armazenado, esse tempo passa para 75%. Portanto, a casca é considerada a primeira barreira para o cozimento do feijão e é considerada um fator de dureza do grão, logo, pelo elevado tempo de cocção.

Tem sido constatada grande variabilidade genética para parâmetro de tempo de cozimento em caupi, Longe (1983), na Nigéria, cita que o tempo médio de cozimento para diferentes cultivares de feijão caupi é de 74 minutos, variando de 41 a 135 minutos. O mesmo autor ressalta que a embebição de 9 horas em água diminui o tempo de cozimento de 14 a 25%.

Bressani (2000) e Barbosa (2010) citam que o efeito de difícil cozimento ou “*hard to cook*” está relacionado com altas temperaturas e umidade relativa que favorecem o crescimento de fungos que produzem compostos tóxicos e infestação de insetos que podem resultar em perda de matéria seca e valor nutricional do grão. Além disso, o cozimento é imprescindível para o consumo dos grãos de feijão devido à inativação de fatores antinutricionais e por atribuir maciez e textura adequada à preferência dos consumidores, pois períodos prolongados de cozimento devem ser evitados, pois causam variações estruturais, resultando em perda de nutrientes.

Também, Phillips (2001) afirma que a qualidade do cozimento é medida em função da digestibilidade, solubilidade e conteúdo protéico destacando também aroma, gosto e textura do grão cozido, relata que os fatores que afetam o tempo e a qualidade do cozimento do feijão caupi estão determinados pelo grau de embebição de água pelo grão, tempo de armazenamento, pH da água e tamanho do grão.

O mesmo autor cita que a embebição do grão em água antes do cozimento reduz o valor nutritivo do grão, pois os nutrientes solúveis são lixiviados para a água de embebição. Já durante o longo tempo de armazenamento pode surgir o efeito “*hard to cook*” provocando decréscimo na qualidade do grão. No que se refere ao pH da água do cozimento quando não-potável endurece o tegumento devido à presença dos sais minerais durante o cozimento.

Klamczynska *et al.* (2001) destacam que o tamanho do grão tem influência no tempo de cozimento do grão de caupi, pois as cultivares de grãos largos precisam de mais tempo de cozimento em relação aos estreitos.

É neste contexto, que esse estudo visa identificar cultivares de feijão caupi que possuam menor tempo de cozimento e se esse parâmetro é influenciado pelo ataque de *C.maculatus*.

### 3.7 Armazenamento

O armazenamento de grãos de feijão caupi não deve ultrapassar o período de 12 meses e alguns cuidados devem ser tomados para minimizar, ao máximo, a sua deterioração, cuja velocidade depende do ambiente de estocagem do produto em si e de sua condição no início da armazenagem. Deste modo, ambientes ventilados, frios e secos proporcionam melhores condições de conservação dos grãos (EMBRAPA, 2005).

Em estudos com diversos tipos de feijão, entre eles o caupi, Batista (2010), mostra que a manutenção e as condições de alta temperatura e umidade relativa podem provocar o desenvolvimento do fenômeno “difícil de cozinhar” (HTC - hard to cook), acarretando aumento do tempo de cozimento, alterações na composição química, diminuição do pH dos grãos, menor solubilidade e mudanças no perfil eletroforético das proteínas .

O que pode ser explanado em relação ao fenômeno do endurecimento dos grãos é a polimerização dos polifenóis presentes na casca, que podem migrar para os cotilédones, influenciando a sua composição. Complementando, acredita-se que o processo de lignificação, (oxidação e polimerização de compostos fenólicos), seja o responsável pela ocorrência do fenômeno de hard-to-cook, em grãos de feijão. Além dos altos níveis de carboidratos, proteínas e minerais, o feijão apresenta compostos antinutricionais como os polifenóis (taninos) e o ácido fítico, que podem estar associados ao fenômeno hard-to-cook, aumentando o tempo de cocção e diminuindo sua palatabilidade (RESENDE, 2008).

Resende *et al.* (2008) relata que os compostos fenólicos também estão relacionados com o endurecimento dos grãos na pós-colheita, incidindo no aumento dos seus níveis e no tempo de cocção, após 3 e 6 meses de armazenamento, nas condições de 30 °C de temperatura e 70% de umidade relativa. Assegura ainda que os compostos fenólicos também estão correlacionados com o escurecimento de grãos quando na presença de oxigênio, episódio ocasionado por oxidações enzimáticas incididas no tegumento. Os fatores como teor de água, temperatura e o período de armazenamento também influenciam no escurecimento do tegumento.

Segundo Souza (2001), durante o armazenamento dos grãos de feijão, ocorrem algumas alterações químicas e/ou estruturais que levam à diminuição das características gerais e do valor nutritivo do produto. Essa perda de qualidade caracteriza-se por modificações no sabor, escurecimento do tegumento dos grãos e, em algumas cultivares, gera o aumento no grau de dureza dos grãos, o que resulta em aumentos no tempo de cozimento. O endurecimento dos grãos de feijão tem sido conferido à ação de polifenóis, por meio de dois mecanismos: polimerização na casca, o que dificulta a penetração de água ou pela lignificação dos cotilédones que limita a capacidade de hidratação, ambos influenciando na capacidade de absorção de água pelos grãos. (RIBEIRO et al., 2005).

Ainda, Azevedo *et al.* (2007) relata que a qualidade da semente é fator de extrema importância para que se obtenha a produtividade esperada, e o armazenamento é prática fundamental para o controle da qualidade fisiológica da semente, sendo um método por meio do qual pode-se preservar a viabilidade das sementes e manter o seu vigor em nível razoável no período compreendido entre o plantio e a colheita.

Considerada uma substância orgânica, a lignina cuja função é de conferir rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais. É impermeável à água, muito resistente à pressão e pouco elástica. Os teores de lignina em feijões variam de 8,4 g/100g a 13 g/100g de matéria seca, sendo que os teores em feijões armazenados são mais elevados do que em feijões novos (PAULA, 2004).

Após a colheita, o escurecimento do grão influencia na aceitação comercial. Esse fator é irreversível, tendo várias causas como as reações químicas, enzimáticas (ação de polifenoloxidasas) e não-enzimáticas (reação de Maillard, consequente do aquecimento de misturas de aminoácidos e carboidratos) (BASSINELLO, 2010).

Barbosa (2010) relata que a absorção de água é definida como processo físico que pode variar de acordo com a permeabilidade do tegumento (espessura e composição do tegumento), temperatura (dentro de determinados limites, a absorção aumenta com a temperatura), composição química (sementes ricas em proteínas, geralmente absorvem água mais rapidamente que sementes ricas em amido) e por suas condições fisiológicas (as sementes imaturas e mais deterioradas absorvem água com maior velocidade de água do grão é um procedimento físico que varia de acordo com a permeabilidade deste, isso está associado à maior desestruturação das membranas nessas sementes), além de fatores genéticos, pois estes, mais a interação cultivar e tempo de embebição, podem afetar a capacidade de interação.

Resende (2008) afirma que o teor de água superior ao recomendado para o armazenamento seguro é uma das principais causas da perda de suas características tecnológicas – a recomendação para os teores de água durante o armazenamento é de 13 a 14%. Também, as condições de temperatura e umidade relativa, podem alterar o valor nutritivo dos grãos, favorecendo a formação de compostos antinutricionais, bem como o fator de endurecimento do grão, destaca-se ainda que baixas temperaturas resultam em menores tempo de cocção.

A resistência ao cozimento é ocasionada por fatores, como os tipos de dureza dos grãos. O termo “hardshell” (casca dura) é uma condição em que sementes maduras e secas não absorvem água dentro de um período de armazenamento. O termo “hard-to-cook” (difícil de cozinhar) é empregado para apresentar uma condição em que as sementes requerem um tempo de cozimento demorado para amolecerem, ou não amolecem, mesmo depois de um cozimento prolongado em água fervente (BOURNE, 1967; VINDIOLA *et al.*, 1986).

A ocorrência de “hardshell (casca dura) acontece quando o armazenamento é realizado em temperaturas altas e em baixa umidade relativa do ar e “hard-to-cook” (difícil de cozinhar) acontece, especialmente, em condições de armazenamento em alta temperatura e alta umidade relativa do ar. Com isso, a perda de qualidade durante o armazenamento manifesta-se pelo aumento no grau de dureza do feijão, aumentando de forma significativa o tempo necessário para o cozimento, além de alterar o sabor, e provocar o escurecimento do tegumento em algumas cultivar (RIOS et al., 2003; BARBOSA, 2010).

Em estudos semelhantes com o realizado, pesquisadores avaliaram culturas como de grão de bico em que foi testada a qualidade de cozimento por meio de dureza. No entanto, não foi observada relação entre o tamanho médio das sementes e qualidade de cozimento e alguns genótipos apresentaram qualidade de cozimento diferente, indicando que a cor original, característica do genótipo, não está relacionada com a qualidade de cozimento (PACHECO et al., 1994).

Posteriormente, Brankmann *et al.* (2002) pesquisaram a conservação de genótipos de feijão (*P. vulgaris* L.) do grupo carioca em tipos de armazenamento e constataram que houve diferença estatística referente às condições de armazenamento e ao ataque de insetos, sendo que o ataque ocorreu apenas no armazenamento convencional. No entanto, para uma dos cultivares analisadas observaram o ataque apenas no armazenamento convencional sem grande expressão, porém quando submetidos a 19 meses de armazenamento houve diferença significativa e o ataque foi severo.

Além dos fatores ligados ao próprio grão, deve-se considerar também que o armazenamento em condições inadequadas pode levar à infestação dos grãos por insetos e fungos, que causam perdas significativas. Nesse sentido, como já destacado, *C. maculatus* é prejudicial, pela redução do peso dos grãos, pela alteração do valor nutritivo, pela queda do poder germinativo da semente e por abrir portas de entrada para patógenos.

Ressalta-se que o maior dano ocorre durante o período de armazenamento em que há alteração qualitativa da semente, em que a presença de ovos ou insetos adultos nos grãos, e até mesmo a constatação do odor característico que estes exalam, deprecia o valor comercial e restringem o consumo (ALMEIDA et al., 2005).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Cascavel, PR. Para isso, foram utilizadas sementes de cultivares de feijão caupi, fornecidas pela EMBRAPA Semi-Árido, Petrolina PE: BRS Guariba, BRS Tumumaque, BRS Panagaçu, BRS Caleamé, BRS Potengi, BRS Xiquexique, BRS Pajéu e BRS Canapu - Curaça.

**Tabela 1** Caracterização dos Cultivares em Estudo

Cultivares	Cor do grão	Produtividade	Zoneamento Climático	Resistência	Peso de 100 grãos	Ano do Lançamento
BRS Guariba Ciclo: 65 a 70 dias	Branco	850 kg.ha a 1.400 kg.ha-1	PI, MA	Cowpea apked-borde Mosaic Virus	19,5 g	2004
BRS Tumucumaque Ciclo: 65 a 70 dias	Branca	1.114,9 kg/ha, chegando a 1.889 kg/ha	RD, AM, RR, PA, AP, MA, PI, RN, PE, AL, SE, MT, MS	-	20,5 g	2008
BRS: Paragaçu Ciclo: 230 a 250	Preta	790 a 1.524 kg/ha	BA	Mosaico-severo (Cowpea Severe Mosaic Virus)	17 gr	2002
BRS Cauamé Ciclo: 65 – 70 dias	Branco	1.104 kg/ha	RD, RR, AP, AM, PA, PE, AL, SE, MS	-	17,2 g	2008
BRS Potengi Ciclo: 70 a 75 dias	Branca	1228 kg/ha	RD, RR, AM, MA, PI, RN, PE, MT, MS	Mosaico severo do feijão-caupi Cowpea severe mosaic virus	21 g	2008
BRS Xiquexique Rica em ferro e zinco Ciclo: 65-75 dias	Branco	1.43 kg/ha	RR, AM, PA, AP, PE, AL, SE, BA, MT, MS	Mosaico-severo (Cowpea Severe Mosaic Virus)	16,5 g	2008
BRS Pajéu Ciclo 75 dias	Branco a Mulato	1,014 kg/ha	RR, MA, PI, PE, AL, SE, MT, MS	-	26 gr	2008
BRS Canapu Curaça Ciclo 70 dias	Clara amarelada	1.450 kg/ha	PI	Mosaico-severo (Cowpea Severe Mosaic Virus)	17 gr	2007

Fonte: Embrapa, 2006 – Boletins Técnicos.

As cultivares foram produzidas durante a safra de 2009, de setembro a dezembro, em uma área localizada no Município de Corbélia – PR, 24° 42' 16" S, 53° 15' 17" O e 650 m de altitude, com clima subtropical mesotérmico superúmido, segundo a classificação de Koeppen, com solo da região classificado como latossolo vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006), profundo e com boa capacidade de retenção de água. O espaçamento entre plantas de feijão foi de 50 cm e entre linhas de 1 m, dividido em oito parcelas de 1,5 metros cada.

Após a colheita, as vagens foram debulhadas manualmente e previamente inspecionadas, eliminando-se impurezas ou grãos imperfeitos que pudessem comprometer o experimento. Em seguida, os grãos foram colocados em sacos de papel e transferidos até a estufa de secagem a 45°C por 1,5 horas até atingirem o teor de umidade de aproximadamente 14 %, adequado para armazenamento.

Posteriormente, foram acondicionados em sacos plásticos a 5°C por 6 dias para eliminar eventuais infestações de insetos do campo. Antes da instalação dos experimentos, os grãos foram colocados em temperatura ambiente, em recipientes plásticos cobertos com “voil” para entrarem em equilíbrio higroscópico.

#### **4.1 Criação e manutenção de *Callosobruchus maculatus***

Os insetos foram disponibilizados pela EMBRAPA Semi-Árido, Petrolina, PE e criados em grãos de feijão caupi da cultivar BRS Maratão, a qual não foi utilizada na pesquisa, ambas fornecidas pela Embrapa Semi-Árido, a fim de se evitar interferência e condicionamento pré-imaginal por determinada cultivar utilizado na pesquisa.

Os grãos foram colocados em recipientes de vidro, fechados com tampa plástica perfurada e revestida internamente com tecido tipo “voil” para permitir as trocas gasosas e evitar a fuga dos insetos. Os recipientes foram mantidos em sala climatizada, 25 ± 1°C, 65 ± 2% UR e 12 horas de fotofase (Figura 03).



**Figura 03** Recipiente utilizado na criação de *Callosobruchus maculatus* em laboratório

Adultos de *C. maculatus*, utilizados em todas as fases do experimento, foram provenientes da criação do próprio laboratório, com idade entre 24 e 48 h. Para sua multiplicação, foram colocados nos recipientes e mantidos durante quatro dias, para a realização de postura, sendo retirados após esse período. Periodicamente, de quatro em quatro dias, foram preparado novos recipientes com a colocação de novos lotes de grãos e insetos.

Essa padronização foi realizada para assegurar a quantidade de adultos necessários para a execução dos experimentos.

#### **4.2 Seleção dos Cultivares de Feijão Caupi**

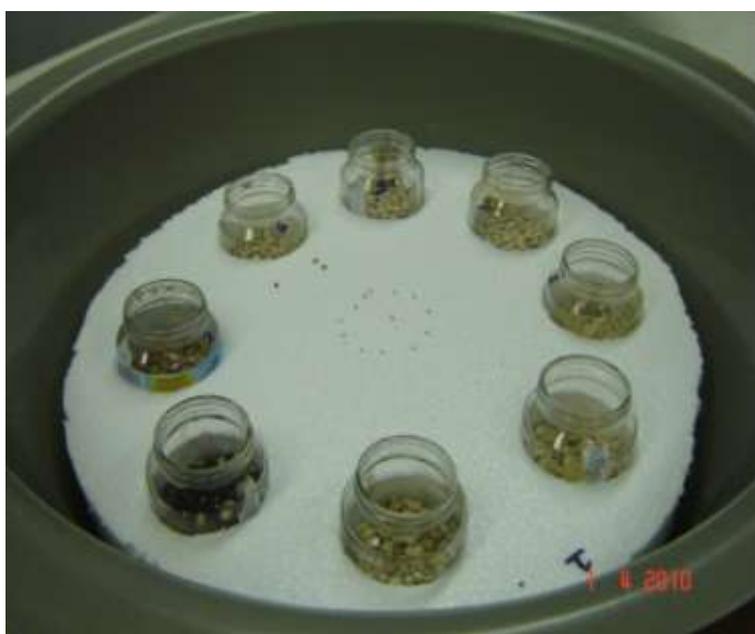
Para constatação de presença de resistência nos cultivares de feijão caupi, esses foram submetidos aos testes com chance de escolha, para determinar a preferência por *C. maculatus* e sem chance de escolha ou confinamento, para confirmar a preferência, tipo de resistência e também verificar a influência dos cultivares na biologia do inseto.

#### **4.3 Teste de Preferência**

Os testes de preferência por cultivar foram baseados em metodologia adaptada utilizada por Chaves (1989), em estudo realizado com genótipos de feijão caupi.

#### 4.2.1 Avaliação da não-preferência de *Callosobruchus maculatus*, em teste com chance de escolha

Os experimentos foram realizados em uma arena, constituída de dois recipientes plásticos com 50 cm de diâmetro e 15 cm de altura, no primeiro recipiente foi distribuído em seu interior um disco de poliestireno expandido, com orifícios, nos quais foram encaixados oito recipientes de vidro contendo 100 g de sementes de feijão caupi (cada um contendo um dos cultivares em estudo). No centro da arena, foram liberados 20 casais adultos provenientes da criação de laboratório, conforme observado na figura 04. Após, para impossibilitar a saída dos insetos utilizou-se o segundo recipiente com as mesmas características do primeiro, sobreposta e fechada com fita larga transparente (Figura 05), ficando, dessa forma, o interior da arena com ausência de luz.



**Figura 04** Bandeja com recipientes para disposição dos cultivares de feijão caupi para experimento com chance de escolha. O ponto central indica o local de liberação dos insetos.



**Figura 05** Recipiente para disposição dos cultivares de caupi para o experimento com chance de escolha

Foram preparadas quatro arenas distintas, cada uma considerada uma repetição. O experimento foi realizado em ambiente climatizado ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase). Após seis dias, efetuou-se a contagem dos insetos em cada um dos recipientes.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Os tratamentos constituíram de oito cultivares de feijão caupi e quatro repetições. Os resultados foram analisados estatisticamente quanto à variância por meio do teste F e as médias comparadas por meio do teste Scott Knott, ambos a 5% de significância, utilizando-se o software Sisvar 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2005).

#### **4.2.2 Avaliação da não-preferência de *Callosobruchus maculatus*, em teste sem chance de escolha**

Foram preparados frascos de vidro contendo 20 g de sementes de cada um dos cultivares em teste. Em cada um foram adicionados dois casais adultos sexuais com no máximo 24 a 48 h após a emergência, mantidos por seis dias em ambiente climatizado ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 10\%$  UR e 12 horas de fotofase,) para que houvesse a postura (Figura 06). Após esse período, os adultos foram eliminados, considerando-se esse o início do período de duração do ciclo de emergência, ou seja, do ovo-adulto.

Para cada um dos oito cultivares foram preparados quatro recipientes, cada um considerado uma repetição. Além disso, preparou-se um lote idêntico de recipiente, conforme descrito, que não foi infestado, considerado testemunha (Figura 06).



**Figura 06** Avaliação da não-preferência de *Callosobruchus maculatus* em teste sem chance de escolha

Após 15 dias da retirada dos adultos, foram feitas observações diárias para verificar a emergência dos insetos, sendo aqueles emergidos retirados, contados e colocados individualmente em tubo de plástico com tampa a fim de evitar a fuga dos mesmos, sendo mantidos por 24 h nas mesmas condições e pesados individualmente em balança analítica. O procedimento foi repetido até o 45º dia, período em que a emergência foi interrompida.

Foram avaliados, os parâmetros biológicos dos insetos: duração do período ovo-adulto, peso dos insetos adultos e o número de insetos emergidos.

Para verificar os danos causados nos grãos, como perfuração e perda de peso, os grãos danificados foram separados, contados e pesados. A perda da massa da matéria seca dos grãos foi determinada pela diferença de massa final das sementes da testemunha e massa final nos tratamentos segundo metodologia descrita por Toscano *et al.* (1999).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Os tratamentos constituíram de oito cultivares de feijão caupi e quatro repetições para a estratégia sem infestação de *C. maculatus*. Os resultados foram analisados estatisticamente quanto à variância por meio do teste F e as médias comparadas por meio do teste Scott Knott, ambos a 5% de significância, utilizando-se o software Sisvar 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2005).

#### **4.3 Determinação da qualidade tecnológica e nutricional dos grãos**

Após 45 dias de armazenamento foram realizadas as análises para avaliação da qualidade tecnológica dos grãos de todas as cultivares infestadas pelos insetos e também das respectivas testemunhas (não infestadas). Para tal, de cada cultivar, para todos os

parâmetros avaliados, foram utilizadas quatro amostras, cada uma considerada uma repetição.

#### **4.3.1 Determinação do teor de água dos grãos**

Para determinação da umidade dos grãos, foi realizada segundo a metodologia oficial descrita por BRASIL (1992). Foram tomadas quatro amostras de 5 g de grãos, sendo colocadas em uma estufa de secagem a 105 °C por um período de 24 horas. Em seguida, foram retiradas da estufa e colocadas no dessecador por um período de 20 min. Então, as amostras foram pesadas novamente, obtendo a nova massa e determinando o teor de água dos grãos.

#### **4.3.2 Porcentagem de embebição de água antes do cozimento**

A porcentagem de embebição de água antes do cozimento foi determinada conforme metodologia de Carbonell (2003), inicialmente pelo procedimento analítico, sendo retiradas quatro amostras de 20g de grãos de feijão caupi uniformes e inteiros, obtendo-se, deste modo, a massa de grãos antes da embebição (MS).

Os grãos foram colocados em embebição em béquer de 100mL, com 50mL de água destilada, por 16 horas à temperatura ambiente (20 °C) (Figura 07). Após o período de embebição, os grãos foram retirados e rapidamente secos com papel toalha. Em seguida, foram pesados obtendo-se a massa dos grãos úmidos (MU). A porcentagem de embebição foi determinada pela equação 01.

Equação 01 - Determinação da porcentagem de embebição de água antes do cozimento

$$Pe_{anc} = \frac{MU - MS}{MS} \times 100$$

Em que:

MU = Massa úmida

MS = Massa seca



**Figura 07** Experimento para determinação da embebição de água antes do cozimento

#### **4.3.5 Determinação do tempo médio de cocção pelo Cozedor de Mattson adaptado**

A análise para determinação do tempo médio de cozimento foi realizada seguindo metodologia adaptada dos métodos propostos por Proctor e Watts (1987). Foram tomadas quatro amostras de 20 g de grãos de feijão caupi uniformes e inteiros permanecendo em embebição em água destilada por 16 horas à temperatura ambiente (20 °C). Os grãos foram colocados individualmente no Cozedor de Mattson, em uma cavidade do aparelho e sob uma vareta de metal de 90 g e 1,48 mm de diâmetro de ponta (Figura 08).



**Figura 08** Procedimento para determinação do tempo médio de cozimento – Cozedor de Mattson Adaptado.

Em seguida, foram aquecidos 1000 mL de água destilada até a fervura, em béquer com capacidade para 3000 mL, e o cozedor, já preparado com os grãos, foi colocado dentro do béquer. O tempo de cozimento das amostras foi medido por meio de cronômetro até o momento em que a treze varetas perfurasse os grãos.

#### 4.3.6 Determinação de proteínas

Para a determinação do teor de proteínas, foi utilizado 20 g de cada amostra, colocadas na chapa digestora em capela (Figura 09 A) para a digestão da proteína. Após a digestão, cada amostra foi levada ao destilador de nitrogênio (Figura 09 B) e titulada. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldhal e o teor de proteína obtido pelo fator de conversão de 6,25, conforme o Instituto Adolfo Lutz (1984).



Figura 09 A) Chapa digestora para proteína;



B) Destilador de nitrogênio.

#### 4.3.7 Determinação de minerais

Para análise dos minerais, cálcio, ferro e manganês foi utilizado o método de carbonização por via seca (cinzas). Inicialmente, adicionado 0,5 g de feijão em cadinho tarado, após levado à incineração em mufla a 550°C por 3 horas. Posteriormente, as cinzas foram dissolvidas em 25 mL de HCL 0,1 N para total dissolução. O material foi deixado em repouso e filtrado em balão de 50 ml completos com água destilada, conforme descrito por Malavolta *et al.* (1997). A leitura das amostras foi realizada por meio de espectrofotômetro de absorção atômica e os resultados expressos em mg de minerais por 100 gramas de feijão.

#### 4.3.8 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial. O fator principal de análise constituiu-se de oito cultivares de feijão caupi com quatro repetições e o segundo fator foi à estratégia com ou sem infestação de *C. maculatus*. Os resultados foram analisados estatisticamente quanto à variância por meio do teste F e as médias comparadas por meio do teste Scott Knott, ambos a 5% de significância, utilizando-se o software Sisvar 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2005).

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 Avaliação da não-preferência de *Callosobruchus maculatus*, em teste com chance de escolha

No teste com chance de escolha, os insetos foram atraídos por todos os cultivares analisados, no entanto, ocorreram diferenças significativas no percentual dos insetos atraídos em cada um dos cultivares (Tabela 3). Verificou-se que a cultivar BRS Caleamé (10,2%) BRS Pajeú (7,3%) e BRS Panaguaçu (6,3%) foram as que apresentaram maior atratividade a *C. maculatus*.

**Tabela 3** Atratividade de *Callosobruchus maculatus* para os diferentes cultivares de feijão caupi, em teste com chance de escolha, após seis dias de exposição.

Cultivares	Atratividade (Número)
BRS Guariba	2,0 ±0,58 b
BRS Tumumaque	4,3 ±0,88 b
BRS Panaguaçu	6,3 ±1,20 a
BRS Caleamé	10,2 ±1,10 a
BRS Potengi	3,6 ±1,44 b
BRS Xiquexique	5,0 ±2,08 b

BRS Pajéu	7,3 ±2,18 a
BRS Canapu - Curaça	2,3 ±0,67 b
Média Geral	5,3
CV (%)	25,1
DMS	3,4
Fator F	2,7

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $P < 0,05$ ).

Os dados de atratividade indicam uma provável existência de resistência e confirmam as observações de Santos (1976), que em experimentos avaliando a resistência de cultivares de caupi a *C. maculatus*, observaram que os adultos se distribuem desigualmente entre as cultivares, utilizando a metodologia semelhante à aqui utilizada.

As observações encontradas nesse trabalho estão de acordo com estudos realizados por Boiça Jr (2004), que ao avaliar a resistência de feijão caupi sob o ataque de *C. maculatus* também constatou que a cultivar BRS Guariba uma das menos atrativas para o inseto.

Outro fator que pode ser considerado por Guzzo (2008), que divide em fases, na seleção hospedeira por insetos fitófagos, é que na fase final de aproximação, os insetos utilizam pistas visuais, sendo importante a coloração, forma e contraste do hospedeiro no ambiente. Portanto, a distribuição dos insetos entre as cultivares estudadas pode ser elucidada pela coloração dos grãos, considerando que nesse experimento as cultivares com menor número de adultos são de coloração clara e, em especial, a BRS Panagaçu de coloração escura. O autor ainda destaca que os cultivares com coloração clara fornece contraste maior no interior da arena escura do que os de coloração escura. Apesar de existir o fator cor, não foi testado a distribuição dos insetos com as cultivares em arena translúcida, não podendo-se afirmar nesse experimento se esse fator recebe influência do ambiente.

Ogiangbe (2006) complementa que estudos com caupi de colorações distintas, apresentaram praticamente o mesmo número de ovos, quando submetidos a testes de confinamento. Portanto, a diferença observada nas cultivares IT89KD-245 branco e CNCx 409-12F de cor marrom indica que outras causas morfológicas, como a textura do tegumento, afetaram a preferência para oviposição. Conclui que Nwanze *et al.* (1975) observaram maior oviposição de *C. maculatus* em grãos caracterizados lisos, em relação aos rugoso, sendo que o tamanho do grão não influenciou na oviposição, pois genótipos com grãos de diferentes tamanhos não apresentaram variação no número de ovos.

Considerando a quantidade de insetos entre as cultivares e destacando que não há estudos com caupi para comparar as prováveis causas entre as diferenças, optou buscar modelos com milho realizados por Potrich (2006), que cita que a atratividade de *S. zeamais*, pode estar associado a conteúdos presentes ou liberados pelos grãos, como odor e sabor dos grãos.

## 5.2 Avaliação da não-preferência de *Callosobruchus maculatus*, em teste sem chance de escolha

Constatou-se que houve diferença significativa entre as cultivares estudadas, nos parâmetros número de adultos emergidos e perda total de peso dos grãos, porém não variando a duração do ciclo (Tabela 4).

**Tabela 4** Duração média do período ovo adulto, número e peso de adultos de *Callosobruchus maculatus* emergidos nas cultivares de caupi, em teste sem chance de escolha

Cultivares	Peso Adultos (g)	Duração do Ciclo (dias)	Número de Adultos Emergidos
BRS Guariba	2,5 ±0,10 a	36,6 ±0,44 a	48,3 ±10,10 a
BRS Tumumaque	0,5 ±0,04 b	39,5 ±0,80 a	23,0 ±5,20 a
BRS Panagaçu	0,7 ±0,01 b	38,2 ± 1,14 a	36,3 ±13,50 a
BRS Caleamé	1,4 ±0,03 a	38,5 ±1,32 a	42,3 ±11,70 a
BRS Potengi	0,3 ±0,01 b	38,6 ±0,56 a	24,3 ±7,31 a
BRS Xiquexique	0,1 ±0,01 b	36,5 ±0,59 a	3,0 ±0,25 b
BRS Pajéu	0,4 ±0,01 b	35,7 ±0,23 a	15,6 ±6,36 b
BRS Canapu – Curaça	0,1 ±0,01 b	37,8 ±2,99 a	5,6 ±2,40 b
Média Geral	6,0	37,7	19,8
CV (%)	33,6	3,0	30,9
DMS	1	2,2	19,6
Fator F	5,580	0,985	3,360

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $P < 0,05$ ).

Pode-se perceber que o valor do coeficiente de variação do experimento foi alto, o que Raposo (2003) ressalta que é comum na maioria dos ensaios que envolvem insetos devido ao ataque de pragas não ser uniforme.

Estes coeficientes de variação estão próximos aos resultados obtidos em estudos de Caetano (1998), que avaliou o efeito de caruncho no feijão bôer e obteve resultados de 32,19%, similares aos encontrados nesse estudo.

Quanto ao peso dos adultos emergidos, observa-se que houve diferenças significativas, sendo que os adultos que emergiram da cultivar BRS Guariba apresentaram peso de 2,5 mg, enquanto os insetos emergidos na cultivar BRS Xiquexique não passaram de 1,0 mg e as demais cultivares não ultrapassaram 1,4 mg. Isso pode ser explicado pela maior disponibilidade dos nutrientes.

Não houve diferença entre os cultivares no parâmetro duração do período ovo adulto, que pode ser confirmada pelas condições do substrato alimentar e da temperatura em que

os adultos se desenvolveram, relata Santos (1971) Nessa pesquisa foi utilizada temperatura controlada e as mesmas condições para todos os tratamentos.

No parâmetro número de adultos emergidos, foi possível observar que houve diferenças estatísticas, destacando a cultivar BRS Guariba, que apresentou maior número de inseto e também insetos com maior peso.

Em estudos semelhantes, Pessoa *et al.* (1992) descrevem a cultivar BRS Caleamé como um das mais preferidas para o *C. maculatus*, dentre 7 genótipos por eles estudados, observando que, nesse presente estudo, essa cultivar também foi considerada preferida para o esse inseto.

Para Barreto & Quinderé (2000), as variáveis número de insetos emergidos e número de sementes de caupi danificadas por *C. maculatus* mostraram-se positiva e significativamente correlacionadas entre si. Nesse estudo, pode-se observar que a cultivar BRS Guariba apresentou a correlação positiva em relação ao número de adultos emergidos, já o parâmetro grão danificado não teve diferenças estatísticas.

No entanto, Costa e Boiça Júnior (2004) obtiveram variações semelhantes em relação à resistência na cultivar Canapu sob o ataque de *C. maculatus*, que, tal como no presente estudo, obteve-se menor número de insetos emergidos. Os autores relatam, ainda, que os valores de emergência de adultos dos cultivares em teste refletem em uma provável resistência, tal como encontrado para a cultivar BRS Guariba.

Costa e Boiça Júnior (2004) obtiveram para *C. maculatus*, provenientes da cultivar Canapu, média do período ovo adulto de 22 dias. Contudo, no presente trabalho, a média foi de 10 dias. Essas variações podem ser explicadas por diferenças nas condições em que o experimento foi realizado, sendo que no trabalho citado, a despesa o método do fator temperatura foi de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$  e do presente trabalho de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , que pode acelerar ou retardar o desenvolvimento dos insetos e que também ressaltam que a cultivar é suscetível ao *C. maculatus*, o que difere na presente pesquisa.

De acordo com Carvalho (2009), verificou-se que o maior período de desenvolvimento do *C. maculatus* ocorreu na cultivar BRS Panagaçu (25,9 dias) que diferiu dos encontrados para BRS Gurguéia (23,5 dias). Segundo essa diferença, o inseto se alimenta do grão e exerce efeito adverso sobre sua biologia.

Nos experimentos realizados Santos & Quinderé (1988), em metodologia similar à desenvolvida nesse trabalho avaliando a preferência de *C. maculatus* sob grãos de feijão caupi em cultivares diferentes do presente estudo, observaram-se que o alongamento ciclo ovo adulto, bem como da redução de insetos emergidos das posturas de *C. maculatus* está associada à antibiose em feijão caupi.

Ainda, Costa e Boiça Júnior (2004) constataram em experimento semelhante, que o ciclo de ovo-adulto foi significativamente afetado pelos genótipos, constatando o maior ciclo na cultivar Cariri Hilo Vermelho (37 dias), diferindo dos encontrados para os insetos

provenientes de Corujinha, TE 90 180 9F, TE 90 180 88F, Canapu, TE 90 180 10F, Rabo de Tatu, TE 90 170 76F e IPA 206, cujo valor médio variou de 20 a 22 dias, que difere desse estudo, em que a duração do ciclo variou entre 36,6 a 39,5 dias, que pode ser explicado pela disponibilidade de nutrientes do grão ou devido às condições em que o experimento foi conduzido, cuja temperatura variou de  $25 \pm 6^{\circ}\text{C}$  enquanto nesse trabalho variou de  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Além do período biológico, outro parâmetro a se considerar, segundo Potrich (2006), pode ser expresso pelo reduzido número de insetos emergidos, peso dos insetos emergidos, como também a intensidade dos danos. Em relação à antibiose, os cultivares analisados apresentaram diferenças significativas quanto ao número de insetos emergidos, a cultivar BRS Guariba apresentou média de 48,3 insetos, enquanto que para a cultivar BRS Xiquexique obteve-se média de 3 insetos, considerada a menor média entre os cultivares em estudo.

Avaliando a preferência para oviposição de *C. maculatus* em diferentes cultivares de caupi, Schalk e Rossoulain (1973) constataram que a mesma se dá por grãos maiores, não existindo por outro lado preferência entre grãos pretos e brancos. Posteriormente, Chaves (1989) observou comportamentos semelhantes em cultivares de caupi, no parâmetro período de ovo adulto. Ao examinar a preferência para a oviposição, o autor concluiu ainda que os grãos maiores são os mais preferidos. Em testes com chance de escolha, os grãos lisos são mais preferidos que os rugosos, não existindo a preferência entre grãos brancos e pretos. Da mesma forma nenhum efeito em relação à cor do tegumento do grão e danos causados pelo gorgulho foi observado por Chaves e Vendramim (1995).

Como as cultivares BRS Guariba e BRS Xiquexique apresentam a mesma coloração, descarta-se então, a hipótese de que as diferenças quanto ao peso dos adultos emergidos poderiam estar relacionadas à cor do tegumento e sim pelo consumo e adequabilidade nutricional dos grãos oferecidos aos insetos.

Em relação aos danos provocados nos grãos, verificou-se que não houve diferença significativa na porcentagem de grãos danificados, porém a perda total diferiu significativamente entre as cultivares (Tabela 5).

**Tabela 5** Porcentagem média de grãos danificados e de perda total de peso dos grãos de caupi, causados por *Callosobruchus maculatus.*, em teste sem chance de escolha

Cultivares	Grãos Danificados	Perda Total Peso dos Grãos Danificados (g)
BRS Guariba	35,6 ±1,26 a	5,8 ±0,10 a
BRS Tumumaque	12,6 ±1,01 a	2,4 ±0,04 b
BRS Panagaçu	15,3 ±2,49 a	5,3 ±0,01 a
BRS Caleamé	37,3 ±1,45 a	6,6 ±0,03 a
BRS Potengi	20,6 ±1,75 a	3,8 ±0,01 a
BRS Xiquexique	3,6 ±0,21 a	0,5 ±0,01 b
BRS Pajéu	17,0 ±1,04 a	2,6 ±0,01 b
BRS Canapu – Curaça	4,6 ±0,11 a	0,7 ±0,01 b
Média geral	16,4	2,7
CV (%)	39,5	37,2
DMS	15,6	2,8
Fator F	1,525	1,619

Para cada coluna dados foram transformados em raiz de  $\sqrt{x}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $P < 0,05$ )

Em testes semelhantes, Costa e Boiça Júnior (2004) avaliaram genótipos com menor massa de grão consumido que acarretou em maior consumo de grãos pelos insetos, semelhante aos resultados aqui encontrados.

Embora as cultivares estudadas não representarem entre si diferenças estatística em relação à porcentagem de grãos danificados, percebe-se que houve diferença em relação à perda de peso total. Este fato pode estar relacionado à eventual presença de compostos atrativos presentes nas cultivares, como é o caso da BRS Caleamé, que apresentou a porcentagem do peso dos grãos danificados de 6,6%. Outro fato que pode estar relacionado é a disponibilidade de nutrientes dos grãos, que por consequência os insetos se alimentam mais, a fim de suprir suas necessidades e atingirem a idade adulta. Além disso, pode-se destacar que os insetos avaliados nessa cultivar são adultos pesados e de maior número de insetos, verificou-se também na avaliação dos grãos danificados essa cultivar se destacou.

Observa-se também que, comparando com o número de adultos emergidos, a cultivar BRS Xiquexique apresentou baixo número (3), que indica a possibilidade de possuir resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose. quando comparada com as demais, destacando a BRS Guariba (48,3).

Da mesma forma, observa-se que não houve diferença estatística no parâmetro grãos danificados, sendo que a BRS Guariba (35,6 %), apresenta maior índice de grãos danificados, indicando maior consumo pelos carunchos, podendo ser considerada uma característica de suscetibilidade desses materiais a *C. maculatus*.

Lima (2005) verificou que os valores relativos ao consumo de massa de grãos por *C. maculatus* variou entre as cultivares estudada. E, embora o consumo tenha sido de 0,5 g para a cultivar BRS Guariba, no presente trabalho essa mesma cultivar apresentou 5,8 g. Pode-se considerar que essa diferença está atribuída o comportamento dos insetos como um todo.

Conforme Potrich (2006), a perda de peso dos grãos invadidos é um fator importante, pois além do aspecto econômico, também indica um fator de resistência, que nesse caso foi observado na cultivar BRS Xiquexique com 0,5 % de perda de peso.

Corroborando, Boiça Júnior *et al.* (1997) também relata que as cultivares com maiores emergências no teste sem chance de escolha, foram as consideradas de menor preferência no teste com livre escolha. Associaram este fato a alguma causa química, como a liberação pelos grãos de substâncias atrativas aos gorgulhos para oviposição. Essa informação vem ao encontro dos resultados obtidos, em que no teste sem livre chance de escolha a cultivar BRS Guariba se destacou pelo número de adultos emergidos e em teste com livre chance de escolha foi considerada de menor atratividade, que pode ser explicado pelo fato da cultivar BRS Guariba não oferecer substrato suficiente para o desenvolvimento do inseto, ou até mesmo pela não-preferência alimentar do inseto pela cultivar.

Complementando, Lara (1991) relata que a presença de certas substâncias inibem da alimentação de carunchos, a exemplo da arcelina que confere resistência a *Z. subfasciatus*, em feijoeiro e inibidores de tripsina responsáveis pela antibiose, como é o caso de algumas cultivares de caupi, o que pode ser relacionado e evidenciar a cultivar BRS Xiquexique, que apresentou menor porcentagem e peso de grãos danificados.

A perda total do peso dos grãos diferiu significativamente entre as cultivares, sendo que a cultivar BRS Caleamé apresentou maior perda (6,6 %), enquanto a cultivar BRS Xiquexique apresentou 0,5 %.

Em estudos realizados por Freire (2006) percebe-se que a cultivar Canapu, foi a mais consumida pelos carunchos, podendo ser considerada susceptível ao *C. maculatus*. De acordo com o autor, esta variável pode estar relacionada com o número de insetos emergidos refletindo em consumo maior, ou com a presença de substâncias capazes de inibir a alimentação do conteúdo interno das sementes pelas larvas de *C. maculatus*. Nota-se que as informações citadas pelo autor difere dos resultados obtidos nesse estudo, em que a cultivar BRS Canapu foi a menos consumida pelo inseto, apresentando característica de resistência.

Desta forma, é possível observar que a resistência é relativa, devendo sempre ser comparada com outros cultivares, pois pode ser resistente a uma praga e suscetível a outras. Em relação aos insetos, a comprovação de resistência pode ser constatada por diferenças no comportamento, biologia, duração do ciclo, peso, dentre outros fatores, sendo os testes aqui realizados, considerados parâmetros para esta verificação. Estes são realizados, pois muitas vezes um cultivar menos preferido, em condições de livre escolha, torna-se suscetível e apresenta danos elevados quando o inseto não tem outra cultivar alternativo. (Gallo et al., 2002, Potrich, 2006).

Desse modo, observa-se que a resistência é relativa, quando comparada entre cultivares, pois pode ser resistente a um inseto e suscetível a outro. Já para comprovar a resistência dos insetos, observam-se parâmetros e diferenças no comportamento, como biologia, duração do ciclo, peso, dentre outros, sendo as avaliações aqui realizadas consideradas parâmetros para essa comprovação. Estes são realizados, pois acontecem de um cultivar menos preferido, em condições de livre escolha, torna-se suscetível, apresentando danos elevados quando o inseto não tem outra cultivar alternativo. A constatação em plantas pode ser feita pela magnitude do dano causado, perda de peso e outros (POTRICH, 2006). Complementando a pesquisa, destaca-se a importância e aplicar testes nutricionais e de qualidade tecnológica, onde será possível observar qual cultivar é a mais indicada para o consumo.

Por meio dos resultados obtidos, pode-se constatar que a cultivar BRS Xiquexique, quando comparada com as demais cultivares, em especial com a cultivar BRS Guariba, é resistente ao ataque de *C. maculatus*, pois apresenta menor número de insetos emergidos, menor peso dos adultos e também, menor perda total e, ainda, no teste com chance de escolha, foi uma das menores atratividades, podendo ser consideradas resistências do tipo não-preferência e antibiose.

### **5.3 Determinação de proteínas**

Os teores de proteína dos grãos das oito cultivares de feijão caupi submetidos à infestação variaram entre 18,7 e 22,7%, conforme Tabela 6. Salgado *et al.* (2005), trabalhando com feijão caupi (*V. unguiculata*), verificou teor de proteína igual a 22,1% para o grão maduro. Os valores encontrados neste trabalho variam em torno deste percentual. Ocorreram diferenças estatísticas entre as cultivares e suas respectivas testemunhas para BRS Guariba, BRS Tumumaque, BRS Panagaçu, BRS Caleamé e– Curaça, sendo que o teor de proteínas foi maior para os grãos submetidos à infestação, com exceção da cultivar BRS BRS Canapu. Percentuais maiores de proteína foram encontrados nos grãos infestados quando comparadas com as testemunhas, portanto ocorre efeito da infestação neste parâmetro de qualidade do produto.

**Tabela 6** Análise do teor de proteína em 8 cultivares nas estratégias com e sem infestação pelo *Callosobruchus maculatus*

Cultivares	Estratégias	
	Com infestação	Sem infestação
BRS Guariba	22,7 ±0,40 aA	20,4 ±0,18 bB
BRS Tumumaque	21,1 ±0,30 aB	20,7 ±0,09 bA
BRS Panagaçu	21,0 ±0,30 bA	20,0 ±0,13 cB
BRS Caleamé	20,4 ±0,23 cA	19,5 ±0,13 dB
BRS Potengi	19,3 ±0,33 dA	19,2 ±0,18 dA
BRS Xiquexique	19,5 ±0,14 dA	19,2 ±0,14 dA
BRS Pajéu	18,7 ±0,21 dA	18,2 ±0,22 eA
BRS Canapu – Curaça	20,4 ±0,31 cB	21,3 ±0,31 aA
Media geral	20,5 A	19,8 B
CV(%)	2,37	
DMS	1,23	
InteraçãoF(V*E)	7,834	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $P < 0,05$ ).

Observa-se que o valor da proteína aumentou significativamente em todas as cultivares infestadas, considerando que os insetos foram retirados antes de triturar os grãos para realizar as análises, mas podendo ter, ainda, resíduos de larvas e ovos. Além disso, observa-se que nos grãos sem infestação não ocorreu variação do conteúdo protéico.

Em estudo semelhante realizado por Pinto *et al.* (2002), com trigo infestado com *S. zeamais*, verificou-se também acréscimo no teor de proteínas totais que o autor cita que pode ser explicado pela proteólise (processo de digestão da proteína) e também pela alimentação dos insetos, que reduz o conteúdo de carboidratos, ocasionando acréscimo percentual do conteúdo protéico. Os autores afirmam também, que o teor de proteínas aumentou do centro do grão de trigo para a periferia. Dessa forma, pode-se inferir que o gorgulho *C. maculatus*, alimentou-se principalmente do interior do grão proporcionando aumento percentual do conteúdo protéico.

Esses resultados estão de acordo com os alcançados por Sanchez- Marinez *et al.* (1997), que notaram aumento no teor de proteínas com infestação de *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae). Sudhakar e Pandey (1987) observaram que a infestação com insetos causa aumento no teor de nitrogênio dos grãos. Também, Jood e Kapoor (1992) constataram aumento no nitrogênio, nas proteínas totais, no nitrogênio não-protéico e no ácido úrico com o aumento da infestação de *Tribolium granarium spp.* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *R. dominica*. Mas, na avaliação do teor de proteínas verdadeiras

(desconsiderando o nitrogênio não-protéico), esses autores observaram que houve redução ao longo do período de armazenagem, ou seja, o teor de nitrogênio protéico diminuiu com a infestação. Este é um problema quando se quer determinar o teor de proteínas totais, pois se parte da premissa de que todo o nitrogênio contido na amostra provém de proteínas, o que pode não ser verdade, em virtude da possibilidade, no experimento, de ocorrer um aumento na quantidade de nitrogênio não-protéico e da diminuição do nitrogênio protéico, ocasionados pela ação dos insetos

Em estudos semelhantes, realizado por Castellón *et al.* (2003), os teores de proteína diferiram dos resultados observados nesse estudo, obtiveram valores entre 19,5 e 26,1 g.100 g<sup>-1</sup>, enquanto no estudo em tese os valores variaram com infestação de 22,71 g para a cultivares BRS Guariba e menor teor com 18,75 g para a cultivar BRS Pajeú.

Para Sgarbieri (1987), o teor de proteína nos grãos de feijão é inversamente proporcional ao rendimento de grãos, pois quando se obtém acréscimo na produção de grãos o teor de proteína tende a sofrer um declínio. Além disso, variações em função do local de cultivo podem interferir no teor protéico. Consequentemente, a característica tecnológica do feijão também aumenta com o cozimento, tornando a textura macia e agradável, tornando o gosto característico do feijão cozido, eliminando a toxidez, principalmente pela desnaturação de proteínas tóxicas, geleifica o amido, resultando em melhoria da textura e produção de caldo viscoso e aumenta a digestibilidade das proteínas e dos carboidratos. Logo, o tempo de cozimento depende de fatores como a cultivar, épocas de semeadura, tempo decorrido desde a colheita e condições de estocagem dos grãos e modo de processamento (SGARBIERI, 1987; BRESSANI, 2001).

Já em grãos que não passaram por infestação a maior média 21,3 g foi contatada na BRS Canapu-Curaça e a menor 18,2 g coincidiu com a cultivar citada anteriormente BRS Pajeú que sofreu infestação. As diferenças quantitativas do conteúdo protéico das sementes podem estar relacionadas com o melhoramento genético, o qual induz mudanças neste parâmetro bioquímico.

Os teores de proteínas estão de acordo com os resultados observados por Maia *et al.* (2000), Preet e Punia (2000) e Castellón *et al.* (2003) que obtiveram valores entre 19,5 e 26,1 g.100 g, em distintas cultivares de feijão caupi.

Nota-se que a FROTA (2008) vem comprovando os teores de proteína em algumas cultivares de feijão caupi, como é o caso da Canapu-Curaça, que quando analisada apresentou 23,6 g de proteína, considerada como ótima fonte do macronutriente, confirmando com os dados apresentados nesse estudo.

Estudos evidenciam que formulações elaboradas à base de farinha de feijão caupi, como massas de rocambole tradicionais, apresentam alta porcentagem de proteína quando comparadas a ingestão do grão cozido sem processamento (FROTA, 2008). Além disso, Shoshima (2005) afirma que os teores de proteínas situam-se dentro do encontrado na

literatura apresentando variação entre 18% e 35% para diversas cultivares de caupi. Contudo, Lemos (2004), em experimentos realizados com feijão comum visando determinar a porcentagem de proteína, verificou porcentagens de 23,8 % na cultivar EL 49, quando armazenado durante 2 anos.

Segundo Lajolo *et al.* (1996), na composição centesimal do feijão, o conteúdo protéico é variável em razão do local de cultivo, de fatores ambientais e da própria cultivar.

Sanchez *et al.* (2004), verificou que a espécie *P.vulgaris*, apresentou valores de proteína reduzidos ao comparado com a espécie *V. unguiculata*. O autor relata ainda, que os cultivares de caupi são significativamente mais elevados no teor de proteína quando comprado com o feijão comum 23,10 g/100 g, contra 20,75 g/100 g.

Portanto, presença de insetos nos grãos de caupi armazenados pode alterar a qualidade do produto final, destacando-se a proteína e a qualidade tecnológica dos grãos, podendo estar aliada a processos de identificação de registro de cultivares de feijão caupi resistentes ao *C.maculatus*. Nesse estudo, percebe-se que a cultivar menos afetada pela infestação foi a BRS Xiquexique.

#### **5.4 Determinação do tempo médio de cocção pelo cozedor de Mattson adaptado**

Verifica-se que para o parâmetro de qualidade tempo de cozimento, a variedade BRS Canapu curaça apresentou menor tempo de cozimento em relação às demais cultivares também infestadas. Já a BRS Potengi apresentou, dentre as cultivares estudadas, o maior tempo de cozimento. As cultivares BRS Guariba, BRS Tumumaque, BRS Potengui, BRS Xiquexique e BRS Canapu curaça apresentaram tempo de cozimento estatisticamente igual à testemunha. Portanto, nestes casos não ocorreu diferenças significativas entre grãos após terem recebido a infestação por *C.maculatus* e suas respectivas testemunhas (Tabela 7).

**Tabela 7** Determinação do tempo de cozimento e taxa de embebição em 8 cultivares nas estratégias com e sem infestação

Cultivares	% de embebição		Tempo de cozimento (minutos)	
	Com infestação	Sem infestação	Com infestação	Sem infestação
BRS Guariba	125,6 ±0,17 cA	124,7 ± 0,20 cA	9,0 ±1,47 bA	10,5 ±0,29 cA
BRS Tumumaque	147,0 ±0,15 aA	150,4 ±0,09 aB	9,0 ±0,40 bA	9,0 ±0,00 cA
BRS Panagaçu	141,5 ±0,08 aA	138,7 ±0,22 bA	12,0 ±0,71 aA	9,7 ±0,63 cA
BRS Caleamé	115,2 ±0,19 eB	101,1 ±0,10 fA	12,2 ±0,95 aA	9,7 ±0,48 cB
BRS Potengi	122,2 ±0,08 cA	124,5 ±0,07 dB	14,0 ±0,58 aA	10,7 ±0,75 cB
BRS Xiquexique	133,6 ±0,12 bA	132,6 ±0,07 dA	12,5 ±0,64 aA	12,0 ±0,91 bA
BRS Pajéu	114,5 ±0,30 dA	116,1 ±0,15 eA	9,7 ±0,48 bB	14,5 ±1,19 aA
BRS Canapu – Curaça	126,9 ±0,26 cA	129,7 ±0,29 dA	7,2 ±0,63 bA	9,0 ±0,41 cA
Media geral	128,3 A	127,2 A	10,6 A	10,6 A
CV(%)	10,3		13,7	
DMS	13,1		2,3	
InteraçãoF(V*E)	3,761		6,245	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $P < 0,05$ ).

Segundo Salvador (2004), o tempo de cozimento do feijão comum inicia no momento em que introduz os grãos em água fervente até o momento em que o grão do feijão se torna mole ou pouco resistente quando esmagado com os dedos da mão ou mastigado na boca. O tempo de cozimento varia entre 36 e 64 minutos para variedades com, aproximadamente, três meses de armazenamento e entre 29 a 54 minutos para variedades armazenadas depois de duas semanas de armazenamento, porém é afetado por diversos fatores como: dureza da água, tempo de armazenamento, tamanho e coloração do grão. Os resultados obtidos nessa pesquisa foram diferentes dos apresentados por este autor, pois os valores de tempo de cozimento variaram entre 9 e 14,5 minutos, tanto para os grãos infestados quanto para suas testemunhas (sem infestação), com o uso do mesmo equipamento.

Os valores alcançados nessa avaliação do tempo de cozimento e porcentagem de embebição foram superiores quando trabalhadas *Phaseolus Vulgaris*, aos encontrados por Carbonell *et al.* (2003), sobretudo em relação à porcentagem de embebição após o cozimento e porcentagem de grãos inteiros. O autor relata que a presença de condições de estresse hídrico, aliado a condições como temperaturas altas na maturação fisiológica dos grãos de feijão, diminui a porcentagem de embebição antes do cozimento, e quanto menor a porcentagem de embebição, menor a porcentagem de grãos inteiros, menor a expansão volumétrica e conseqüentemente maior o tempo de cozimento.

Efeitos semelhantes aos encontrados foram mostrados, por Rodrigues *et al.* (2005), com valores de absorção máxima de água de 13,12 h e 13,20 h para cultivares de feijão

comum. No entanto, Ramos Jr *et al.* (2002) encontraram valores superiores para variedades de feijão preto, as quais apresentaram tempo médio de 19,20 h.

Por outro lado, Lemos (2004) encontraram tempos de hidratação máxima, em feijões do grupo carioca, que variaram de 8,17 h a 12,2 h, de acordo com a cultivar.

Considerando-se a influência das características do tegumento dos grãos, como espessura, peso, aderência aos cotilédones, elasticidade, porosidade e propriedades coloidais na absorção de água pelos grãos de feijão, pode-se garantir que há variação do tempo de hidratação máxima dos grãos em função dos cultivares e das condições ambientais a que esses grãos são submetidos durante todo o seu desenvolvimento. Além disso, as características químicas e enzimáticas podem influenciar na capacidade de absorção de água (CORRÊA, 2007).

Scholz e Fonseca Júnior (1999) também observaram em um grupo de dez genótipos de feijão comum. Pimentel *et al.* (1988), avaliando 20 linhagens de feijoeiro, relataram a influência negativa do período de armazenamento em relação ao tempo de cocção, aumentando de menos de duas horas logo após a colheita, para mais de três horas após seis meses de armazenamento.

Romano *et al.* (2005) observaram a relação entre as variáveis hidratação e o tempo de cozimento de feijões (*P. vulgaris* L.) e constataram correlação negativa, nas duas cultivares estudadas, ou seja, à medida que a umidade dos grãos aumentou, o tempo de cozimento foi diminuído. Sugeriram que 5 horas de maceração dos grãos, antes do cozimento, seriam suficientes para sua hidratação e diminuição das perdas de nutrientes. Estes resultados vão ao encontro com Esteves *et al.* (2002) e Rodrigues *et al.* (2005), que avaliaram a absorção de água em grãos de feijão comum.

Pimentel *et al.*, (1988) relata que os grãos podem sofrer alterações devido aos fatores como tempo de armazenamento após colheita, além das condições ambientais, refletindo sobre o processo e tempo de cozimento.

Ainda, Rodrigues *et al.* (2005) avaliaram o desempenho de grãos de cultivares de feijão comum quanto à capacidade de absorção de água e ao tempo de cozimento e concluíram que o tempo de cozimento diminui à medida em que o tempo de maceração aumenta, tendo assim a capacidade de absorção de água pelos grãos uma correlação negativa e significativa com o tempo de cozimento estimado pelo cozedor experimental de Mattson, que confirmam com os dados obtidos nessa pesquisa, na correlação de quanto menor o tempo de cozimento, maior é o tempo de embebição dos grãos.

Outro parâmetro analisado que indica a qualidade tecnológica do grão é a porcentagem de embebição de água antes do cozimento dos grãos, que variou entre 114,5 e 147,0 %, para as cultivares infestadas (Tabela 7). Santos *et al.* (2008), trabalhando com diferentes cultivares de feijão caupi cultivadas no Vale do São Francisco, encontrou valores para este parâmetro variando entre 116,8 a 134,3 %, resultados estes diferentes dos

encontrados nessa pesquisa, que apresentou porcentagens de embebição de água antes do cozimento superiores a este valor, com exceção da cultivar BRS Caleamé. Nesse estudo nota-se que ocorreu diferenças entre testemunhas e cultivares para BRS – Caleamé e BRS – Potengui. Este parâmetro de qualidade está relacionado com a qualidade de cozimento do grão, apresentando uma correlação significativa e negativa (RODRIGUES et. al, 2005). Isso pode ser observado nesse estudo para a cultivar BRS Caleamé que apresenta baixa porcentagem de embebição de água e menor tempo de cozimento.

Além disso, em feijões do grupo carioca, o tempo de hidratação dos grãos variou de 8h10min a 12h01min, sendo considerado um intervalo de tempo suficiente, pois simula o hábito da dona-de-casa em deixar o feijão de molho na noite anterior ao preparo da refeição (RAMOS JUNIOR; LEMOS, 2005). Esses resultados sugerem que há necessidade de uniformizar o tempo ideal de permanência dos grãos em embebição para a avaliação da capacidade de absorção da água (CARBONELL et al., 2003).

Desse modo, pode-se afirmar que quanto maior a porcentagem de embebição, menor é o tempo de cozimento. Esse resultado contradiz o estudo realizado por Dalla Corte et al. (2003), que encontraram correlação positiva e alta, e com Carbonell *et al.* (2003), que obtiveram valores de baixa-média magnitude entre as variáveis capacidade de absorção da água e tempo de cozimento. Provavelmente, as respostas diferenciadas obtidas sejam possíveis em decorrência de diferenças entre as cultivares e quanto ao tempo de embebição dos grãos.

Ainda, em testes semelhantes a esse estudo, mas com grãos de feijão comum, observa-se que absorção de água aumenta com a elevação da temperatura de embebição e do tempo de armazenamento, o autor verificou o aumento da hidratação em sementes de milho, com elevação da temperatura de embebição de 30 para 100°C. Verificou-se ainda que a absorção de água dos grãos de feijão foi influenciada pelas danificações causadas pelos insetos *C. maculatus*, ao longo período de armazenamento, constatou ainda, que a presença do inseto praga promoveu redução acentuada nos valores de absorção de água, com conseqüente danificação do tegumento (RESENDE et al, 2008). Já nesse trabalho, os dados apresentados estão em desacordo com o estudo citado, pois nesse estudo não houve diferenças significativas quando submetidas na presença no inseto.

Ressalta-se ainda que no procedimento doméstico de elaboração do feijão, os grãos crus são previamente imersos em água (macerados) por 12 a 16 horas durante a noite (*overnight*), sendo este procedimento baseado apenas na experiência prática quanto ao seu efeito sobre o tempo de cozimento.

Durante o processo de maceração, no entanto, ocorre a intensificação da respiração e metabolismo dos grãos, podendo provocar perdas de nutrientes por dissolução na água de hidratação ou maceração.

## 5.5 Determinação dos minerais e cinzas

Em relação à determinação dos minerais, todos os parâmetros analisados tiveram diferenças significativas quando comparados aos grãos que sofreram infestação, destacando a cultivar BRS Pajeú com a maior média de ferro de 43,4 mg/kg, enquanto que para a cultivar BRS Potengi obteve-se a menor média 15,8 mg/kg, quando comparada com as demais cultivares em estudo (Tabela 8).

Comparando as médias apresentadas nos testes com e sem infestação, pode-se observar que as cultivares BRS Panagaçu e BRS Pajeú apresentaram diferenças significativas nos valores apresentados para o mineral ferro, sendo que é possível afirmar o consumo de outras partes do grão, evidenciando o ferro ou até mesmo pela presença de resíduos dos insetos nos tratamentos.

Confrontando os resultados aqui obtidos, nas cultivares mais atrativas, com os resultados obtidos nos trabalhos citados, verifica-se que, em geral, são menores. Contudo, EMBRAPA (2009) obteve resultados expressivos na composição química da cultivar BRS Xiquexique que apresentou em média 77 mg/kg de teor de ferro sendo considerada a melhor linhagem do Internacional Institute of Tropical Agriculture (IITA), referência mundial em feijão-caupi com sede na Nigéria (África).

Nota-se que enquanto os grãos de caupi em relação ao mineral ferro mostraram aumento significativo em todas as cultivares infestadas, o magnésio se comportou ao inverso. A cultivar infestada que apresentou maior média do mineral magnésio foi a BRS Caleamé e, ao mesmo tempo, quando comparadas médias entre as cultivares infestadas e as testemunhas, nota-se que houve diferenças significativas, variando de 27,9 mg/kg para grãos da cultivar BRS Caleamé infestada e 28,3 mg/kg para a cultivar Potengi sem infestação. O que pode-se citar é que em grãos infestados há maior porcentagem de magnésio, que pode estar atrelado ao consumo das partes diferentes dos grãos.

Os resultados quando comparado o mineral magnésio em grãos de caupi sem infestação teve aumento significativo entre médias, o contrário dos dados representado pela proteína que aumentaram nos tratamentos com infestação. Verificou-se a maior e menor média para a cultivar BRS Canapu curaça de 27,3 para grãos sem infestação e 13,6 para grãos que tiveram a presença do inseto por 45 dias, como relatado na condução do experimento.

Ramirez (2008), quando trabalhou com feijão comum, encontrou o maior teor de ferro (9,16 mg/100g) nos grãos crus, da cultivar Diamante Negro do grupo comercial preto, quando comparado à cultivares de outros grupos comerciais. Por outro lado, a cultivar BRS Radiante apresentou teores mais baixos em todos os tratamentos, quanto aos dois minerais avaliados. Dessa forma, ao comparar a BRS Radiante com outras cultivares, também encontrou baixos teores de ferro e zinco nos grãos crus (4,81 e 2,72 mg/100g,

respectivamente). Diante essas informações, merece destaque o feijão caupi por representar qualidade nutricional elevada, quando comparado com as cultivares citadas.

De acordo com o Fundo das Crianças de Nações Unidas (UNICEF, 2010), 87% dos tipos de anemia no mundo são devidos à deficiência de ferro. Segundo esses dados, pode-se considerar que o número de pessoas que podem sofrer esta carência varia de 4 a 5 bilhões e uma média de 2 bilhões encontram-se anêmicos, sendo que as mulheres e as crianças jovens são muito vulneráveis.

Para o mineral cálcio, a cultivar BRS Xiquexique infestada pelo gorgulho apresentou a maior média 151,6 mg/kg e a menor representada pela BRS Panagaçu com 124,6 mg/kg. Já o comportamento do mineral em grãos sem infestação observou-se que diferiu do citado acima, pois houve aumento significativo em todas as cultivares, considerando a Pajeu com maiores níveis.

**Tabela 8** Determinação de micronutrientes encontrados 8 cultivares nas estratégias com e sem infestação

Cultivares	Fe (mg/kg)		Mg		Ca	
	Com infestação	Sem infestação	Com infestação	Sem infestação	Com infestação	Sem infestação
BRS Guariba	37,8±3,08 abA	28,4±0,52 aA	21,5±0,66 aA	22,6±0,81 bA	128,5±6,19 bB	148,0±4,53 aA
BRS Tumumaque	34,5±7,39 abA	26,4±1,91 aA	19,7±0,74 cA	25,2±0,40 bB	128,7±5,72 bB	148,5±5,32 aA
BRS Panagaçu	38,6±2,34 abA	27,6±1,38 abB	23,9±1,34 bA	26,2±0,47 aA	124,6±8,33 bB	143,1±4,50 bA
BRS Caleamé	22,9±3,24 bA	23,0±1,88 abA	27,9±0,23 aA	27,9±0,60 aA	123,9±3,14 bA	134,5±4,55 bA
BRS Potengi	15,8±3,44 bA	22,6±3,04 abA	25,7±0,87 aA	28,3±0,25 aA	148,7±1,83 aA	138,9±2,33 bA
BRS Xiquexique	24,0±2,50 bA	21,1±3,47 abA	26,8±0,67 aA	26,7±0,43 aA	151,6±1,98 aA	153,1±5,76 aA
BRS Pajéu	43,4±8,15 aA	10,8±1,57 bB	22,1±3,76 bA	24,6±0,55 bA	148,8±2,50 aA	155,0±3,55 aA
BRS Canapu - Curaça	24,0±1,74 A	15,6±6,14 cA	13,6±0,83 dB	27,3±0,31 aA	149,0±2,47 aA	151,5±4,49 A
Media geral	30,0 A	21,9 B	22,8 B	26,1 A	138,5 B	146,5 A
CV(%)	27,3		9,3		6,6	
DMS	11,3		3,8		14,	
InteraçãoF(V*E)	5,358		7,828		2,761	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott - Knott ( $P < 0,05$ ).

De acordo com a tabela de composição de alimentos do ENDEF (1999), a leguminosa *Vigna ssp* possui 24,1% de proteínas e 3,4% de cinzas, esses dados, quando comparados com a atual pesquisa, ficaram abaixo, no caso das cinzas. Em relação à proteína pode-se observar que ficaram dentro dos valores citados pela tabela 9.

**Tabela 9** Determinação do teor de água e cinzas encontrados 8 cultivares nas estratégias com e sem infestação

Cultivares	Teor de água (%)		Cinzas (%)	
	Com infestação	Sem infestação	Com infestação	Sem infestação
BRS Guariba	10,2±0,14 bA	9,0 ±0,19 cB	4,6±0,10 aA	4,0±0,14 cB
BRS Tumumaque	10,1±0,20 bA	8,7±0,18 cB	4,7±0,15 aA	4,6±0,12 aA
BRS Panagaçu	10,3±0,15 bA	10,7±0,34 bA	4,6±0,09 aA	4,2±0,13 bB
BRS Caleamé	12,0±0,19 aA	12,1±0,10 aA	3,5±0,19 cA	3,5±0,05 dA
BRS Potengi	12,4±0,25 aA	10,8±0,32 bB	3,7±0,09 cA	3,6±0,02 dA
BRS Xiquexique	12,9±0,21 aA	12,2±0,06 aA	3,8±0,10 cA	3,7±0,04 dA
BRS Pajéu	10,8±0,75 bA	11,3±0,35 bA	4,2±0,14 bA	4,0±0,02 cA
BRS Canapu - Curaça	9,5±0,21 bB	10,9±0,11 bA	4,5±0,16 aA	3,9x±0,05cA
Media geral	11,1 A	10,7 B	4,2 A	3,9 B
CV(%)	5,4		5,4	
DMS	0,9		0,3	
InteraçãoF(V*E)	6,766		2,541	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott – Knott ( $P < 0,05$ ).

Foram observados valores do teor de cinzas entre 3,5% e 4,7% (Tabela 8) e estão de acordo com os resultados encontrados por Barampama e Simard (1993), cujos teores variaram de 3,8 a 4,5% entre diferentes linhagens de feijão comum. Tal comportamento indica preservação dos minerais no decorrer do período de armazenamento.

Samman *et al.* (1999) observaram diferenças significativas entre variedades de feijões quanto à composição centesimal e de minerais, de acordo com a região analisada, encontrando 10,2 mg de ferro/100g, valor este encontrado por Maldonado e Sammam (2000) para a mesma cultivar, diferindo dos dados encontrados nessa pesquisa. Ressalta-se ainda a importância de ter na região do Paraná a produção dessa cultura.

Portanto, o presente estudo pretende mostrar a importância nutricional do feijão caupi para a região, tendo em vista quando comparado com o feijão comum nutricionalmente é superior. Conforme relatos acima esse grão pode ser processado e utilizado de várias formas, entre elas, sua aplicação na merenda escolar, conforme demonstrado em trabalhos com formulações de biscoito adicionadas de farinha de feijão caupi, notou-se que quando oferecidos a grupos de crianças anêmicas, o produto foi capaz de reduzir significativamente a prevalência de anemia ferropriva entre as crianças avaliadas, considerando uma opção viável e efetiva de complemento na merenda escolar (MARTINS *et al.*, 2005).

Em outra pesquisa aplicada por Moreira e Araújo (2006) que empregou a mesma farinha de feijão caupi em preparações como: cuscuzes, rocamboles entre outros enfatizando que na medida em que se aumenta o percentual da farinha nas formulações, o conteúdo protéico aumenta. Observa-se então que o percentual de cinzas aumentou em algumas preparações com 20 e 30% que se encontravam a fração mineral.

Com relação aos níveis de cinza encontrados nas cultivares estudadas com infestação, foram maiores quando comparadas às sem infestação, observando-se as maiores médias na cultivar BRS Tumumaque e os menores na BRS Caleamé.

As alterações nutricionais do grão estão relacionadas às preferências dos insetos em consumir a parte relativa ao gérmen (LOPES *et al.*, 1988).

Vilela *et al.* (1988) observaram alterações do valor nutritivo de cultivares de milho em função do ataque de *Sitophilus spp.* Insetos durante o armazenamento. Observou-se que os teores de proteína bruta e de lipídios aumentaram, provavelmente devido à preferência dos insetos por se alimentarem do endosperma em vez do embrião, que é mais rico em proteína e óleo.

Em relação ao teor de água, constatou-se que a maior média foi encontrada pela cultivar BRS Xiquexique (12,9%) e a menor para a BRS Tumumaque (10,1%). Almeida (2005) relata que determinou o teor de água em grãos de feijão caupi sobre o ataque de *C. maculatus* e observou que houve aumento significativo para alguns tratamentos na presença dos insetos.

Complementando, Burr e Morris (1968) concluíram que teores de umidade acima de 10%, temperatura elevada (32°C) e tempo de armazenamento prolongado (24 meses) influenciaram no tempo de cozimento do feijão atingindo, em alguns casos, de 24 para 340 minutos, o que não pode ser verificado nesse trabalho, tendo em vista que não foi avaliado o tempo de armazenamento.

No entanto, estudos relataram que a maioria dos macro e micronutrientes particularmente, vitaminas e minerais são perdidos durante os processos de maceração e cozimento (REHMAN, 2001). Entretanto, o cozimento, favorece a liberação dos minerais de alguns complexos presentes no grão de feijão, como o complexo ácido fítico-mineral, que substitui as perdas minerais por difusão na água (CORRÊA, 2007). Ainda relata que a composição mineral de alimentos de origem vegetal é influenciada e controlada pela fertilidade do solo, peculiares da planta e do ambiente no qual cresce o que justificaria as diferenças observadas entre o teor de minerais em diferentes estudos.

Dentre as leguminosas estudadas os valores encontrados por Iqbal *et al.* (2006) para cálcio (176 mg.100 g<sup>-1</sup>) foi superior aos obtidos nesse estudo e para o mineral e manganês (1,7 mg.100 g<sup>-1</sup>) foi observado o inverso.

Por meio dos resultados obtidos, observa-se, que o feijão caupi pode melhorar substancialmente a adequação de certos minerais como ferro e cálcio (KRAUSE, 2005), principalmente porque estes micronutrientes apresentam funções primordiais por serem componentes do sangue e de enzimas envolvidas na transferência de elétrons, além da síntese de proteína e ácidos nucleicos, do metabolismo de carboidratos.

Portanto, o feijão caupi apresenta um elevado potencial nutricional, especialmente para as populações de baixa renda, pelo ocorrência de que no Brasil ainda há casos de desnutrição e carência de diversos micronutrientes, além de risco de 5 a 10% para déficits ponderais, que aumentam à medida em que a renda familiar diminui (IBGE, 2001).

Em meio às estratégias para assegurar a soberania nacional e a segurança alimentar da população é preciso produzir alimentos em quantidade e qualidade adequadas para a população. E, para isso, a aplicação de tecnologia que visa buscar alimentos mais saudáveis e nutritivos. Neste contexto, a tecnologia agropecuária é fundamental, pois propicia cultivares mais produtivas, e resistentes a insetos, com menor uso de agrotóxicos e, inclusive, variedades com maior capacidade de adaptar-se às mudanças climáticas.

Diante do observado, há necessidade de novos estudos com cultivares resistentes a *C. maculatus* a fim de identificar qual o motivo pelo aumento significativo dos minerais, em especial ao ferro.

Pode-se também destacar que a cultivar BRS Xiquexique apresentou características de resistência, apesar de não ter apresentado as melhores características tecnológicas e nutricionais, ainda apresenta boas características para o consumo humano, com isso é possível indicar sua aplicação em solos paranaenses.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que os cultivares de caupi difere-se entre si à preferência alimentar a *Callosobruchus maculatus*, sendo que a cultivar BRS Xiquexique foi considerado mais resistente e BRS Caleamé foi considerado mais susceptível.

Verificou-se que para grande parte dos cultivares estudados a infestação por *C. maculatus* implicou no aumento dos teores de proteína dos grãos. O tempo de cozimento dos cultivares BRS Guariba, BRS Tumumaque, BRS Panagaçu, BRS Xiquexique e BRS Canapu foram estatisticamente iguais à testemunha, não ocorrendo efeito da infestação dos grãos para este parâmetro. Com relação à porcentagem de embebição de água antes do cozimento dos grãos, a presença do inseto praga não apresentou efeito para este parâmetro de qualidade.

Já em relação aos nutrientes avaliados, magnésio, ferro e cálcio, pôde-se observar aumento significativo quando na presença do inseto *C. maculatus*.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, foi possível observar as cultivares que possuem resistência ao *C.maculatus*, comparando testes de danos de qualidade tecnológica, nutricional e, também, o comportamento do inseto.

Há a necessidade de um estudo mais avançado de resistência genética de cultivares a fim de contribuir com a pesquisa do feijão caupi para o estado do Paraná, identificando oportunidades de investimento.

Também há a possibilidade futuramente de avaliar os componentes do metabolismo secundário do caupi (taninos, fitatos) em relação à resistência do *C.maculatus* ao produto e também avaliar os grãos de feijão caupi durante o período a longo prazo de armazenamento.

Faz-se necessário produzir alimentos com alto valor nutritivo, ricos em minerais, principalmente o ferro e o zinco, e ainda com teor de proteína, a fim de proporcionar uma melhor qualidade nutricional de alimentos para combater as deficiências de minerais como ferro e zinco. É necessário que se desenvolva cultivares resistentes com características nutricionais de alta qualidade, possibilitando às pessoas, principalmente de classe média baixa, terem acesso a alimentos com melhor teor de nutrientes e, com isso, a melhoria na qualidade nutricional sem alterar hábitos alimentares.

Com isso há a possibilidade de obter dados, enfatizando sua importância de cultivo em solos no estado do Paraná.

## 9 REFERÊNCIAS

- AGROFIT Agrofite: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 15 fev. 2010.
- ALMEIDA, A.P.I.; DUARTE, M.E.M.; RANGEL, E.M.; MATA, C.M.; FREIRE, M.M.R.; GUEDES, A.M. Armazenamento de feijão macassar tratado com mamona: Estudo de prevenção do *Callosobruchus maculatus* e das alterações nutricionais do grão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p.133-140, 2005.
- ARRUDA, P de F.; BATISTA, L de J. Efeito da luz, de óleos vegetais e de cultivares de caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775)) (*Coleoptera: Bruchidae*). **Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1, p. 53-57, dez. 1998.
- AZEVEDO, R.F.; LEITÃO, A.C.L.; LIMA, M.A.A.; GUIMARÃES, J.A. Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1/2, p. 182-187, 2007.
- BARAMPAMA, Z.; SIMARD, R.E. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. **Food Chemistry**, Oxford, v. 47, n. 2, p. 15-67, 1993.
- BARBOSA, D,R,S.; 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**. Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2010.
- BARRETO, P.D.; QUINDERÉ, M.A.W. Resistência de genótipos de caupi ao caruncho. **Pesquisa. Agropecuária. Brasileira**, Brasília, v. 35, P. 779-785, 2000.
- BASSINELLO, P. Z. Agência de Informação Embrapa. Grãos. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG0124161635.html>> .Acesso em 21 set. 2010.
- BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; SILVEIRA, C.B.; TOALDO, D. Efeito de diferentes concentrações salinas na redução do tempo de cocção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Biotemas**, Lages, v. 21, n. 2, p. 39-44, set. 2008.
- BATISTA, K.A.; Extrusão de farinha de feijão “hard to cook”: características bioquímicas e propriedades funcionais. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Goiás. 2010.
- BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; NODARI, B.O.; GUIDOLIN, A.F.; HEMP, S.; BARILI, L.D.; VALE, N.M.; ROZZETO, D.S. Stratification of the state of Santa Catarina in macro-environments for bean cultivation. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Florianópolis, v.9, p.335-343, 2009.
- BEZERRA, A.A.C. Variabilidade e diversidade genética em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) precoce, de crescimento determinado e porte ereto e semi-ereto. **Dissertação de Mestrado** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE.105p.1997
- BRACCINI, A.L.; PICANÇO, M. Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 20, n. 1/2, p. 37-43, 1995.

BRANKMANN, A.; NEUWALD, D.A.; RIBEIRO, N.D.; FREITAS, S.T. Conservação de três genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 911-915, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

BRESSANI, R. Effect of chemical changes during storage and processing on the nutritional quality common beans. **INCAP**. Guatemala. 2001.

BRIGIDE, P. Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris*L.) irradiados. Piracicaba, 2002. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BRITO, J.P.; OLIVEIRA, J.E.M.; BORTOLI, S.A. Toxicidade de óleos essenciais de eucalyptus spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775) (*Coleoptera: Bruchidae*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Jaboticabal, v. 6, n. 1, 1. sem. 2006.

BOURNE, M.C. Size density and *hardshell* in dry beans. **Journal of Food Technology**, Chicago, v.21, p.17A-20A, 1967.

BURR, K.H.; KON, S.; MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content, temperature and time of storage. **Food Technology**, Chicago, v. 22, n. 3, p. 336-338, mar. 1968.

CAETANO, A. Avaliação do Efeito de Actellic Super e Sumicombi no Controle de Gorgulho (*Callosobruchus maculatus* sp) no Feijão Boer (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Universidade Eduardo mondlane. Maputo, 1998.

CARBONELL, S.A.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**. Campinas, v.62, n.3, p.369-379, 2003.

Carvalho, A.F.U., V.M.M. Melo, A.A. Craveiro, M.I.L. Machado, M.B. Bantim & E. F. Rabelo. 2003. Larvicidal activity of the essential oil from *Lippia sidoides* Cham. against *Aedes aegypti* Linn. Mem. Inst. **Oswaldo Cruz**. 1998: 569-571

CASTELLÓN, R.E.R.; ARAÚJO, F.M.M.C. de; RAMOS; M.V.; ANDRADE NETO, M.; FEIRE FILHO, F.R.; GRANJEIRO, T.B.; CAVADA, B.S. Composição elementar e caracterização da fração lipídica de seis cultivares de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.149-153, 2003.

CHAVES, J.W.N.; VENDRAMIM, J.D. Não-preferência para oviposição e desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (*Coleoptera:Bruchidae*) em cultivares de caupi. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 239-245, 1995.

CORRÊA, M.M. Avaliação da qualidade tecnológica de feijão comum (*phaseolus vulgaris*, l.) de sete cultivares, quanto à: absorção de água, tempo de cozimento, *hard-shell* e, aos teores de ferro e zinco antes e após diferentes métodos de cozimento doméstico. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Tecnologia Seropédica, 2007.

COSTA, N.P.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Efeito de Genótipos de Caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., Sobre o Desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (*Coleoptera: Bruchidae*). **Neotropical Entomology**. v. 33, n. 1, p. 77-83, 2004.

- COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. Barueri, São Paulo: Manole, 2005
- CUPPARI, L. **Nutrição clínica no adulto**. 2ª ed. Barueri – SP: Manole, 2005.
- DALLA CORTE, A. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.
- DRI - DIETARY REFERENCE INTAKES. Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington: **National Academy of Sciences**, 2001.
- DOUGLAS, C.R. Necessidades minerais. In: **Tratado de fisiologia aplicado à nutrição**. 1ed. Robe. São Paulo, 2002. cap. 7, p. 136-137
- EMBRAPA Arroz e Feijão. **Sistema de produção**, versão eletrônica. Dez. 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2009.
- EMBRAPA Arroz e Feijão. **Sistema de produção**, versão eletrônica. Dez. 2005. Disponível em: <[http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/doc\\_180.pdf](http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/seriedocumentos/doc_180.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2009.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 306 p. 2006.
- EMBRAPA, Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual do Rio Branco (AC) **Feijão caupi**: primeiras cultivares melhoradas pra Acre, Rio Branco: Embrapa UEPAE de Rio Branco/Goiania: Embrapa – CNPAF, 1 folder.EPACE. **EPACE-11. Fortaleza, 1990. 1 folder.1985.**
- ENDEF- ESTUDO NACIONAL DA DESPESA FAMILIAR. **Tabela de composição de Alimentos**. Brasília: IBGE, 1999. 137p.
- ESTEVES, A.M.; ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D.; CORRÊA, A.D. Comparação química e enzimática de seis linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 26, n.5, p.999-1005, set./out., 2002.
- EVANGELISTA, W.S.E.; JUNIOR, S.Z.; ZANUNCIO, C.J. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitóides. **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibras**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 1147-1165, set./dez. 2006.
- FAIVRE, J.; BONITHON-KOPP, C. Diets, fibers, and colon cancer. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, v. 472, p. 199-206, 1999.
- FAO – **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 10 maio 2009.
- FAO/WHO (1991). Protein quality evaluation. Report of the joint. FAO Food and Nutrition Paper51, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, Italy, 1991.
- FELDHEIM, W.; WISKER, E. Studies on the improvement of dietary fibre intake. **Deutsche Lebensmittel-Rundschau**, Hamburg, v. 96, n. 9, p. 327-330, 2000.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar 5.1** - Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows. 2005. Lavras: Universidade Federal de Lavras. Download gratuito. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 10 maio 2010.

FRANÇA, S.M.; OLIVEIRA, J. V.; GUSMÃO, N.M.S.; FILHO, A.B.E. Preferência para oviposição de *Callosobruchus maculatus*, em grãos de caupi tratados e não tratados com pós de vegetais. In: JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2009, Recife; SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6., 2009, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0406-1.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D; SANTOS, C. A. F. **Melhoramento genético de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na região do nordeste**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA. 2006. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/catalogo/livrorg/caupinordeste.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

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

FREIRE FILHO, F.R.; SANTOS, J.O.; MEIRELLES, A.C. de S. Caracterização agrônômica de variedades tradicionais de feijão-caupi do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte. Terezina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2006. p.4. Disponível em: [http://dap.ufam.edu.br/congresso/Resumos/agrarias/06\\_Aagrarias.pdf](http://dap.ufam.edu.br/congresso/Resumos/agrarias/06_Aagrarias.pdf)>. Acesso em: janeiro 2009.

FROTA, K.M.G.; SOARES; R.A.M.; ARÊAS, J.A.G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar - BRS Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p 470-476, abr./jun. 2008.

GONÇAVES, E.P.; ARAÚJO, E.; ALVES, E.U.; COSTA, N.P. Tratamento químico e natural sobre a qualidade fisiológica e sanitária em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas. **Revista Biociência**, Areia, v. 9, n. 1, p. 23-29, 2003.

GALANTE, A.P.; NOGUEIRA, C.S.; MARI, E.T.L. Biodisponibilidade de minerais. In: SILVA, S. M. C. S.; MURA, J. D. P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. 1.ed. Roca. São Paulo, 2007. cap. 5, p. 107-110.

GALLO, D.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; ZUCCHI, R.H.; ALVES, S.B. VENDRAMIM, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo: Ed. Agrônômica Ceres, 2002. 649 p. 2002.

GUERRA, A.M.N.M.; MARACAJÁ, B.P.; FREITAS, R.S.; SOUSA, A.H.; SOUSA, C.S.M. Atividade inseticida de plantas medicinais sobre o *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p.146-150, jan./mar. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/1009/544>>. Acesso em: 9/3/2010.

GROTTO, H.Z.W.. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter.**, São Paulo, v. 30, n. 5 out. 2008. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-84842008000500012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842008000500012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 6 maio 2009.

GUZZO, E.C.; Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus Vulgaris* (L.) (Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthosceledes obtectum* (Boh) e *Zabrotes subfasciatus* (Say) (Coleoptera Bruchidae) e seu uso associado com inseticidas botânicos. **Tese de doutorado**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. v. 5, n. 12, 1993; v. 6, n. 12, 1994; v. 7, n. 12, 1995; v. 8, n. 12, 1996; v. 9, n. 12, 1997; v. 10, n. 12, 1998; v. 11, n. 12, 1999; v. 12, n. 12, 2000; v. 13, n. 12, 2001. Rio de Janeiro: 2001.

IQBAL, A. et al. Nutritional quality of important food legumes. **Food Chemistry**, Oxford, v. 97, n. 2, p. 331-335, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed., v. 1. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1984.

IQBAL, A.; KHALIL, I.A.; SHAH, H. Nutritional yield and amino acid profile of rice protein as influenced by nitrogen fertilizer. **Sarhad Journal of Agriculture**, Peshawar, v. 19, n. 1, p. 127-134, 2003.

IQBAL, A. et al. Nutritional quality of important food legumes. **Food Chemistry**, Oxford, v. 97, n. 2, p. 331-335, 2006.

KLAMCZYNSKA, B; CZUCHAYOWSKA, Z; BAIK, B.K; Composition, soaking, cooking properties and thermal characteristics of starch of chickpeas, wrinkled peas and smooth peas. **Jornal Food Tecnologic**, Pullman, v. 36. p. 563-572, 2001.

KRAUSE, M. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. Editora Roca. 9ª Ed. São Paulo . 2005.

LACEY, L. A.; FRUTOS, R.; KAYA, H. K.; VAILS, P. Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? **Biological Control**, Washington, v. 21, n. 3, p. 230-248, jul. 2001.

LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; MENEZES, E.W. Qualidade nutricional. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.23-56.

LARA, F.M.. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2.ed. São Paulo, **Ícone**, 336p, 1991.

LEMO, L.B.; OLIVEIRA, R.S.; PALOMINO, E.C.; SILVA, T.R.B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.319-326, 2004.

LIMA, M. P. L.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Identificação de genótipos de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Resistentes a *Callosobruchus maculatus*(Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, n. 30, v. 2, p. 289-295, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v30n2/a13v30n2.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2010.

LIMA, J.A.A.; SITTOLIN, I.M.; LIMA, R.C.A. Diagnose e estratégias de controle de doenças ocasionadas por vírus. In: FREIRE FILHO, F.R., LIMA, J.A.A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p.425-30. 2005.

LONGE,O.G. Varietal differences in chemical characteristics related to cooking quality of cowpea. **Journal Food.Products**. Nigéria, p.143-150.1983.

LOPES, D.C., FONTES, R.A., DONZELE, J.L.. . Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays*, L.) devido ao carunchamento. **R. Sociedade Brasileira Zootecnia.**, 17(4):367-71.1988.

- LORINI, I. **Pragas de Grãos de Cereais Armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1999. 60p.
- MAIA, V. . FERNANDES, G.W. Insect galls from Serra de São José (Tiradentes), Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 6: 423-445. 2000
- MARTINS, J.M.; RIOTTO, M.; ABREU, M.C.; VIEGAS-CRESPO, A.M.; LANÇA, M.J.; ALMEIDA, J.A.; FREIRE, J.B.; BENTO, O.P. Cholesterol-lowering effects of dietary blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) in intact and ileorectal anastomosed pigs. *Journal of Lipid Research*, V. 46, p. 1539-1547, 2005.
- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação de *Sitophilus oryzae* (L., 1763) nitrogênio total e carboidratos. **Revista Brasileira de Armazenamento** Pernambuco, 4: 57-68. 1979.
- MURAD, A.M.; LAUMANN, A.R.; MAHTA, A.; NORONHA, E.F.; FRANCO, O.; Screening and secretomic analysis of entomopathogenic *Beauveria bassiana* isolates in response to cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). Centro de análises proteômicas e bioquímicas. **Cenagen**. v. 145. p. 333-338 2007
- NWANZE, K.F.; HORBER, E; PITTS, C.W. 1975. Evidence for ovipositional preference of *Callosobruchus maculatus* for cowpea varieties. **Environmental Entomology**. 4: 409-412.
- NRC (National Academic Press). - **Dietary Reference intakes: applications in dietary assessment**. Washington DC: National Academic Press, 2001.
- OIGIANGBE, N.O.; ONIGBINDE, A.O. The association between some physico-chemical characteristics and susceptibility of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to *Callosobruchus maculatus* (F.). **Journal Stored Products Research**. 32: 7-11. 1996.
- OLIVEIRA, A.P.; TAVARES.SOBRINHO, J.; NASCIMENTO, J.T; ALVES, A.U; ALBUQUERQUE, I.C.; BRUNO, G.B. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-Caupi, em areia, PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 180-182, jun. 2002.
- OLIVEIRA, F.J.; SANTOS, J.H.R.; ALVES, J.F.; PAIVA, J.B.; ASSUNÇÃO, M.V. Perdas de peso em sementes de cultivares de caupi, atacadas pelo caruncho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p. 47-52, 1984.
- PACHECO, A.; BOLONHEZI, S.; SARTORI, M.R.; TURATTI, J.M.; PAULA, D.C.; LOURENÇÃO, A.L. Resistência a bruquídeos, composição em ácidos graxos e qualidade de cozimento das sementes em genótipo de grão de bico. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 61-74, 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v53n1/07.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2010.
- PESSOA, G.P.; R. BARROS, J.V.; OLIVEIRA. Avaliação da resistência de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) a *Callosobruchus maculatus* em confinamento em laboratório. **An. Soc. Entomol. Brasil** 22: 259-266, 1992.
- PHILLIPS, D. Improved processing technologies to increase cowpea utilization and improve nutrition. **Cowpea CRSP**. Nigéria. 2001.
- PIMENTEL, M.L.; MIRANDA, P.; COSTA, A.F.; MIRANDA, A.B. Estudo nutricional de linhagens de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.10, n.2, p.55-65, 1988.

PINTO, U.M.; FARONI, D.A.R.L.; ALVES, W.M.; SILVA, A.A.L.; Influência da densidade populacional de *Sitophilus zeamais* (Motsch) sobre a qualidade do trigo destinado a panificação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p. 1407-1412, 2002.

POTRICH.M.; Associação de Variedades Resistentes de Milho e Fungos Entomopatogênicos para Controle de *Sitophilus* SSP. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo. 2006.

PREET, K.; PUNIA, D. Proximate composition, phytic acid, polyphenols and digestibility (*in vitro*) of four brown cowpea varieties. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Oxford, v. 51, n. 3, p. 189-193, 2000.

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

RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 75-82, 2005.

RAMÍREZ-CÁRDENASI, L.R.; LEONEL, A.J.; COSTA, N.M.B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência. Tecnologia. Alimentos.**, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B. Comportamento de cultivares de feijão quanto à produtividade e qualidade dos grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2002. p. 263-266.

RAPOSO, P.A.F.; Efeito Preventivo de Diferentes Doses de Cinza Lenhosa no Controle do Gorgulho (*Callosobruchus spp*) no Feijão Nhema (*Vigna Unguiculata*) (L.) Walp) nos Celeiros de Três Camponeses do Distrito de Marracuene. Universidade Eduardo mondlane. Maputo, 2003.

REDDEN,R.J. MACGUIRE,J. The genetic evaluation of bruchid resistance inn seed of cowpea. **Australian Journal of Agricultural Research**, Australian, v. 34, p. 707-716, 1983.

REHMAN, Z., SALARIYA, A., ZAFAR, S. Effect of processing on available carbohydrate content and starch digestibility of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*, L). **Food Chemistry.**, v. 73, p. 351-355, 2001.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; ANTONINO, F.; CECON P.R.; Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. Lavras. **Ciência Agrotecnica**, v. 32, 2008.

REYES-MORENO, C.; PAREDES-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans - a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 3, p. 227-286, 1993.

RIBEIRO, N. D.. Dissimilaridade genética para o teor de proteína e fibra em grãos de feijão dos grupos preto e de cor. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 2, p. 167-173, 2005.

RIBEIRO, H.J.S.S.; PRUDENCIO-FERREIRA, S.H.; MIYAUGY, D. Propriedades físicas e químicas de feijão comum preto, cultivar IAPAR 44, após envelhecimento acelerado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.1, p. 165-169, jan./mar. 2005.

RIOS, A.O.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.2003. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre algumas propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, **23** (suplemento): 39-45.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GARCIA, D.C. Correlações entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.209-214, 2005.

RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P.M.G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.369-376, 2005.

ROMANO, C.; HELBIG, E.; RUTZ, D.; SHIRMER, M.A.; ELIAS, M.C. Avaliação de sólidos totais e proteína solúvel na água de hidratação de feijões (*Phaseolus vulgaris*, L.) **CONAFE** Goiânia 2005.

SCHALK, J.M.; RASSOULIAN, G. *Callosobruchus maculatus*, **Observation of Attack on Cowpea in Iran**. J.Econ. Entomol College park, Iran, p. 579-580, 1973.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: UNICAMP, 1987.

SALGADO, S.M.. Caracterização físico-química do grânulo do amido do feijão caupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 525-530, 2005.

SALVADOR, B.V. Determinação do tempo e qualidade de cozedura de cinco variedades de feijão nhemba (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Maputo: Universidade de Eduardo Mondlane**, 2004.

SAMMÁN, N.; MALDONADO, S.; ALFARO, M.E.; FARFÁN, N.; GUTIERREZ, J. Composition of different bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) of northwestern Argentina (region NOA): cultivation zone influence. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.7, p.2685-2689, 1999.

SANCHEZ-MARINEZ, R.I. *et al.* End use quality of flour from *Rhizopertha Dominica* infested wheat. **Cereal Chemistry**. St. Paul, v.74, n.4, p.481-483, 1997.

SÁNCHEZ, E., RIVERO, R.M., RUIZ, J.M. & ROMERO, L. Changes in biomass, enzymatic activity and protein concentration in roots and leaves of green bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) under high NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> application rates. **Scientia Horticulturae**. 2004

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

SANTOS, J.H.R.; Aspectos da Biologia do *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1792) (Col. Bruchidae), sobre sementes de *Vigna sinensis*. **Tese de Mestrado**. Piracicaba : ESALQ, 1971. 87p.

SANTOS, J.H.R. dos. Aspectos 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.

SANTOS, C.A.F.; BARROS, G.A. de A.; SANTOS, I.C.N.; FERRAZ, M.G. de S. Comportamento agrônomico e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 404-408, 2008.

SANTOS, J.H.R.dos; QUINDERÉ, M.A.W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J.P.P.; WATT, E.E. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA-EMBRAPA, 1988. p. 607-658.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lista de agrotóxicos aptos para comércio e uso no Paraná**. 2010. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Lista.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2010.

SGARBIERO E, TREVIZAN L R P, de BAPTISTA G C. Pirimiphos-methyl residues in corn and popcorn grains and some of their processed products and the insecticide action on the control of *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology** Estados Unidos, 32: 707-711, 2003.

SCHOLZ, M.B.S.; FONSECA JÚNIOR, N.S. Efeito de ambientes, dos genótipos e da interação genótipos x ambientes na qualidade tecnológica de feijão do grupo de cores no Estado do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO FEIJÃO, 6., 1999, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Embrapa, 1999a. 880p. p.339-342.

SHOSHIMA, A.H.R.; TAVANO, O.L.; Digestibilidade *in vitro* das proteínas do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) var. "BR – 14 Mulato": efeito dos fatores antinutricionais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.8, n.4, p.299- 304, 2005.

SOUZA, A.P. 2001. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn) biótipo B. **Neotrop. Entomol.** 30: 133-137

SUDHAKAR, T.R.; PANDEY, N.D. Changes em chemical constituents of raw and parboiled rice varieties due to infestation of rice weevil *Sitophilus oryzae*. **Indian J. Entomol., New Delhi**, v.49, p.1-6, 1987.

TIRAPGUI, J. **Nutrição, Metabolismo e Suplementação na Atividade Física**. São Paulo: Atheneu, 2005. UNESP – Universidade Estadual Paulista. Sistema para análises estatísticas: ESTAT. V. 2.0. Jaboticabal, 1991.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Atratividade de genótipos de tomateiro *Lycopersicon* spp. a mosca branca *Bemisia argentifolii*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.33, 1999.

UNICEF, **The problem:** about iron deficiency. Acessado em 12 de novembro de 2010: [http://www.unicef.org/nutrition/23964\\_iron.html](http://www.unicef.org/nutrition/23964_iron.html)

VALENTE, K.C.L. **Alimentação escolar um direito humano**. Brasília, 2000, 47 p.

VINDIOLA, O.L.. Accelerated development of the *hard-to-cook* state in beans. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.31, n.8, p.538-552, 1986.

VILELA, H; SILVA, J.F.C.; VILELA, D.; SILVESTRE, J.R.A. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. **Revista da Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.17, n.5, p.428-433, 1988.

VENDRAMIM, J.D.CHAVES, J.W.N. Não preferência para ovoposição e desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus*(FABR.) (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares de caupi. **Soc. Entomologia**. Brasil, 1995.

WAITZBERG, L. D. **Nutrição Enteral e Parenteral na Prática Clínica** – Editora Atheneu, Segunda Edição, São Paulo, SP 1995.