



**Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal**

**Departamento de Protecção vegetal**

**Licenciatura em Engenharia Agronómica**



**Tema:**

**Avaliação do uso de pesticidas botânicos para o controlo do gorgulho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.,1775)) na conservação das sementes de feijão nhemba**

**Autora:**

Priscila Mariano Caetano Victor Jone

**Supervisor:**

Prof. Doutor Tomás Chiconela

**Co-Supervisor:**

Eng<sup>o</sup>. Francisco Munguambe

Maputo, Maio de 2025

## **Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controlo do gorgulho**

---

### **(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro por minha honra, que os dados usados na elaboração do presente trabalho são reais e obtidos das análises por mim efectuadas e consultas bibliográficas devidamente citadas. Qualquer semelhança é uma mera coincidência.

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
**DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus avôs Victor Luís Jordão e Eufrásia Guerra Saleva Jordão por em meio às adversidades não terem permitido que eu desistisse da Faculdade.

Às minhas mães Ana Luísa Victor Luís Jordão e Justina Paizano Miguel Medida, por terem feito o possível e o impossível para eu chegar onde cheguei.

Aos meus pais Mariano Caetano Jone por ter me acolhido e custeado os meus estudos e Casimiro Duarte Portugal por ter acreditado sempre em mim.

Aos meus irmãos Hilário, Úrsula, Caetano, Isaltina, Íris, Liliana, Ornila, Marvin, Eric, Aline, Alícia e Gabriel.

Aos meus sobrinhos.

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
**AGRADECIMENTOS**

À Deus, por sempre me dar forças nos momentos difíceis e conforto quando minhas expectativas não eram alcançadas, por me guiar e me dar sabedoria para não fraquejar.

À Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Departamento de Protecção vegetal, pela oportunidade de realizar este trabalho. À dona Graça pelo apoio prestado durante a fase de preparação do material usado neste trabalho.

Aos meus supervisores, Prof. Doutor Tomás Chiconela e Mestre Francisco Munguambe, pela paciência, colaboração, facilidade na disponibilização de materiais e meios para a elaboração deste trabalho.

À minha família, em especial à minha tia Maria Helena Manuel pela motivação em todas as etapas da minha formação, pela doação e carinho dedicados nos momentos de dificuldade. Não esqueço de agradecer aos meus amigos de guerra Ronaldo Zunguze, Berina Sithole, Jorge Mabjaia, Leocádia Matsinhe, Márcia Matusse, Sandra Enosse, Ayrton Siteo, Pacifique Muguisha, Melanie Munguambe, Júlio Chilengue, Hermínio Benvindo, Iúria de Sousa, Eugénio Dambo, Adilson João, Ventura Siteo, Sidney Fumo, Eng<sup>a</sup> Penina Mauze, Eng<sup>o</sup> Dércio Cossa, Eng<sup>o</sup> Filipe Manuel, Eng<sup>o</sup> João Mondlhane, pela ajuda e compreensão que tiveram durante o curso e realização deste trabalho. É importante saber que posso contar convosco sempre. Aos colegas da turma de 2016 e 2017 que directa ou indirectamente contribuíram para que este dia chegasse. A todos vós, vai o meu muito obrigada.

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Descrição dos tratamentos utilizados.....	15
<b>Tabela 2.</b> Densidade de infestação do feijão nos diferentes tratamentos. ....	21
<b>Tabela 3.</b> Nível de infestação do feijão nhemba nos diferentes tratamentos.....	23
<b>Tabela 4.</b> Redução do peso do grão de feijão nhemba nos diferentes tratamentos. ....	24

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Adulto do *Callosobruchus maculatus* ..... 11

Figura 2. Secagem do material vegetal (A), trituração do material vegetal (B), extracto em pó de margosa (C) e extracto em pó de piri-piri (D). ..... 17

Figura 3. Contagem dos insectos. .... 18

Figura 4. Separação e contagem dos grãos danificado do não danificado (A), grãos armazenados com margosa (B), grão armazenado com piri-piri (C), grãos sem aplicação de pesticidas extremamente danificados. .... 19

**RESUMO**

A preservação da qualidade dos produtos agrícolas durante o armazenamento é essencial, mas é frequentemente comprometida pela acção de pragas, como o gorgulho do feijão (*Callosobruchus maculatus*). Embora os pesticidas químicos sejam amplamente utilizados, apresentam riscos para a saúde humana, o ambiente e favorecem o desenvolvimento de resistências. Este estudo teve como objectivo avaliar a eficácia de pesticidas botânicos margosa (*Azadirachta indica*) e piri-piri (*Capsicum frutescens*) no controlo do gorgulho durante o armazenamento de sementes de feijão nhemba (*Vigna unguiculata*) em garrafas plásticas. O ensaio foi conduzido com cinco tratamentos nomeadamente: T1-Controlo negativo (sem nenhum pesticida), T2-margosa, T3-piri-piri., T4-diatomite T5-Actellic 25DP (Controlo positivo), num delineamento completamente casualizado, com três repetições. Os pesticidas botânicos foram aplicados na proporção de 1,75g por 175g de feijão. Avaliaram-se a densidade, o nível de infestação, bem como a perda de peso dos grãos ao longo de quatro meses. A ANOVA foi feita com o teste de Fisher e a comparação de médias com o teste de Tukey, ambos a 5% de nível de significância. Os resultados demonstraram que os tratamentos com margosa e piri-piri reduziram significativamente a densidade de infestação (2,45 e 4,76 insectos/175g) e a perda de peso (4,97% e 6,31%), em comparação com o controlo negativo (20,38 insectos/175g e 12,75% de perda). A margosa demonstrou uma eficácia próxima à do actellic, sem os efeitos adversos dos químicos sintéticos. Conclui-se que o uso de pesticidas botânicos e sistemas de armazenamento hermético são uma alternativa sustentável e eficaz, sendo particularmente promissora para pequenos produtores na conservação da semente do feijão nhemba.

**Palavras-chave:** Armazenamento, sementes de feijão nhemba, pesticidas botânicos, gorgulho, controlo de pragas.

**LISTA DE ACRÔNIMOS, SIGLAS E OU ABREVIATURAS**

<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>DCC</b>	Delineamento Completamente Casualizado
<b>FAEF</b>	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of United Nation
<b>UEM</b>	Universidade Eduardo Mondlane
<b>PET</b>	Polímero Sintético Politereftalato de Etileno
<b>UFLA</b>	Universidade Federal de Larvas
<b>STATA</b>	Software for Statistics and Data Science

**ÍNDICE**

DECLARAÇÃO DE HONRA .....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
LISTA DE TABELAS .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	v
RESUMO .....	vi
LISTA DE ACRÓNIMOS, SIGLAS E OU ABREVIATURAS .....	vii
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema de estudo e justificativa .....	2
1.3. Objectivos.....	4
1.3.1. Objectivo Geral.....	4
1.3.2. Objectivos específicos .....	4
1.4. Hipótese.....	4
1.4.1. Questões de estudo.....	4
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1. A cultura de feijão nhemba.....	5
2.2. Tipos de armazenamento do feijão nhemba .....	5
2.3.1 . Armazenamento em sacos .....	6
2.3.2. Armazenamento em silos.....	6
2.3.3 . Armazenamento hermético .....	7

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho

---

<b>(<i>Callosobruchus maculatus</i>) na conservação de sementes de feijão nhemba</b>	
2.4	. Factores que afectam o armazenamento do grão..... 7
2.4.1.	Factores abióticos..... 8
2.4.2.	Factores bióticos..... 10
2.5	. Perdas durante o armazenamento..... 11
2.6.	Controlo de pragas no armazenamento..... 12
2.6.1	. Controlo químico..... 12
2.6.2.	Pesticidas Botânicos..... 13
III.	MATERIAIS E MÉTODOS..... 15
3.1	. Descrição da área de estudo..... 15
3.2.	Delineamento experimental..... 15
3.3.	Metodologia..... 16
3.3.1.	Preparação do feijão..... 16
3.3.2.	Preparação dos pesticidas botânicos..... 16
3.3.3.	Aplicação dos pesticidas no grão..... 17
3.3.4	. Frequência e altura de recolha das amostras..... 17
3.4	. Variáveis analisadas..... 17
3.4.1.	Densidade de Infestação..... 17
3.4.2.	Nível de Infestação..... 18
3.4.3.	Perda de peso..... 19
3.5.	Análise de dados..... 20
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 21
4.1.	Densidade de Infestação..... 21
4.2.	Nível de Infestação..... 22

---

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho

---

<b>(<i>Callosobruchus maculatus</i>) na conservação de sementes de feijão nhemba</b>	
4.3.	Perda de peso ..... 24
<b>V.</b>	<b>CONCLUSÃO..... 27</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES..... 28</b>
6.1.	Aos pequenos e médios agricultores ..... 28
6.2.	Aos investigadores..... 28
<b>VII.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 29</b>
	<b>ANEXOS..... 35</b>
	Anexo1: Densidade de infestação ..... 35
	Anexo 2: Nível de infestação ..... 36
	Anexo 3: Percentagem de perda de peso..... 37

## **I. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Antecedentes**

Após a colheita e beneficiamento, os produtos agrícolas podem ser consumidos imediatamente ou armazenados para uso futuro em tempos de escassez, ou então para aproveitar períodos de preços mais elevados e lucrativos. O objectivo do armazenamento de produtos agrícolas é preservar as características qualitativas e quantitativas dos mesmos, assegurando que permaneçam intactas após o processo de secagem ao longo de períodos prolongados (Quirino, 2011).

Contudo, tanto factores internos quanto externos podem comprometer a qualidade do produto durante o armazenamento. Dentre os factores internos destacam-se a humidade do grão, teor de impurezas, teor de humidade do ar no interior da embalagem e grau de maturação na altura da colheita. Já entre os factores externos incluem-se a temperatura, humidade do ambiente, e a presença de insectos praga (Scheepens *et al.* 2011). As pragas de produtos armazenados são consideradas particularmente prejudiciais, já que sua população geralmente excede o limiar económico de dano. Isso ocorre porque as perdas que poderiam ser toleradas já ocorreram durante o cultivo, e portanto, não é aceitável ter mais perdas durante o armazenamento. Consequentemente, o controlo dessas pragas é de tolerância zero, ou seja, a presença de um único indivíduo no produto armazenado já se justifica a aplicação imediata de métodos de controlo (UFLA, 2011). Durante o armazenamento pós-colheita, *C. maculatus* ataca os grãos, causando perdas significativas sendo responsável por 10 a 20% das perdas no armazenamento (Phillips e Throne, 2009).

A questão de armazenamento de produtos agrícolas é objecto de estudos contínuos, visando preservar a qualidade dos produtos armazenados, sejam eles semente ou grãos destinados ao consumo (Bragantini, 2005). O processo de armazenamento envolve etapas que vão desde a maturidade fisiológica da semente, ainda no campo, até o momento do seu plantio, essa etapa é crucial na produção de sementes de qualidade, uma vez que seu objectivo principal é manter a qualidade fisiológica da semente, minimizando ao máximo a sua deterioração (Neto *et al.*, 2010; Faccion, 2011).

### *(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba

A conservação de sementes armazenadas em ambientes não controlados pode prejudicar a qualidade final do produto, aumentando o risco de deterioração e perda quantitativa devido à acção de microrganismos, e pelo próprio metabolismo dos grãos

(Oliveira, 2008). Segundo o autor, alguns estudos indicam que os níveis de proteínas diminuem para grãos armazenados sob elevadas temperaturas e humidade relativa, e que grãos com maior teor de água têm taxas respiratórias mais elevadas, resultando em maior degradação.

### 1.2. Problema de estudo e justificativa

O método mais comum de controlar pragas de armazenamento é através da aplicação de produtos químicos de várias classes toxicológicas. Embora esses produtos sejam altamente eficazes, seu uso excessivo pode levar a diversos problemas como o desenvolvimento de resistência por parte dos insectos, acúmulo de resíduos tóxicos nos alimentos, contaminação do ambiente, e o aumento nos custos de produção (Faroni *et al.*, 1995). Uma alternativa aos produtos químicos são os insecticidas naturais derivados de plantas, que podem ser preparados e aplicados na forma de pós, extractos e óleos. Esses produtos oferecem vantagens como custo reduzido, fácil acesso e aplicação, não exigindo mão-de-obra especializada, além de não apresentarem impactos negativos na saúde humana e ao meio ambiente (Mazzonetto e Vendramim, 2003; Hernández e Vendramim, 1997).

Os insectos são responsáveis por causar grandes prejuízos ao se alimentarem dos grãos durante o armazenamento, resultando em diversas perdas, como a redução do peso dos grãos, diminuição da capacidade germinativa e do vigor das sementes, perda de valor nutricional e de qualidade, entre outros aspectos (Santos, 2006). Existem dois grupos de insectos que são considerados os principais causadores de perdas da produção durante a etapa do armazenamento, que são, os besouros (gorgulhos) e as traças (mariposas).

O gorgulho do feijão, é considerado uma das principais pragas que atacam os grãos armazenados, sendo responsável pela maioria dos danos (Lorini, 2002; Faroni & Sousa, 2006). Os danos causados pelo gorgulho do feijão podem ser atribuídos tanto às condições

---

## **Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho**

---

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba** precárias de armazenamento quanto ao manuseio inadequado, especialmente em estruturas ineficientes. Uma solução para esses problemas é o uso de sistemas de armazenamento hermético, que reduzem a concentração de oxigênio e aumentam o dióxido de carbono produzido durante a respiração do grão e dos insectos, levando à morte dos mesmos devido à falta de oxigênio (Afonso *et al.*, 2000). Diante disso, em contextos onde os produtores não dispõem de recipientes completamente vedados surge a necessidade de aplicação de pesticidas botânicos como forma de minimizar o impacto negativo dos insectos causado pela entrada de oxigênio no sistema, garantindo assim a durabilidade dos grãos com menor custo.

### **1.3. Objectivos**

#### **1.3.1. Objectivo Geral**

- ❖ Avaliar o efeito do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho de feijão nhemba.

#### **1.3.2. Objectivos específicos**

- ❖ Determinar a densidade do gorgulho no grão armazenado quando aplicados pesticidas botânicos;
- ❖ Determinar o nível de infestação e perda de peso do grão durante o armazenamento quando aplicados pesticidas botânicos.

### **1.4. Hipótese**

- ❖ Os pesticidas botânicos reduzem a infestação do gorgulho de feijão nhemba durante a conservação.

#### **1.4.1. Questões de estudo**

- ❖ Será que os pesticidas botânicos são eficazes no controle do gorgulho?
- ❖ Que influência os pesticidas botânicos têm no grão de feijão nhemba conservado?

## **II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.A cultura de feijão nhemba**

O feijão nhemba (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma dicotiledônea, autógama que faz parte da família Fabaceae. É originário da região central e oeste da África, é uma das leguminosas mais adequadas para regiões áridas dos trópicos que cobrem parte da África, Ásia e Américas. Caracteriza-se por ser resistente a seca e apresenta uma ampla diversidade genética. Os seus grãos são uma fonte importante de proteínas, minerais e fibras, desempenhando um papel vital na dieta básica nas regiões áridas e semiáridas (Singh *et al.*, 2002). Além de garantir a subsistência alimentar das populações locais, o cultivo do feijão nhemba também gera excedente de renda e contribui significativamente para o sustento de muitas famílias nas zonas rurais.

### **2.2.Tipos de armazenamento do feijão nhemba**

Normalmente, os produtos agrícolas são armazenados de maneiras diferentes, dependendo da classe social e das condições financeiras associadas a elas. Nas áreas rurais, por exemplo, o grão é geralmente armazenado utilizando métodos tradicionais como sacos, celeiros simples e outras formas básicas de armazenamento. Alguns produtores de médio e grande porte, por sua vez, optam por sistemas de armazenamento mais avançados, como silos melhorados (FAO, 2014).

O objectivo do armazenamento é preservar a qualidade do grão, controlando as condições ambientais para garantir a manutenção da viabilidade do produto armazenado. O armazenamento seguro é definido como o período durante o qual o grão pode ser conservado sem perda significativa em sua qualidade e quantidade (Bezerra, 2014).

No caso específico da cultura feijão nhemba, cuja produção é sazonal, a quantidade produzida durante a época de produção, precisa ser armazenada para atender às necessidades alimentares no período de escassez. Conforme Njorge *et al.* (2015), durante o armazenamento, o grão pode sofrer alterações químicas e físicas que podem reduzir o

*(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba seu valor no mercado, bem como o seu poder germinativo e, conseqüentemente, a sua utilização como semente.

### 2.3.1. Armazenamento em sacos

A utilização de sacos no armazenamento do grão de cereais ou leguminosas, é comum quando o produto será transportado ou comercializado. Esses sacos podem ser confeccionados a partir de diferentes materiais, como algodão, sisal ou ráfia. No entanto, devido à porosidade desses materiais, os sacos não oferecem protecção adequada contra a humidade do ar, roedores e insectos, tornando o grão armazenado susceptível a esses factores (Hugo, 2008).

De acordo com Irénio e Negas (2015), os sacos de ráfia feitos de polipropileno devem ser utilizados apenas para armazenamento por períodos que não excedam três meses, pois não impedem a entrada de oxigénio, o que pode aumentar a infestação dentro dos sacos. Para um armazenamento eficaz, o uso destes sacos deve ser complementado com substâncias químicas para combater melhor os insectos, como o pesticida “actellic”.

### 2.3.2. Armazenamento em silos

A maior parte dos grãos produzidos por pequenos e médios agricultores é reservada para o consumo próprio, semente ou para venda no mercado, o que requer armazenamento adequado em estruturas como celeiros. Esses celeiros podem variar em estrutura, desde silos até recipientes grandes feitos de barro ou palha, além de casas ou compartimentos dentro de casas rurais. Uma vantagem dos celeiros é a capacidade de armazenar leguminosas em forma de vagens secas e cereais na forma de espigas, ou ambos em forma de grão (Hugo, 2008).

De acordo com Bragantini (2005), durante o armazenamento de grãos em silos, o espaço entre os grãos retém o oxigénio que é consumido na respiração do grão junto com as suas reservas energéticas. Esse processo contribui para a deterioração do grão e pode

(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba ser agravado por temperaturas elevadas, acima de 20°C, e pelo teor de água inadequados para o grão, acima de 11-13%.

### 2.3.3. Armazenamento hermético

O armazenamento de grão em sistemas herméticos envolve a conservação em uma atmosfera modificada, na qual os grãos previamente secos são introduzidos em bolsas herméticas, resultando em uma mudança gradual na composição da atmosfera entre os grãos. Esse processo é alcançado pela redução da concentração de oxigénio e o aumento da concentração de dióxido de carbono no sistema, devido à respiração dos grãos e insectos presentes (Afonso *et al.*, 2000).

Essa condição leva à asfixia dos insectos, pois o princípio hermético impede troca de gases entre o ambiente externo e interno. Como a respiração aeróbica dos grãos envolve a quebra de carboidratos, resultando na produção de dióxido de carbono, uma vez que a bolsa hermética é fechada e selada, só pode ser aberta quando os grãos forem utilizados (Afonso *et al.*, 2000).

De acordo com Quezada *et al.* (2006), o sistema hermético é altamente eficaz no armazenamento de grãos, especialmente em zonas rurais de países em desenvolvimento, pois não requer altos custos para os agricultores adquirirem as estruturas de armazenamento. Isso porque o sistema pode ser implementado em embalagens recicladas ou reutilizadas que permitem a vedação como tambores. Além disso, o armazenamento hermético elimina a necessidade de controlo químico de pragas.

### 2.4. Factores que afectam o armazenamento do grão

A conservação inadequada dos grãos é causada por diversos factores, destacando-se a estrutura de armazenamento deficiente. Essas estruturas, em sua maioria, consistem em armazéns de grande capacidade estática, que possuem sistemas de controlo de temperatura e aeração deficientes ou inexistente. Após a limpeza e secagem, os grãos são armazenados nesses locais, onde permanecem até serem retirados para consumo, sem um monitoramento efectivo da massa de grãos para verificar a temperatura, humidade e

---

(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba presença de insectos. Essas condições podem resultar em perdas quantitativas e qualitativas (Lorini, 2008).

### 2.4.1. Factores abióticos

Njorge *et al.* (2015), identificaram que vários factores abióticos desempenham papéis cruciais na criação de um ambiente ideal para armazenamento. Entre esses factores, a temperatura, teor de humidade e a concentração de gases na atmosfera dentro da unidade de armazenamento são particularmente importantes. A temperatura controla a taxa de desenvolvimento de pragas e a velocidade de deterioração dos grãos. Um teor de humidade adequado é essencial para prevenir o crescimento de fungos e o desenvolvimento de insectos, enquanto a modificação da concentração de gases, como a redução de oxigénio e o aumento de dióxido de carbono, pode ser utilizada para suprimir a actividade biológica indesejada, incluindo a respiração de pragas e a germinação de sementes. Esses elementos, quando adequadamente geridos, contribuem significativamente para a eficácia das práticas de armazenamento e a preservação da qualidade do grão.

#### 2.4.1.1. Temperatura

O tempo necessário para alcançar a mortalidade desejada dos insectos após a exposição a uma composição gasosa atmosférica específica muitas vezes varia de acordo com a temperatura ambiente de armazenamento. O conhecimento da temperatura é crucial no controlo das pragas, pois o desenvolvimento delas ocorre dentro de uma faixa óptima da temperatura, abaixo ou acima da faixa o desenvolvimento é limitado (Afonso *et al.*, 2000).

O aumento da temperatura no ambiente de armazenamento resulta em uma maior taxa de respiração dos organismos vivos associados aos grãos armazenados em bolsas herméticas. Portanto, o tipo de produto e o volume de gás entre os grãos também têm uma

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba** influência significativa na redução da concentração de oxigénio durante o armazenamento (Moreno *et al.*, 2000).

### 2.4.1.2. Humidade relativa

Conforme observado por Afonso *et al.* (2000), a humidade relativa do ar desempenha um papel crucial na sobrevivência dos insectos, afectando o seu teor de humidade corporal. Condições de baixa humidade não são propícias à reprodução de muitas espécies de insectos. Assim, a sobrevivência de muitos insectos em condições secas está directamente relacionada ao equilíbrio entre a perda de água do corpo e a absorção de água do ambiente.

### 2.4.1.3. Concentração de gases na atmosfera

Em ambientes de armazenamento com uma proporção maior de dióxido de carbono em relação ao oxigénio a conservação dos grãos pode ser favorecida, já que isso influencia não apenas na redução da capacidade reprodutiva e/ou desenvolvimento de insectos e fungos, mas também na diminuição da actividade metabólica dos grãos (Villers *et al.*, 2006).

O aumento da concentração de dióxido de carbono nos espaços entre os grãos infestados e a redução da concentração do oxigénio para cerca de 5%, resultam na mortalidade da maioria dos estágios de vida das pragas. Quanto aos insectos adultos sobreviventes, eles morrem naturalmente após 4 a 6 semanas depois de completarem o ciclo de vida. Assim, o aumento da concentração do CO<sub>2</sub> e a redução do O<sub>2</sub> criam um ambiente propício para o controlo de insectos (Afonso *et al.*, 2000).

Segundo Darby e Caddick (2007), o teor de oxigénio no interior da massa dos grãos frequentemente diminui para menos de 3%, enquanto o teor de dióxido de carbono aumenta para um nível onde a respiração aeróbica é reduzida, o que torna as condições inadequadas para o desenvolvimento de insectos.

### *(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba

#### 2.4.2. Factores bióticos

Após a colheita, os grãos continuam a realizar as suas actividades metabólicas, como a respiração, que eventualmente diminui até cessar em certo ponto, permanecendo dormentes por um período prolongado, dependendo das condições ambientais. Os organismos vivos, como fungos, bactérias, roedores, pássaros e insectos são os principais factores bióticos que afectam os grãos armazenados, sendo os insectos mais prejudiciais (Hugo, 2008).

##### 2.4.2.1. Insectos

Os insectos representam um desafio significativo na produção e no armazenamento de grãos, pois podem resultar em perdas totais do produto (Falayi, 2017). Embora os danos causados por eles no campo possam ser reversíveis, o mesmo já não ocorre no armazenamento (Faroni, 2009). Os insectos que atacam os grãos durante o armazenamento podem ser divididos em duas categorias: primários e secundários. Os insectos primários são aqueles que geralmente invadem grãos não danificados e iniciam uma infestação. Muitos desses insectos podem iniciar a infestação no campo antes da colheita. Os insectos secundários, por outro lado, são aqueles que se infiltram em grãos já danificados para se alimentar deles (Lorini, 2008).

##### 2.4.2.2. Gorgulho de feijão nhemba

O gorgulho do feijão nhemba (*Callosobruchus maculatus*), pertence à ordem Coleóptera da família dos Bruchidae, e é originário da África, sendo actualmente encontrado na maioria das regiões tropicais e subtropicais do mundo (Gallo *et al.*, 2002). É reconhecido mundialmente como uma das pragas mais significativas de grãos e sementes armazenados (Almeida *et al.*, 2005). Essa praga é capaz de perfurar os grãos, resultando em danos directos, como perda de massa, redução do valor nutritivo e diminuição do poder germinativo. Além disso, causa danos indirectos, como a redução do valor comercial no mercado devido à presença de insectos mortos, ovos e excrementos dentro dos grãos (Almeida *et al.*, 2005).

### (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba



Figura 1. Adulto do *Callosobruchus maculatus*

Fonte: Shutterstock.com

#### 2.4.2.3. Biologia do gorgulho de feijão nhemba

Os adultos de *Callosobruchus maculatus* têm uma coloração escura, com cabeça, tórax e abdômen pretos, e apresentam élitros estriados e uma cobertura de pêlos no tórax. Nos élitros, são visíveis três manchas mais escuras, de tamanhos variados. A proporção de fêmeas para machos na forma adulta é de um para um (Gallo *et al.*, 2002). As fêmeas ovipositam em média 70 ovos na superfície do grão, que ficam aderidos por meio de uma secreção. Após a eclosão, as larvas penetram no grão e se alimentam do conteúdo interno. Dentro do grão, elas transformam-se em pupas e, após a emergência, os adultos fazem um orifício de saída. O ciclo biológico dura cerca de 27 dias, mas pode variar de acordo com as condições climáticas (temperatura e humidade), com a fase larval durando 14 dias, a fase de pupa 6 dias e os adultos vivendo de 7 a 9 dias (Gallo *et al.*, 2002).

#### 2.5. Perdas durante o armazenamento

Após a colheita dos produtos agrícolas no campo, diversas perdas ocorrem, tanto quantitativas quanto qualitativas. De acordo com Faroni (1992), as perdas quantitativas referem-se à redução de peso e volume causada pelo ataque dos insectos aos grãos para a sua alimentação. Já as perdas qualitativas ocorrem quando há uma diminuição do valor nutricional e da qualidade fisiológica dos grãos, o que conseqüentemente afecta seu valor comercial.

Os cereais e as leguminosas que são colhidos quando maduros e secos, são susceptíveis ao ataque de insectos, roedores e crescimento de mofo nas unidades de armazenamento, devido ao seu potencial de armazenamento prolongado (Hugo, 2008). É

---

(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba crucial compreender os principais aspectos de um ambiente de armazenamento para tomar decisões mais assertivas sobre adopção de tecnologias de armazenamento para produtos agrícolas. As perdas pós-colheita podem chegar a até 100% da produção, e só podem ser minimizadas por meio da escolha adequada de tecnologias de armazenamento, contribuindo assim para a melhoria no sistema de segurança alimentar (FAO, 2014).

### 2.6. Controlo de pragas no armazenamento

#### 2.6.1. Controlo químico

O controlo químico é utilizado em todo mundo como um dos métodos tradicionais mais eficazes no combate às pragas nos produtos armazenados. É considerado eficiente e de baixo custo em comparação com métodos não tradicionais, como silos metálicos. No entanto, devido à crescente necessidade de melhorar a qualidade dos alimentos para um desenvolvimento sustentável, o uso do controlo químico pode ser evitado por preocupações com a saúde humana e ambientais (Cunha *et al.*, 2011).

Práticas inadequadas de aplicação, cálculo de dosagens incorrectas e o uso inadequado dos produtos químicos têm levado à presença de resíduos químicos nos alimentos armazenados, representando um risco para a saúde humana (Afonso *et al.*, 2000).

O controlo químico é frequentemente realizado por meio da fumigação de grãos inteiros durante o armazenamento. Durante esse processo, são utilizados pesticidas fumegantes, como fosfina e actellic, devido à sua eficácia, rápida dispersão e baixa formação de resíduos (Silva *et al.*, 2005). O brometo de metilo, que foi amplamente utilizado devido à sua eficácia, tornou-se proibido devido aos seus impactos ambientais e riscos à saúde (Rajendran, 2001).

##### 2.6.1.1. Diatomite

A diatomite é uma rocha sedimentar branca formada pela acumulação de escudos altamente porosos de diatomáceas. Descoberta pelos gregos antigos e pelos romanos como uma pedra de construção, é actualmente preferida como material absorvente industrial, doméstico e agrícola devido ao seu poder de absorção e propriedades químicas leves (Afonso *et al.*, 1998). Utilizada na agricultura como pesticida e fertilizante em diversas culturas alimentares. A diatomite é rica em silício, que, por suas propriedades

---

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba** químicas e mecânicas, contribui para aumentar a quantidade e a qualidade das culturas, reduzindo a susceptibilidade a patógenos a níveis aceitáveis (Diatomites de Moçambique, 2005).

Além disso, a diatomite possui propriedades insecticidas, agindo principalmente por meio de actividades físicas. Embora não afecte directamente as vias metabólicas dos insectos por acção química, pode ter actividade química em algumas circunstâncias. Quando em contacto com os insectos, as partículas de diatomite absorvem a cera da cutícula, resultando em perda de água, dissecação e eventual morte (Ebeling, 1971).

### 2.6.2. Pesticidas Botânicos

A utilização de pesticidas botânicos na agricultura representa um método alternativo visando manter a integridade ecológica e promover uma vida saudável, reduzindo a contaminação ambiental por produtos químicos. Na protecção da produção, esses pesticidas podem ser aplicados em forma líquida no campo e em forma de pós secos durante o armazenamento, actuando como insecticidas, repelentes, inibidores de alimentação, reguladores de crescimento, entre outras funções (Silva *et al.*, 2010).

Comparados aos pesticidas sintéticos, os derivados de plantas oferecem algumas vantagens: são renováveis, facilmente degradáveis e apresentam um desenvolvimento lento de resistência por parte dos insectos. Além disso, não deixam resíduos nos alimentos, são seguros para os operadores e possuem baixo custo, tornando-se acessíveis aos pequenos produtores, (Oliveira *et al.*, 2007).

Entretanto, sua rápida degradação pode ser uma desvantagem, devido à exposição aos raios solares e à redução da eficácia como insecticidas em condições de campo. Os pesticidas botânicos frequentemente possuem estruturas químicas complexas e de difícil isolamento e síntese, o que pode limitar sua eficácia quando sintetizados, não reproduzindo completamente as propriedades do produto natural (Rodríguez e Vendramim, 1995).

### *(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba

#### 2.6.2.1. Margosa (*Azadirachta indica* A. Juss.)

A árvore de margosa, também conhecida como neem pertence à família Meliáceae, é nativa de regiões tropicais, provavelmente originária da Ásia. Sua ação contra insectos abrange uma variedade de efeitos, como a inibição da alimentação, regulação de crescimento e esterilização. Esses efeitos são atribuídos à presença de várias substâncias, tais como azadirachtina, nimбина, salannina, nimbidina, kaempferol, thionemone, quercetina entre outras (Bevilacqua et al., 2008).

A azadiractina é considerada a principal substância tóxica presente na planta de margosa. Trata-se de um tetranôtriterpenóide (limonóide), solúvel em água e álcool, sensível aos raios ultravioletas, o que resulta em sua degradação no ambiente após um certo período (Martinez, 2002). Essa substância tem a capacidade de inibir a biosíntese de quitina, causar deformação em pupas e adultos, reduzir o ciclo de vida dos insectos, alterar a atractividade dos feromônios, esterilizar, inibir a oviposição e induzir a mortalidade de formas imaturas e adultas. Além disso, interfere na reprodução dos insectos, resultando na produção de ovos menos férteis (Martinez, 2002; Viana et al., 2006).

#### 2.6.2.2. Piri-piri (*Capsicum frutescens* L.)

O piri-piri é um arbusto de pequeno porte pertencente à família Solanaceae, originário de regiões tropicais. Possui flores solitárias e frutos vermelhos altamente picantes, amplamente utilizados como condimento e estimulante do aparelho digestivo em diversas partes do mundo. Trata-se de uma planta herbácea perene anual ou de curta duração, com hastes estriadas, geralmente sem pêlos. Seu caule é lenhoso, produzindo pequenas vagens semelhantes a bagas que contém numerosas sementes achatadas. Os princípios picantes de piri-piri estão concentrados no tegumento e nas sementes (Santos et al., 2008).

### *(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba

A característica mais marcante dos frutos de piri-piri é o picante, devido à presença de alcalóides denominados capsaicinóides dos quais cerca de 90% estão concentrados na placenta dos frutos (Santos *et al.*, 2008). Além disso, nas plantas do género *Capsicum*, também são encontradas substâncias com actividade insecticida e repelente, como flavonoides, cumarinas, saponinas e óleos essenciais derivados do metabolismo secundário (Voahanginirina, 2008).

## III. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Descrição da área de estudo

O ensaio foi realizado na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, da Universidade Eduardo Mondlane (UEM-FAEF), localizada na cidade de Maputo entre as coordenadas: Latitude 25° 57' 07" (S) e 25° 57' 09" (S); Longitude 32° 36' 05" (E) e 32° 36' 10" (E), e altitude de 60m (Cháuque, 2011). O ensaio na área de Lavagem da FAEF, local fechado e com boa ventilação.

### 3.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido num delineamento completamente casualizado (DCC), para controlar o efeito dos pesticidas botânicos, as condições de armazenamento dos grãos foram em temperatura ambiente. O ensaio foi composto por 5 tratamentos e 3 repetições (Tabela1), totalizando 15 unidades experimentais. O armazenamento de feijão nhemba sem nenhum produto constituiu controlo negativo, por ser o método de armazenamento mais usado pelos pequenos produtores em Moçambique.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos utilizados.

Tratamento	Descrição
1	Grão sem nenhuma aplicação (controlo negativo)
2	Grão + 1,75g de extracto de Margosa
3	Grão + 1,75g de extracto de Piri-piri
4	Grão + 1,75g de extracto de Diatomite
5	Grão + 1,75g de Actellic 25DP (controlo positivo)

### **3.3. Metodologia**

#### **3.3.1. Preparação do feijão**

O feijão utilizado neste experimento foi obtido de vendedoras do mercado Xiquelene na cidade de Maputo, o mesmo era recém-colhido quando foi adquirido para a condução deste ensaio. Prepararam-se no total 60 unidades experimentais provenientes da multiplicação das 15 unidades experimentais por 4 meses, das quais foram colocadas 175 g de feijão nhemba em garrafas plásticas de 500 ml. Os insectos utilizados (*Callosobruchus maculatus*), foram previamente multiplicados em ambiente controlado, na área de lavagem da FAEF, com o objectivo de garantir uma população uniforme para o experimento. Após a multiplicação, foram introduzidos 20 indivíduos adultos em cada garrafa.

#### **3.3.2. Preparação dos pesticidas botânicos**

Os pesticidas foram preparados a partir de folhas de margosa e frutos de piri-piri. As folhas de margosa foram obtidas na FAEF e os frutos de piri-piri foram adquiridos na empresa Umbeluzi Investimentos, Lda, em Boane. Após a colecta do material vegetal, as folhas de margosa, assim como os frutos de piri-piri foram submetidos à secagem natural (temperatura ambiente) na Área de Lavagem da FAEF por 8 dias. Durante a secagem, o material foi monitorado diariamente e revolvido para evitar o acúmulo de humidade na base da estrutura de secagem. Após a secagem, o material seco foi triturado na moageira do tipo triturador de cereais MGD até a obtenção de um pó.

### (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba



Figura 2. Secagem do material vegetal (A), trituração do material vegetal (B), extracto em pó de margosa (C) e extracto em pó de piri-piri (D).

### 3.3.3. Aplicação dos pesticidas no grão

Os pesticidas foram aplicados no grão de acordo com a proporção da dosagem de 5g de extracto para 500g do grão (Bamphitlhi *et al.*, 2014). Em cada garrafa plástica com 175g de feijão foram introduzidos 1,75g de extracto agitando-a. No momento da armazenagem as garrafas foram fechadas com tampas furadas.

### 3.3.4. Frequência e altura de recolha das amostras

O ensaio foi montado no dia 21/08/23, e teve uma duração de 4 meses (120 dias). Cada tratamento era constituído por 12 garrafas plásticas. Foram feitas observações mensais e em cada observação eram retiradas permanentemente 3 amostras (garrafas) de cada tratamento e faziam-se a separação dos grãos e contagem do número de indivíduos adultos. Foram realizadas as análises que se seguem abaixo.

## 3.4. Variáveis analisadas

### 3.4.1. Densidade de Infestação

Para a determinação da densidade de infestação do gorgulho de feijão nhemba, efectuou-se a contagem directa dos insectos adultos (vivos) presentes nas amostras de 175g (figura 3). Nas amostras observou-se que a única espécie existente era *C. maculatus*.

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controlo do gorgulho

---

### *(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba

A identificação foi feita com base na observação das características morfológicas externas com auxílio de manuais de insectos (Handbook on Bean beetles *Callosobruchos maculatus*) e de uma lupa.



*Figura 3. Contagem dos insectos.*

#### 3.4.2. Nível de Infestação

O nível de infestação foi determinado através do método de contagem directa e separação, que consiste em contar e separar o grão danificado do não danificado (figura 4). Foram considerados infestados por insectos os grãos que continham adulto do insecto e as que apresentaram orifícios de saída do insecto (Brasil, 2009). Foi feita a selecção de grão danificado e não danificado a partir da contagem dos grãos na amostra de 175g.

(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba



Figura 4. Separação e contagem dos grãos danificado do não danificado (A), grãos armazenados com margosa (B), grão armazenado com piri-piri (C), grãos sem aplicação de pesticidas extremamente danificados.

O nível de infestação do grão foi calculado a partir da fórmula que se segue:

$$NI = \frac{GD}{N} \times 100\% \quad (1)$$

NI- Nível de Infestação;

GD- Grão danificado;

N- Número total de grãos.

### 3.4.3. Perda de peso

A perda de peso foi determinada através da relação entre o peso inicial e o peso final dos grãos em cada recipiente, e esses dados foram obtidos com ajuda de uma balança de precisão de 500g. A percentagem de perda de peso do grão foi calculada de acordo com a fórmula que se segue:

$$\text{Percentagem de perda de peso (\%)} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad (2)$$

**3.5. Análise de dados**

Os dados foram compilados na folha de cálculo Microsoft Office Excel 2019 que foi também usado para a elaboração de tabelas. Após a compilação os dados foram analisados usando o pacote estatístico STATA 14.0, onde procedeu-se à análise de variância (ANOVA) dos tratamentos com base no teste de Fisher e para a comparação de médias usando o teste de Tukey, ambos a 5% de significância. Para os dados que violaram os pressupostos de Normalidade e Homoskedasticidade entre os tratamentos, foram submetidos a uma transformação do tipo raiz quadrada.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Densidade de Infestação

Os resultados de densidade de infestação demonstram que os tratamentos com margosa e actellic não deferiram estatisticamente entre si, assim como os tratamentos com margosa, piri-piri e diatomite não diferem entre si. Contudo, a densidade de insectos nos grãos tratados com margosa teve uma tendência de ser menor em relação aos grãos tratados com piri-piri, diatomite e os não tratados. O tratamento sem pesticidas diferiu estatisticamente dos demais métodos apresentando em média 20,38 insectos/175g de grão (Tabela 2).

**Tabela 2.** Densidade de infestação do feijão nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Densidade de Infestação ( insectos/g)
Controlo negativo	20.38 c
Margosa	2.45 ab
Piri- Piri	4.76 b
Diatomite	5.05 b
Actellic (controlo positivo)	0.33 a

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey

Jotwani & Sicar (1967) descobriram que a mistura de pó de sementes de margosa com sementes de feijão de nhemba, proporcionava protecção satisfatória contra o ataque de *Callosobruchus maculatus* por até 11 meses.

A azadiractina, encontrada nas sementes de margosa, quando entra em contacto com o sistema neuroendócrino causa distúrbios hormonais que afectam diferentes estágios de crescimento do insecto, interferindo nos hormônios da muda (ecdisona e 2-hydroxyecdisona) e o hormônio juvenil. Isso leva à deformações no tegumento, asas, patas e outras partes do corpo dos insectos, principalmente durante os estágios de larva. Além disso, a azadiractina pode reduzir a fecundidade das fêmeas e causar esterilidade parcial ou total dos ovos (Martinez, 2002). Estes resultados corroboram com os do presente trabalho, pois, os gorgulhos observados foram em média 2,45 insectos/175g de grão.

### **(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**

Almeida *et al.* (2005), demonstraram que o extracto alcoólico de margosa, contendo azadiractina como seu princípio activo, causou 100% de mortalidade em adultos de *Callosobruchus maculatus* quando utilizado em uma dosagem de 9ml de extracto.

Estudos semelhantes sobre o efeito de extractos botânicos na redução da infestação de *C. maculatus* foram realizados por Ofuya e Osadahun (2005) observaram que o extracto de piri-piri em diferentes períodos de exposição (4, 8, 12, 16 e 24h) reduziu o número de insectos, embora não tenha causado uma mortalidade de 100% dentro de 24h.

Quanto á diatomite, quando entra em contacto com os insectos, estes morrem devido à desidratação causada pela perda de água da camada de lipídios da epicutícula, especialmente em temperaturas acima de 20 °C (Korunic, 1998; Ceruti *et al.*, 2008). Estudos semelhantes sobre o efeito da diatomite na mortalidade de *C. maculatus* foram realizados por (Caneppele *et al.*, 2010) eles observaram que a mortalidade iniciou já no terceiro dia após o tratamento com diatomite em diferentes dosagens e temperaturas testadas.

#### **4.2. Nível de Infestação**

Os resultados de nível de infestação demonstram que os tratamentos com margosa e actellic não apresentam diferenças significativas entre si. No entanto, o piri-piri difere significativamente do actellic, mas não apresenta diferenças significativas em relação à margosa. Contudo, o nível de infestação nos grãos tratados com margosa teve uma tendência de ser menor em relação aos grãos tratados com piri-piri, diatomite e os não tratados. O tratamento sem pesticidas diferiu estatisticamente dos demais tratamentos apresentando em média 99,37 % de nível de infestação/175g de grão (Tabela 3).

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controlo do gorgulho

### (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba

**Tabela 3.** Nível de infestação do feijão nhemba nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Nível de Infestação (%)
Controlo negativo	99.37 d
Margosa	10.00 ab
Piri- Piri	14.27 b
Diatomite	64.50 c
Actellic (controlo positivo)	4.67 a

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

O baixo nível de infestação observado nos tratamentos com margosa, piri-piri, e com actellic, está relacionado à baixa densidade de infestação nesses grupos, enquanto o alto nível de infestação no tratamento sem aplicação de pesticidas é consequência da alta densidade de infestação por insectos nesse tratamento durante o experimento. Apesar da densidade inicial de insectos ter sido igual em todos os tratamentos, o nível de infestação observado na diatomite (64,50%) foi consideravelmente superior ao do extracto de piri-piri (14,27%). Esta discrepância pode estar relacionada com as diferenças no modo de acção dos produtos, sendo que o piri-piri apresenta efeitos repelentes e tóxicos mais imediatos sobre os insectos, enquanto a diatomite actua por abrasão e desidratação, exigindo um maior tempo de exposição.

Danga *et al.* (2015), que utilizaram doses diferentes do produto de margosa (Malagrain) por 200g de milho, variedade Shaba, observando uma variação no nível de infestação de 12 e 7% com aplicação de 3g e 6g, respectivamente. No presente estudo, a aplicação de 1,75g de extracto de margosa resultou numa infestação de 10%, sugerindo uma eficácia considerável mesmo com uma dose inferior. Esta variação pode estar relacionada com diferenças no produto armazenado.

Um estudo realizado por Osipitan *et al.* (2010), avaliando o efeito de extracto de margosa no controlo de *Prostephanus truncatus* no grão de milho, encontrou um nível de infestação de 9%. Embora esses resultados sejam consistentes com os do presente estudo (10% de infestação com aplicação de 1,75g de extracto de margosa), é importante destacar que o grão utilizado foi milho, enquanto no presente estudo foi utilizado feijão nhemba, sendo também distinta a espécie de insecto-alvo (*Callosobruchus maculatus*). Apesar

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controlo do gorgulho

*(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba dessas diferenças, os resultados corroboram a eficácia do extracto de margosa no controlo de pragas em grãos armazenados.

Por outro lado, os resultados deste estudo em relação ao uso de extractos de piri-piri (1,75g), que resultou num nível de infestação de 14,27%, discordam dos resultados obtidos por Yusuf *et al.* (2011), que avaliaram o efeito de pós de piri-piri no controlo do gorgulho de feijão nhemba em diferentes concentrações (1, 2, 3, 4 e 5g/100g de feijão), e encontraram um nível de infestação de 70%, 36,5%, 34,4%, 35,4% e 35,4%, respectivamente. Esta discrepância pode estar associada a qualidade do material vegetal, ao método de secagem ou as diferenças nas condições experimentais.

### 4.3. Perda de peso

Quanto à percentagem de perda de peso os resultados obtidos, mostram que há diferenças significativas em relação à redução do peso nos grãos tratados com extractos botânicos e os grãos tratados com actellic, mas os grãos tratados com extractos botânicos não diferem estatisticamente dos grãos tratados com diatomite. Assim como os grãos tratados com diatomite não diferem estatisticamente dos grãos tratados com actellic. Contudo, a redução de peso nos grãos tratados com diatomite teve uma tendência de apresentar ser menor em relação aos tratados com extractos botânicos e os não tratados. O tratamento sem pesticidas diferiu estatisticamente dos demais tratamentos apresentando em média 12,75% de perda de peso/175g de grão (Tabela 4).

**Tabela 4.** Redução do peso do grão de feijão nhemba nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Perda de peso (%)
Controlo negativo	12.75 c
Margosa	4.97 b
Piri- Piri	6.31 b
Diatomite	3.27 ab
Actellic (controlo positivo)	1.37 a

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey

### **(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**

Os resultados do experimento indicam que os tratamentos com pesticidas botânicos diferem do tratamento com actellic. Especificamente, o estudo demonstrou que embora os tratamentos com pesticidas botânicos sejam diferentes do tratamento com actellic, estes tiveram tendência a reduzir a população de insectos e uma diminuição notável nos danos aos grãos, evidenciada pela redução de 4,97% para margosa e 6,31% para piri-piri no peso dos grãos. Ao comparar esses resultados com o estudo realizado por Osipitan *et al.* (2010), que examinaram os efeitos dos extractos de margosa no controlo de Besouro-de-milho e na qualidade do milho, observa-se que não há diferença nos resultados de perda de peso, relatando uma diminuição de 6,5% no peso dos grãos. Os resultados do presente estudo registaram uma perda de apenas 4,97%, sugerindo uma eficácia ainda maior, possivelmente devido a diferenças na espécie de insectos, no tipo de grão ou nas condições experimentais.

De acordo com Ivbijaro e Agbaje (1986), uma dose de 1,5g de piri-piri em pó por 20g de sementes de feijão nhemba resultou em 30% de mortalidade em adultos de *C. maculatus* e reduziu a produção de F1 em 60%. No presente estudo, a aplicação de 1,75g de extracto de piri-piri resultou num nível de infestação de 14,27% e numa redução acentuada na emergência de adultos, o que corrobora os achados anteriores. Apesar de terem sido utilizadas proporções diferentes do grão esses resultados indicam que o piri-piri pode ser um agente eficaz no controlo de *C. maculatus* durante o armazenamento do feijão nhemba.

Yusuf *et al.* (2011), que avaliaram o efeito do piri-piri no controlo do gorgulho do feijão nhemba em diferentes concentrações (1, 2, 3, 4 e 5g/100g de feijão). Eles constataram uma redução de peso variando de 3,2% a 2,9%, conforme a concentração aumentava. Estes resultados não vão de acordo com os do presente trabalho, pois com a aplicação de 1,75g de piri- piri observou-se uma perda de peso de 6,31%. Esta discrepância pode ser explicada pela diferença na proporção dos grãos tratados ou mesmo nas condições de armazenamento, como temperatura e humidade, que influenciam a actividade da praga como a eficácia do tratamento.

De acordo com Lorini *et al.* (2001), a diatomite mostrou-se eficiente no controlo das principais pragas do milho armazenado, em experimentos realizados no laboratório, obtendo uma mortalidade de 100% dos insectos adultos na dose de 1,0 quilo/tonelada de

---

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controlo do gorgulho

---

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba** grãos. No presente estudo, embora se tenha utilizado uma dose significativamente menor (1,75g/ 175g de grão) e em cultura diferente (feijão nhemba), observou-se uma baixa perda de peso dos grãos, o que indica que a diatomite contribuiu de forma eficaz na protecção contra *C. maculatus*. A consistência nos resultados aponta para a versatilidade e eficácia da diatomite como agente de controlo de pragas em grãos armazeados.

*(Callosobruchus maculatus)* na conservação de sementes de feijão nhemba

## **V. CONCLUSÃO**

- A aplicação de 1,75g de extracto de margosa resultou numa densidade média de infestação de 2,45 insectos vivos/ 175g de grão, enquanto que o extracto de piri-piri resultou em média 4,76 insectos vivos/ 175g de grão.
- A aplicação de 1,75g de extracto de margosa resultou num nível de infestação de 10%/ 175g de grão e uma perda de peso de 4,97%, enquanto que o extracto de piri-piri resultou num nível de infestação de 14,27% de infestação e apresentou uma redução de peso de 6,31%.

## VI. RECOMENDAÇÕES

### 6.1. Aos pequenos e médios agricultores

1. A adopção do uso de extractos de margosa e piri-piri de modo a reduzir a infestação por insectos durante abertura dos recipientes de armazenamento para permitir a qualidade do grão por um período relativamente longo.

### 6.2. Aos investigadores

2. Devem ser feitos ensaios desta natureza, com outros pesticidas botânicos, usando diferentes doses dos pesticidas e prolongando a duração dos ensaios.
3. A realização de testes sensoriais para avaliar se os extractos vegetais (margosa e piri-piri) influenciam as propriedades organolépticas do grão armazenado.
4. Deve-se fazer uma análise económica para se saber a relação custo/benefício do uso destes extractos.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, R; MARQUES, J. 1998, Recursos Minerais da República de Moçambique, Instituto de Investigação Científica Tropical de Portugal and Direcção Nacional de Geologia de Mocambique. 1st Edition, Lisbon, Portugal, p.149.
- AFONSO, A. D. L. SILVA, J. S. BERBERT, P. A. 2000. Controlo de pragas por atmosferas controladas. In Silva, J. S. Secagem e armazenamento de Produtos Agrícolas. Viçosa Aprenda Fácil, pp 383-393.
- ALMEIDA F. A; ALMEIDA, S. A; SANTOS, N. R.; GOMES, J. P.; ARAÚJO, M. E. R. 2005. Efeitos de extractos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, p. 585-590.
- ALMEIDA, I. P. DUARTE, M. E. M. MATA, M. E. R. M. C. FREIRE, R. M. M. GUEDES, M. A., 2005. Armazenamento de feijão macassar tratado com mamona: estudo da prevenção do *Callosobruchus maculatus*. Campina Grande, v.7, n.2, pp.133-140.
- BEVILACQUA, A. H. V. SUFFREDINI I. B. BERNARDI M. M. 2008. Toxicidade de Neem, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), comparação da preparação comercial e do óleo puro. Rev Inst Ciênc Saúde. 24 (2), pp.157-60.
- BEZZERA, P.H.S. *Efeito do armazenamento na qualidade dos grãos e do óleo de crambe, para produção de biodiesel*. 2014. V, 70f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu.
- BRAGANTINI, C. 2005. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão – (Documentos 187). 28 p.
- BRASIL 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 395p.
- CANEPPELE, M. A. B. *et al.* 2010. Diferentes dosagens de pó inerte e Scientia Agrária, Curitiba, v.11, n.4, p.343-347, July/Aug.
- CASWELL, G. H., 1973. The impact of infestation on commodities. Tropical Stored Products Information. 19, p.25.
-

- (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
CHAÚQUE, A. J. 2011. Efeito da interação entre o déficit hídrico e o método de colheita no rendimento de folhas do amarantos (*Amaranthus*spp.).Tese de Licenciatura em Engenharia Agronómica. Universidade Mondlane. Maputo.
- CUNHA, E. M. 2002. *Efeito de produtos vegeta e da fosfina no controle do Callosobruchus maculatus e na qualidade fisiológica de sementes de caupi (Vigna unguiculata)*. Tese de Mestrado em Agronomia-Universidade Federal da Paraíba.
- DANGA, S. P. Y.; NUKENINE, E. N.; FOTSO G. T.; ADLER, C. 2015. Use of NeemPro, a neem product to control maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) on three maize varieties in Cameroon. *Agriculture and Food Security*, 4:18, p.6.
- DARBY J.A; CADDICK L.P. 2007. Review of grain harvest bag technology under Australian conditions. Canberra: CSIRO Entomology, Technical Report. n.105, p112.
- DIATOMITES DE MOÇAMBIQUE 2005, Diatomite: um pó mágico para sector agropecuário, Moçambique, p.2.
- EBELING, W. 1971 Poeira sorvente para controlo de pragas. Revisão Anual de Entomologia, 16: 123-158.
- FALAYI. F. R., 2017. Comparative Study of Cowpea Stored in Different Household Storage Materials. *Current Trends in Technology and Science*, Nigeria, V.6, p.4.
- FAO. 2014. Sistema Apropriados de Armazenamento de Sementes e Cereais para Pequenos Agricultores. In: *Práticas fundamentais para Implementadores de RRC*, pp.6-52.
- FARONI, L. R. A. 1992. Manejo das pragas dos grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. *Rev. Bras. Armaz.* 76. pp36-43.
- FACCION, C. E. 2011. Qualidade de sementes de feijão durante o beneficiamento e armazenamento. Tese de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- FARONI, L. R. A; MOLIN, L.; ANDRADE, E. T; CARDOSO, E. G. 1995. Utilização de produtos naturais no controle de *Acanthoscelides obtectus* em feijão armazenado. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.20, n.1-2, p.44-48.
-

- (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
FARONI, L. R. D. A., & Silva, J. S. 2000. Manejo de pragas nos ecossistemas de grãos armazenados. In: Silva, J. S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- FRANÇA NETO, J. de B. KRZYZANOWSKI, F. C. HENNING, A. A. PÁDUA, G. P. 2010. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Informativo ABRATES, v. 20, n.3, p. 26-32.
- GALLO, D. NAKANO, O. SILVEIRA, N. S.; CARVALHO, R.P.L; BATISTA, C.G. D; BERTI, F. E. PARRA, J. R. P. ZUCCHI, R.A. ALVES, S.B.
- VENDRAMIM, J.D. 2002. Entomologia Agrícola. Piracicaba, Brasil.p.920
- HERNÁNDEZ, C. R. VENDRAMIM, J. D. 1997. Avaliação da bioatividade de extractos aquoso de meliaceae sobre spodoptera frugiperda. Revista de Agricultura, v.72, n.3, p. 305-317.
- HUGO, L. 2008. Celeiros e comercialização. *Colecção de Habilidades para a Vida*, Maputo, pp.5-18.
- IRÉNIO, B. B. NEGAS, M. 2015. Protocolo de Ensaio de Validação de Técnicas de Armazenamento. POST Harvest Management In Subsaharan Africa. Pemba. pp.3 – 10.
- IVBIJARO, M. F, & AGBAJE, M. 1986. Insecticidal activities of Piper guineense Schum and Thonn, and Capsicum species on the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). Insect Science and it's Aplication, 7 (4), 521-524.
- LORINI, I. 2002. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: Lorini, I., Miike, L. H., & Scussel, V. M. (Ed.). Armazenagem de grãos. Campinas: Instituto Biogeneziz, 379-397.
- LORINI, I. 2008. Maneio Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados. Visão agrícola, n.13, pp.127-128.
- MARTINEZ, S. S. 2002. O nim, *Azadiractina indica* – Natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 142 p.
- MAZZONETTO, F. VENDRAMIM, J. D. 2003. Efeito de Pós de Origem Vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em Feijão Armazenado. Neotropical Entomology, v. 32, n.1, p. 145-149.

- (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
MORENO-MARTINEZ, E. JIMENEZ, E; VAZQUEZ, M. E. 2000. Effect of sitophilus zeamays and Aspergillus on the oxygen level in maize stored hermetically. J. Est. of. Prod, Res., (s.l.) v.36, pp.25-36.
- NJORGE, D. M.; KINYANJUI, P. K; CHRISTIAENS, S.; SHPIGELMAN, A.; MAKOKHA, A. O.; SILA, D. N.; HENDRICKX, M. E. 2015. Effect of storage conditions on pectic polysaccharides in common beans (*Phaseolus vulgaris*) in relation to the hard-to-cook defect. Food Research International, 76, pp.105-113.
- OFUYA, T. I; OSADAHUN, J. M. 2005. Effect of three plants powders on behaviour of Mortality e reproductive of fitness of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (coleopteran: Bruchidae). Zoological Science, 26: pp.603-608.
- OLIVEIRA, M. 2008. *Temperatura de secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel*. 140f. Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia Agro-industrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.
- OSIPITAN, A. A; ODEBIYI, J. A; LAWAL O. A; SOMADE A. A. 2010. Evaluation of the extracts of some tropical plants in the management of *Prostephanus truncatus* (Horn) infestation in maize (*Zea mays L.*). Archives of Phytopathology and Plant Protection, 43:10, pp.1001-1010.
- PHILLIPS, TW, THRONE, JE, 2009. Abordagens bioracionais para o gerenciamento de produtos armazenados insetos. Anu. Rev. Entomol. 55 (1), 375–397.
- QUEZADA, M.Y. MORENO, J.; VÁZQUEZ, M. E.; MENDOZA, M.; MÉNDEZ, A.; MORENO-MARTÍNEZ, E., 2006. Hermetic storage system preventing the proliferation of *Prostephanus truncatus* Horn and storage fungi in maize with different moisture contents. Postharvest Biology and Technology, v.39,n.3, pp.321-326.
- QUIRINO, J. R.LACERDAFILHO, A. F. DE;DEMITO, A. 2011. Utilização do resfriamento artificial na armazenagem de grãos. Sistemas Operacionais de Pós Colheita Disponível.
-

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho

---

- (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
RAJENDRAN, S. 2001. Alternatives to methyl bromide as fumigant for stored food commodities Pesticide Outlook, v.12, n.6, p.249-253.
- RODRÍGUEZ, H. C. VENDRAMIM, J. D. 1996. Toxicidade de extractos aquosos de meliáceas em larvas de Spodoptera frugiperda. Maneio Integrado. Pragas, n.42, pp.14-22.
- SANTOS, J. P. 2006. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. Embrapa Milho e Sorgo, 20.
- SANTOS, V. S. SILVA, P. H. PÁDUA, L. E. 2008. Bioatividade do óleo essencial de Lippia sidoides Cham. (alecrim-pimenta) sobre Callosobruchus maculatus (Fabr.) (Coleoptera: Crysomelidae). EntomoBrasilis 11 (2): pp113-117.
- SALAMADANE, F.R. 2004. *Avaliação do potencial do Tabaco e Piri-piri como forma de controlo de pragas do milho armazenado na localidade de Mugeba, distritode Mocuba.* Tese de Licenciatura. Universidade Eduardo Mondlane-Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.
- SCHEEPENS, P.; HOEVERS, R.; ARULAPPAN, F. X.; PESCH, G. 2011. Armazenamento de produtos agrícolas. Wageningen., 85p.
- SILVA, P.H.S. MOURA, L.C; CASTRO, M.J.P; FREIRE FIHLO, F.R. 2010. Resistência do tipo não-preferência para oviposição e antibiose em genótipos de feijão-caupi. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, Natal, 23.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. 2011. Manejo integrado de pragas de produtos armazenados. 6p.
- VIANA, P. A. PRATES, H. RIBEIRO, P. T. E., 2006. Uso do Extracto Aquoso de Folhas de NIM para o Controle de Spodoptera frugiperda na Cultura do Milho. EMBRAPA, 1ª edição, pp.1-5.
- VILLERS, P.; BRUIN, T; NAVARRO, S. 2006. Safe storage of grain in the tropics: A comparison of hermetic storage in flexible silos versus rigid metal or concrete silos. In: WEST, A; BROWN, J. Feed Technology Update. Honolulu: Linx Publishing. pp. 17-22.
- VOAHANGINIRINA, R. 2018. Influence of the Use of Capsaicin on the Storage of Rice Grain. Open Acess Library Journal, 5. Pp. 2-11.
-

**(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba**  
YUSUF, A. U; DIKE, M. C; ADEBITAN, S. A; AHMED, B. I. 2011. Comparative efficacy of seven plant products on the cowpea burchid, *Callosobruchus maculatus* F. development and damage. *Journal of Biopesticides*, 4 (1): pp.19-26.

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho

(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba

### ANEXOS

#### Anexo1: Densidade de infestação

```
anova rqedensidade trat
```

```
Number of obs =      15    R-squared      = 0.9849  
Root MSE      = 1.07707    Adj R-squared = 0.9788
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	756.30241	4	189.0756	162.98	0.0000
trat	756.30241	4	189.0756	162.98	0.0000
Residual	11.600862	10	1.1600862		
Total	767.90328	14	54.850234		

```
swilk erro1
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro1	15	0.93996	1.164	0.301	0.38186

```
hetttest erro1
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro1

```
chi2(1)      = 2.89
```

```
Prob > chi2  = 0.0890
```

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho

(*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba

### Anexo 2: Nível de infestação

```
anova infestacao trat
```

```
Number of obs =      15    R-squared      = 0.9948  
Root MSE      =    3.2909    Adj R-squared = 0.9927
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	20774.796	4	5193.699	479.57	0.0000
trat	20774.796	4	5193.699	479.57	0.0000
Residual	108.30003	10	10.830003		
Total	20883.096	14	1491.6497		

```
swilk erro
```

```
Shapiro-Wilk W test for normal data
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	15	0.95110	0.948	-0.105	0.54201

```
. hetttest erro
```

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
```

```
Ho: Constant variance
```

```
Variables: erro
```

```
chi2(1)      =    0.94
```

```
Prob > chi2  =    0.3332
```

## Avaliação do uso de pesticidas botânicos no controle do gorgulho

### (*Callosobruchus maculatus*) na conservação de sementes de feijão nhemba Anexo 3: Percentagem de perda de peso

anova peso trat

Number of obs = 15 R-squared = 0.9373  
Root MSE = 1.22257 Adj R-squared = 0.9122

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	223.44933	4	55.862332	37.37	0.0000
trat	223.44933	4	55.862332	37.37	0.0000
Residual	14.946666	10	1.4946666		
Total	238.396	14	17.028285		

swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	15	0.95188	0.933	-0.137	0.55455

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 0.08

Prob > chi2 = 0.7822