



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E PROTECÇÃO VEGETAL

Licenciatura em Engenharia Agrónómica

Projecto Final

**Efeito dos insecticidas botânicos no controlo da lagarta do funil do milho  
(*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho**



**Autora:**

Margarida Angélica Cuambe

Maputo, Fevereiro de 2024



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO E PROTECÇÃO VEGETAL

Licenciatura em Engenharia Agrónómica

Projecto Final

**Efeito dos insecticidas botânicos no controlo da lagarta do funil do milho  
(*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho**



**Autora:**

Margarida Angélica Cuambe

**Supervisor:**

Prof. Doutor Domingos Cugala

Maputo, Fevereiro de 2024

**Efeito dos insecticidas botânicos no controlo da lagarta do funil do milho  
(*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho**

**Autora:**

Margarida Angélica Cuambe

**Supervisor:**

Prof. Doutor Domingos Cugala

Projecto Final submetido à Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Produção Vegetal), sob orientação do Prof. Doutor Domingos Cugala como um dos requisitos para obtenção do título de licenciada em Engenharia Agrónómica.

Maputo, Fevereiro de 2024

## RESUMO

A lagarta do funil do milho (LFM), é uma praga invasiva e polífaga, originária do continente americano, onde possui mais de 350 hospedeiros para além do milho o seu hospedeiro principal. A mesma foi detectada em África em 2016 e em particular em Moçambique em 2017. Os insecticidas químicos têm sido mais usados no controlo desta praga, acarretando sérios problemas ambientais. Muitos métodos alternativos têm sido recomendados e estudados, incluindo pesticidas botânicos. O presente trabalho teve como objectivo, avaliar o efeito dos insecticidas botânicos no controlo da lagarta do funil do milho (*Spodoptera frugiperda*). O experimento foi instalado no campo experimental da FAEF no período de Janeiro à Junho de 2023, usando o delineamento de blocos completos causalizados (DBCC), com 4 tratamentos e 4 repetições; 1 - Controlo, 2 - folhas de *Azadirachta indica*, 3 - Biol (mistura de folhas de *Aloe vera*, *Calatropis procera*, sementes de *Tefrosia purpurea* e *Canavalia ensiformes*, piriipi (*Cyperus giganteus*) e tabaco (*Nicotina tabacum*) e 4 - Folhas de *Calatropis procera*. Quanto ao nível de infestação, o tratamento controlo registou maior nível de infestação (86.7%) comparativamente a outros tratamentos como *Calatropis procera* (77.9%), Biol (72.9 %) e *Azadirachta indica* (71.2%), todavia todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si. Quanto ao nível de danos, o tratamento controlo teve uma escala média de 5 (dano moderado, na escala de danos) significando que as plantas apresentaram furos nas folhas e funil totalmente destruído. Os tratamentos *Azadirachta indica*, Biol e *Calatropis procera* registaram a escala 3 (dano baixo) significando que as plantas apresentaram pequenas lesões circulares e algumas alongadas nas folhas do funil. Todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si em termos de nível de danos. O tratamento controlo obteve, estatisticamente, menor rendimento do grão milho em relação aos tratamentos com pesticidas botânicos. Todavia os tratamentos botânicos não diferiram estatisticamente quanto ao rendimento do grão. Quanto a estimativa de perdas de rendimento caso não tivessem sido aplicados os insecticidas botânicos, o tratamento *Azadirachta indica* teve uma perda de rendimento em torno de (19.4%), Biol (22.32%) e *Calatropis procera* (17%). A aplicação dos tratamentos mostrou-se benéfica no controlo da LFM, visto que a Taxa B/C é maior que 1. Maiores retornos líquidos foram encontrados na utilização do Biol visto que possui maior valor da relação benefício/custo.

**Palavras-chave:** milho, *Spodoptera frugiperda*, insecticidas botânicos.

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu esposo Gércio Machel, meus filhos Zoey e Konell Machel pelo amor, carinho, força e apoio incondicional ao longo deste período.

Ao meu pai Manuel Cuambe e minhas adoradas mães, Angélica Langa e Marta Cuambe pela imensa dedicação, amor e cuidado. Aos meus irmãos: Tchinzia, Nicole e Manuela Cuambe pelo carinho, amizade e mútua.

Aos meus sogros Humberto e Marcela Machel pelo incentivo, apoio e colaboração.

Todos vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Agradeço imensamente e partilho com vocês esta conquista!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por todas as bênçãos que me têm concedido.

Aos meus supervisores, Prof. Doutor Domingos Cugala pelas orientações, dedicação, paciência, disponibilidade, conselhos e ideias.

A turma de 2010 pelo brilhante papel que sempre tiveram como colegas e amigos, em especial a Rosita Chilengue, Carlota Fumo, Nuno Munkuka, Sr. Gildo Tinga, Ofélia Mutuque, Dilza Utela, Alexandrina Muchanga, Amisse Saria pelo apoio incondicional, companhanherismo, a vocês sou e serei eternamente grata.

Todos Docentes do curso de Licenciatura em Engenharia Agronómica, aos Engenheiros pela minha formação.

Aos funcionários da faculdade: Sra. Adelia pelo apoio no laboratório, Sr. Nhamuchua e Sra. Graça pelo apoio na debulha e secagem do grão do milho.

E a todos amigos e familiares que directa ou indirectamente contribuíram para minha formação.

A todos os meus amigos muito obrigada!

## ÍNDICE

RESUMO .....	ii
DEDICATÓRIA .....	iii
AGRADECIMENTOS .....	iv
LISTA DE TABELAS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE ANEXOS .....	x
LISTA DE ABRIVIATURAS .....	xi
I. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Problema de estudo e justificação .....	2
1.3. OBJECTIVOS .....	3
1.3.1. Geral .....	3
1.3.2. Especificos .....	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Características gerais da cultura do milho .....	4
2.2. Aspectos fitossanitários da cultura do milho .....	5
2.3. Lagarta do funil do milho ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....	5
2.4. Insecticidas botânicos .....	7
2.4.1. <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	8
2.4.2. <i>Canavalia ensiformis</i> .....	10
2.4.3. <i>Aloe vera</i> .....	11
2.4.4. <i>Calotropis procera</i> .....	11
2.4.5. <i>Tephrosia purpureae</i> .....	12
III. MATERIAS E MÉTODOS .....	14
3.1. Descrição da área de estudo .....	14

3.2. Delineamento experimental.....	14
3.4. Variedade usada.....	15
3.5. Condução do ensaio.....	15
3.6. Preparação e aplicação de insecticidas .....	16
□ Biol.....	16
□ <i>Azadirachta indica</i> e <i>Calatropis procera</i> .....	17
3.7. Procedimento de amostragem.....	17
3.8. Variáveis medidas .....	18
3.8.1. Nível de infestação pela LFM (NI).....	18
3.8.2. Nível médio de danos (NMD) .....	18
3.8.3. Rendimento total (ton * ha <sup>-1</sup> ).....	19
3.8.4. Perdas de rendimento.....	20
3.8.5. Avaliação da taxa benefício/custo .....	20
a) Custo de produção (CT).....	20
c) Cálculo do valor de produção (Vp).....	21
d) Determinação da margem bruta (Mb).....	21
e) Rácio benefício/ custo.....	22
3.9. Análise estatística.....	22
Modelo estatístico.....	23
IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1. Nível de infestação e nível de danos .....	24
4.2. Peso de espigas e rendimento do grão do milho .....	25
4.3. Perdas de rendimento ocasionadas pela LFM.....	26
4.4. Análise benefício/custo .....	27
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	29
5.1. Conclusões .....	29

5.2. Recomendações .....	29
<input type="checkbox"/> Aos investigadores: .....	29
<input type="checkbox"/> Aos técnicos: .....	30
<input type="checkbox"/> Aos agricultores: .....	30
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
VII. ANEXOS.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição dos tratamentos. ....	15
Tabela 2: Classificação de danos. ....	19
Tabela 3: Nível de infestação e nível de danos. ....	24
Tabela 4: Peso das espigas do milho e rendimento do grão do milho. ....	25
Tabela 5: Avaliação do benefício no uso dos tratamentos (Controlo, <i>Azadirachta indica</i> , Biol e <i>Calatropis procera</i> ) para o controlo da LFM. ....	27

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação de todo o ciclo biológico da lagarta do funil ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ): A = Ovo; B = Lagarta; C = Pupa e D = Adulto. Fonte: Silva (2010).....	6
Figura 2: Planta da <i>Azadirachta indica</i> .....	10
Figura 3: planta de <i>Canavalia ensiformes</i> . Fonte: <a href="https://www.rarepalmseeds.com/Canavalia-ensiformis">https://www.rarepalmseeds.com/Canavalia-ensiformis</a> . .....	10
Figura 4: <i>Aloe vera</i> . Fonte: <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Aloe_vera">https://pt.wikipedia.org/wiki/Aloe_vera</a> . .....	11
Figura 5: <i>Calotropis procera</i> . Fonte: <a href="https://www.feedipedia.org/node/588">https://www.feedipedia.org/node/588</a> . .....	12
Figura 6: Planta de <i>Tephrosia purpúrea</i> . Fonte: <a href="https://commons.m.wikimedia.org/wiki/Tephrosia_purpurea">https://commons.m.wikimedia.org/wiki/Tephrosia_purpurea</a> . .....	13
Figura 7: Preparação dos pesticidas botânicos no laboratório. Fonte: Margarida Angélica Cuambe. ....	16
Figura 8: Estimativa de perda de rendimento do grão do milho.....	26

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Anova das variáveis em estudo usando The SAS System .....	40
Anexo 2. Anova da variável peso do grão do milho.....	40
Anexo 3. Anova da variável peso de espiga do milho.....	40
Anexo 4. Anova do nível de infestação .....	41
Anexo 5. Resumo de teste e comparação de média das variáveis e peso de espiga e nível de infestação .....	43
Anexo 6. teste e comparação de média das variáveis e peso de grão do milho.....	43
Anexo 7. teste e comparação de média das variáveis e peso de espiga do milho.....	44
Anexo 8. teste e comparação de média das variáveis nível de infestação .....	45
Anexo 9. teste e comparação de média das variáveis nível de danos .....	46
Anexo 10. Peso das espigas por parcelas.....	47
Anexo 11. Peso do grão por parcelas.....	47
Anexo 12. Nível de infestação por parcelas.....	48
Anexo 13. Nível de danos por parcelas .....	48
Anexo 14. Layout do ensaio .....	49
Anexo 15. Cronograma de preparação e aplicação dos pesticidas .....	49
Anexo 16. Folha do milho danificada pela lagarta do funil no campo experimental.....	50

## **LISTA DE ABRIVIATURAS**

ANOVA	Análise de variância
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação
LFM	Lagarta do Funil do Milho
MIP	Manejo Integrado de Pragas
NMD	Nível médio de danos
NI	Nível de infestação
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
USAD	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

# I. INTRODUÇÃO

## 1.1. Antecedentes

O milho (*Zea mays L.*) é uma das culturas alimentares mais produzida no mundo, a sua produção anual ultrapassa 1 bilião de toneladas. Representa 41% da produção mundial total de grãos, significando que, esta cultura desempenha um papel significativo na segurança alimentar global (Wu Wh *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2016; Befort Bl *et al.*, 2011).

Em Moçambique o milho é uma cultura estratégica, devido ao seu alto grau de relevância, apresentando maiores níveis de produção nas províncias de Manica e Tete, sendo produzido em média escala na zona sul do país, tanto na produção de subsistência assim como para o comércio (Jasse, 2013).

Á semelhança de outras culturas de grão como a mapira e o arroz, a cultura de milho está sujeita aos efeitos dos factores abióticos e bióticos que influênciam a sua produtividade. Dentre os factores bióticos, as pragas constituem elementos relevantes nesta cultura, sendo a lagarta do funil de milho (*Spodoptera frugiperda*) considerada praga-chave da cultura em condições de campo, causando danos em praticamente toda a fase vegetativa do milho comprometendo a produção (Siloto, 2002). Em condições favoráveis, esta espécie pode aumentar a sua população, destruir as folhas, funil do milho e invibializar a produção de espigas comerciais (Fernandes *et al.*, 2003; Grutzmacher, Martins e Cunha, 2000).

No entanto, tem-se recorrido aos insecticidas sintéticos no controlo da lagarta do funil de milho, facto que além de causar problemas como aumento significativo no custo de produção, desequilíbrio ecológico, permanência de resíduos dos pesticidas no alimento e aparecimento de pragas secundárias, poucos insecticidas oferecem controlo satisfatório, uma vez que seu uso indiscriminado favorece o aparecimento de biótipos resistentes (Uchôa *et al.*, 2018; Castelo Branco, 1990; França *et al.*, 1985).

No entanto, esses problemas podem ser minimizados com o uso de métodos alternativos de controlo, dentre os quais o uso de plantas com propriedades insecticidas, podendo ser preparados e aplicados na forma de pós, extratos e óleos. Esses produtos são vantajosos, pois, apresentam um custo reduzido, facilidade de obtenção e utilização, não exigem pessoal qualificado para a sua aplicação e ainda não apresentam impactos ao ser humano e ao meio ambiente (Mazzonetto e Vendramim, 2003; Hernández e Vendramim, 1997).

## 1.2. Problema de estudo e justificação

O milho é um alimento básico para mais de 300 milhões de africanos. Apesar da sua importância, a sua produção é limitada por vários factores bióticos e abióticos que contribuem para a insegurança alimentar na África Subsaariana (Prasanna *et al.*, 2018; FAO, 2017; Pavela, 2016).

Dentre os factores abióticos que limitam a produtividade desta cultura, destacam-se as pragas, especialmente a lagarta do funil de milho (*Spodoptera frugiperda*). Esta praga, ataca a cultura de milho desde a sementeira até a colheita, causando danos nas raízes, colmos, folhas e espigas prejudicando deste modo o desenvolvimento da cultura (Hellwing, 2015).

Por consequência da incidência dessa praga, o rendimento do milho decresce, podendo atingir perdas de rendimento que variam de 11 à 67% (no continente Africano) e em casos de infestação severa, as perdas de rendimento podem atingir 100% dependendo da densidade e do estágio de desenvolvimento da lagarta, fase fenológica e genótipo da cultura de milho, comprometendo a segurança alimentar em muitos países (Kareru *et al.*, 2014; Tavares *et al.*, 2010; Wiseman, 1984).

Em Moçambique, em condições convencionais o controlo desta praga tem sido comumente realizado exclusivamente com pesticidas químicos, que são aplicados logo que sua ocorrência é detectada na cultura (Cugala *et al.*, 2017; Figueiredo *et al.*, 2006). Estes produtos além de agressivos ao ambiente, podem não apresentar eficácia quando não aplicados correctamente embora que o uso indiscriminado e incorrecto desses produtos têm aumentado o número de aplicações e diminuído sua eficiência, principalmente devido ao surgimento de populações de insectos resistentes a esses insecticidas, tornando o seu maneio cada vez mais desafiador para o agricultor (Roel *et al.*, 2000; Vendramim, 1997).

Tendo em conta os problemas associados ao uso excessivo de pesticidas químicos (resistência das pragas, aumento no custo de produção, desequilíbrio ecológico, permanência de resíduos dos pesticidas no alimento), torna-se imprescindível à busca de alternativas de controlo que minimizem os efeitos negativos provenientes do uso desses produtos como o uso de plantas com propriedades insecticidas (Mazzonetto e Vendramim, 2003).

O controlo de pragas usando plantas com essas propriedades, podem favorecer o agricultor familiar, pois esses produtos são de fácil acesso, mais baratos, não afectam o meio ambiente e o equilíbrio ecológico, além de poderem ser produzidos na própria propriedade agrícola (Mazzonetto *et al.*, 2013).

### **1.3. OBJECTIVOS**

#### **1.3.1. Geral**

- Avaliar o efeito dos insecticidas botânicos no controlo da lagarta do funil (*Spodoptera frugiperda*) do milho na cultura do milho (*Zea mays*).

#### **1.3.2. Específicos**

- Avaliar nível de infestação e dano de LFM na cultura do milho;
- Determinar o rendimento e as perdas de rendimento da cultura do milho que advém do uso dos insecticidas botânicos;
- Estimar a taxa benefício/custo dos insecticidas botânicos no controlo da LFM (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho;

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Características gerais da cultura do milho

O milho é uma cultura cultivada desde os 5000 anos atrás e é originário da América do norte, América Central e Sudoeste dos Estados Unidos e levado para a Europa por apresentar importância na alimentação da humanidade foi expandido para todo mundo (Silva e Silva, 2017). Classificada como o cereal mais no mundo apresenta muita importância desde alimentação humana, animal e o fornecimento da matéria-prima para a indústria no fabrico de biodiesel e outros derivados (Couto *et al.*, 2017).

É uma gramínea anual de altura média entre 1.70 e 2.50 m, podendo ser cultivada desde o nível do mar até 3.600 m de altitude e temperatura média nocturna acima de 12,8° C e média diurna varia de 24° C à 30° C, dependendo da variedade do milho utilizada (Lorençone *et al.*, 2018).

Essa cultura apresenta características peculiares sendo capazes de se desenvolver em diferentes regiões em que a pluviosidade variam de 250 mm a 5000 mm por ano, classificado como clima quente e seco, a maioria parte da matéria seca do milho pode alcançar cerca de 90%, proveniente da fixação do dióxido de carbono pelo processo fotossíntese, sendo classificado no grupo C<sub>4</sub>, por ser uma planta altamente eficiente na presença da luz e apresentar uma redução da intensidade luminosa, principalmente nos períodos longos, variando em torno de 30% à 40% da redução de luz, assim atrasando a maturação dos grãos ou podendo ocasionar a queda na produção (Landau *et al.*, 2019).

A cultura de milho tem muita exigência nutricional sendo que o nitrogénio (N) o elemento mineral assimilado e exportado em maior quantidade e se destaca pelo fato dos grãos apresentarem 83% em peso de endosperma (rico em amido), 11% de germe (rico em gordura) e 6% de pericarpo (rico em fibras) sendo a cultura muito importante no mercado mundial Assim destacando-se no mercado mundial (Pineda *et al.*, 2020; Mota *et al.*, 2019).

Depois do nitrogénio e a água, o fósforo é o segundo composto orgânico que contribui significativamente nos processos fisiológicos da planta tais como fotossíntese, respiração, sinalização celular e síntese de ácidos bucólicos (Silva, 2016). Trabalhos feitos por Carmo e Silva (2012) demonstraram que a cultura do milho responde muito bem a adubação orgânica tendo elevada produtividade.

As fases de emergência, floração e o enchimento são muito críticas no que concerne a exigência de água, pois a falta desta pode comprometer significativamente a produção e as épocas da sementeira são um factor muito importante na escolha da variedade híbrida numa dada região, pois podem propiciar ao surgimento de praga no período de colheita ou de pós-colheita visto que, as doenças e pragas na cultura do milho ocorrem de forma mais severa a partir da fase reprodutiva das plantas (Galvão *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2010; Costa e Cota, 2009).

## **2.2. Aspectos fitossanitários da cultura do milho**

O milho destaca-se muito por ser uma cultura que sofre impactos desastrosos causados principalmente por pragas desde a fase vegetativa até a fase reprodutiva da planta e estão directamente ligadas as perdas drásticas de rendimento da cultura e redução económica nos períodos de colheita. Diante disso, deve-se controlar todos os aspectos fitossanitários na cultura em relação as pragas e doenças, abrangendo diversos géneros, apresentando diversos métodos de controlo sendo assim, as espécies podendo ser classificadas em pragas subterrâneas e pragas de superfície (Embrapa, 2015; Galvão *et al.*, 2014).

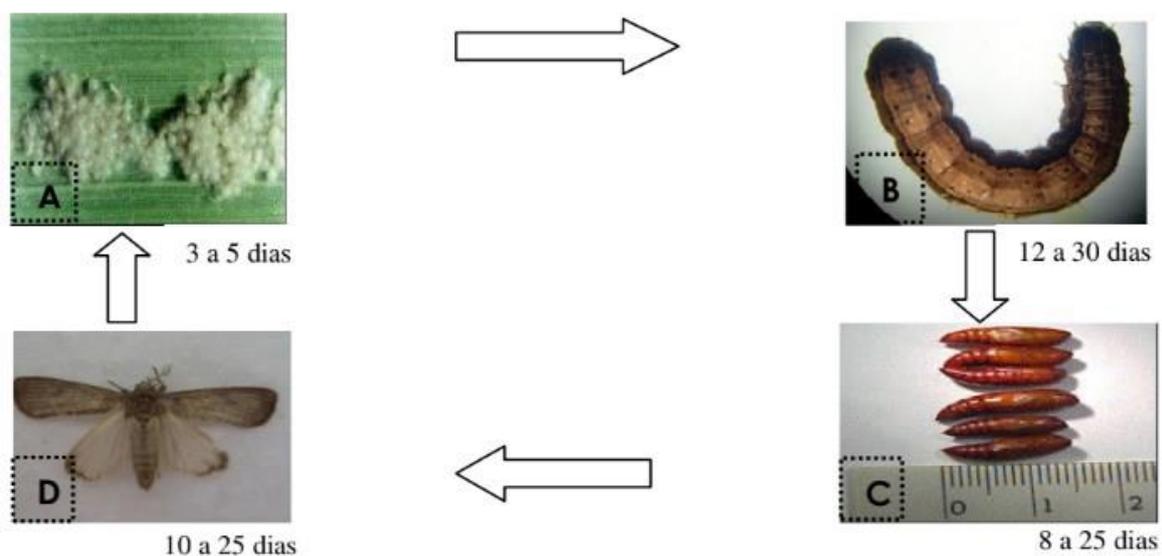
Em várias partes do mundo principalmente em Moçambique o controlo dessa praga em muitos casos são por meio de insecticidas químicas, levando o aparecimento de outras pragas e aumentando a possibilidade de resistência aos diferentes produtos químicos aplicados nas culturas, além de ocasionar impactos sociais, ambientais e principalmente o económico (Moreira, 2018). A área de pesquisa agrícola debate-se com um grande desafio na utilização do Maneio Integrado de Pragas (MIP) e controlar a lagarta do funil (*Spodoptera frugiperda*), através do Maneio Integrado de Pragas (MIP), aliando-se aos métodos alternativos que visam aumentar o grau de resistência das plantas ao ataque de insectos-praga e, assim, reduzir o uso de produtos químicos, obedecendo as ferramentas mais sustentáveis (Barcelos, 2018; Malveira *et al.*, 2018).

## **2.3. Lagarta do funil do milho (*Spodoptera frugiperda*)**

A lagarta do funil do milho (*Spodoptera frugiperda*) é uma praga que se encontra principalmente em zonas tropicais e subtropicais, pertencente ao reino: Animal; filo: Arthropoda; classe: Insecta; ordem: Lepidoptera; família: Noctuidae; género: *Spodoptera*

(Laphygma) e espécie: *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). É uma praga polífaga, e biologicamente apresenta uma cor que varia de cinza escura à cor de rosa, os ovos são normalmente de cor verde clara, a larva tem um ciclo de vida de 14 à 22 dias, colocando seus ovos sobre as folhas e também fazendo postura durante a noite (Ribeiro, 2019; Montezano *et al.*, 2018).

Após ao acasalamento LFM os ovos são colocados na parte inferior das plantas, três a cinco dias emergem as larvas após a oviposição e migram para o verticilo. As pupas na maioria das vezes são encontrados no solo, sendo que as mariposas adultas têm um ciclo de vida de duas a três semana sendo que a temperatura e a precipitação sejam os principais factores climáticos que afectam significativamente a densidade e a distribuição dessa praga (FAO e CABI, 2019; Abrahams *et al.*, 2017; Murua *et al.*, 2006 ).



**Figura 1:** Representação de todo o ciclo biológico da lagarta do funil (*Spodoptera frugiperda*): A = Ovo; B = Lagarta; C = Pupa e D = Adulto. **Fonte:** Silva (2010).

Esta praga encontra-se entre as maiores pragas da cultura do milho no mundo, pois atinge o nível de dano económico com frequência, afectando a taxa fotossintética, transpiração, condutância, área foliar da cultura, causando perdas de produção que podem atingir 60% devido a redução das componentes de produção e provocam destruição de outras culturas como o sorgo, o amendoim, o algodão, a cana-de-açúcar e outras pastagens, podendo causar

prejuízos de 17 a 38.7% na produção das mesmas (Alves *et al.*, 2020; Cui *et al.*, 2020; Campo, 2019; Silva *et al.*, 2018, Toscano *et al.*, 2016).

Quando a praga infesta o milho, alimenta-se em todas as fases de crescimento da planta mas tem preferência pelo funil de milho. A lagarta pode também se alimentar na base do colmo, causando o sintoma conhecido como “coração morto”, podendo causar a morte ou o perfilhamento da planta. Muitas vezes, especialmente quando o milho é muito precoce e/ou as infestações ocorrem mais tarde, a lagarta já bem desenvolvida dirige-se para a região da espiga, atacando o pedúnculo e impedindo a formação dos grãos (Cruz, 1995; Cruz *et al.*, 1999).

#### **2.4. Insecticidas botânicos**

Os insecticidas botânicos são usados desde os tempos primórdios, como o caso da Índia que nos anos 2.000 A.C., usavam os insecticidas botânicos (provenientes de plantas) no controlo de pragas, nos anos 1200 A.C no Egipto durante a época dos Faraós e na China, os derivados insecticidas de plantas já eram usados para controlo de pragas de grãos armazenados aplicados directamente nos grãos ou por fumigação e a partir do Século XVI os europeus usavam diversas plantas no controlo de pragas (Thacker, 2002; Casida e Quistad, 1998).

As folhas do tabaco são usadas a vários anos pelos agricultores como insecticidas botânicos no combate de pragas e doenças agrícolas. Esta planta contém os principais compostos de nicotina, é tóxico para os nervos dos insectos provocando uma reacção rápida (Reigart e Roberts, 1999).

Estudos feitos pelo Kyanaywa *et al.* (1999), em 3 distritos de Uganda testando pesticidas botânicos no controlo de *Acanthoscelides obteus* no feijão vulgar tendo notado que o piri e o tabaco foram muito eficazes. Trabalhos realizados pelo Stool (1998) em Beni, verificou que o piri manteve o feijão durante muitos meses sem sofrer grandes danos por ataques de pragas.

Vinayaka *et al.* (2010) no seu trabalho verificaram que a pimenta controlou que frutos de larvas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) tendo Bouchelta *et al.* (2005) demonstrado que os extractos etanólicos (1%) de pimenta malagueta, apresentam em sua constituição química, saponinas, flavonoides e alcaloides, sendo este último o responsável pelo efeito

tóxico sobre ovos e principalmente em adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae).

Com o aumento da população mundial e o aumento pela procura de alimentos os produtores do mundo inteiro aumentaram a produção do milho, por esta ser uma cultura considerado chave na segurança alimentar. Os agricultores familiares usando os conhecimentos, vão aumentando a produção de biopesticidas na base de extractos naturais e os óleos essenciais, para o controlo de várias pragas pois essas técnicas não causam poluição, buscando sempre o reaproveitamento de todos os subprodutos, além da interacção do homem no processo, assim denominando uma agricultura biodinâmica, orgânica, alternativa e natural (Lopes, 2011).

Uma das formas que pode ser viável no combate da lagarta do funil seria o uso de biopesticidas por essas serem de baixa toxicidade consideradas seguras e ecologicamente correctas, compatíveis com outros programas de controlo como o biológico são de natureza volátil e baixa actividade residual, apresentam toxicidade baixa para mamíferos seria aumentar a disponibilidade ao agricultor familiar, diminuindo a fácil aquisição dos pesticidas químicos nos mercados (Bateman *et al.*, 2018). Uma das alternativas devido a problemas de saúde por causa da contaminação e intoxicação dos alimentos é buscar explorar os produtos derivados de plantas e a substituição de produtos derivados sintéticos por naturais (Bhagwat *et al.*, 2020).

#### **2.4.1. *Azadirachta indica***

A *Azadirachta indica* (margosa) é uma planta proveniente da India e pertence à família Meliácea, clima tropical com floescimento entre os meses Fevereiro à Maio com melhor crescimento em climas chuvosos, solos (tipo de solos) com pH próximo de 7 e temperatura a 20°C (Barros Brasil, 2013).

Essa planta reconhecida pela sua capacidade de anti-insecticida em diversos tipos de pragas a mais de 5000 anos e são utilizados em todos continentes como alternativo ao uso de agrotóxicos para controlo de pragas e para além de serem usados na medicina e na indústria de remédios, cosméticos e insecticidas e repelentes (Oliveira, 2015; Barros Brasil, 2013).

As árvores de *Azadirachta indica* possuem uma substância designada terpenóides com propriedades insecticidas são extraído mediante uma simples extracção com água e preparado

do modo tradicional contém a quantidade de compostos bio-ativos adequada para o controle de pragas (Oliveira, 2015).

Dos 40 terpenóides que a planta margosa todas possuem actividades insecticidas contra pragas mas a azadiractina é o composto mais eficiente e é caracterizada como uma partícula muito extensa, não sendo capaz de ser sintetizada e se torna um agente directo no controlo dos patógenos e actua na inibição da nutrição alimentar da praga, além de atrasar o crescimento, exemplo muito comum é a lagarta do funil, o extrato da margosa também consegue reduzir a fecundidade, causando a deformação de pupas e adultos além de levar a morte dos ovos. Essa actividade acontece principalmente nas fases larvais, porém em outras pragas essa acção se desenvolvem na sua fase adulta (Fonseca *et al.*, 2019; Aderdilânia *et al.*, 2010).

Neves *et al* (2003), estudando as relações entre as algumas espécies de pragas e de alguns agentes causais de doenças, de importância agronómica em diferentes plantas, notaram que mostraram e os extractos de *Azadirachra indica*, conseguiram controlar oito coleópteros, quatro dípteros, dois hemípteros, treze homópteros, dezoito lepidópteros, um isóptero, dois ortópteros, doze pragas de grãos armazenados, quatro organismos causadores de doenças, além de três espécies de nematódos.

Resultados similares foram encontrados por Carvalho *et al.* (2008), ao avaliaram a eficiência do óleo de *Azadirachta indica* em diferentes concentrações (0.25; 0.5; 0.75; 1.0 e 2.0%) em pulgões na cultura da Couve-Manteiga *Brassica oleracea* (Linnaeus) Var. Acephala, e colocam que *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) foi controlado de modo eficiente com todas as concentrações enquanto para *Myzus persicae* (Sulzer) esse produto é tóxico apenas nas concentrações a partir 1% e ultrapassa 60% de mortalidade.



**Figura 2:** Planta da *Azadirachta indica*.

#### **2.4.2. *Canavalia ensiformis***

*Canavalia ensiformis* é uma planta tropical, pertencente à família Fabaceae, é muito cultivada em países tropicais como e é usado como mulching em várias culturas preservando a humidade, é uma planta erecta, anual e se desenvolve bem em solos ácidos, como os lateríticos típicos de baixas latitudes e em algumas zonas do mundo, também é usado na alimentação humana apesar de ser uma substância tóxica e ser resistente ao cozimento (Tanisçuaski e Carlini, 2012; Witte, 2011).

As suas sementes possuem características insecticidas e em muita zonas do mundo, os princípios activos são extraídos e usados como inseticida natural, herbicida e fungicida mas permanece inofensiva para vertebrados (Lampard, 1974) .



**Figura 3:** planta de *Canavalia ensiformes*. **Fonte:** <https://www.rarepalmseeds.com/canavalia-ensiformis>.

### 2.4.3. *Aloe vera*

*Aloe vera* é popularmente conhecida por vários nomes como aloé, aloés, babosa, babosa-medicinal, barbosa, caraguatá, caraguatá-de-jardim, ervababosa e erva-de-azebre na natureza encontra-se duas variedades botânicas conhecidas dessa espécie são plantas nativas originárias do norte de África, habitam em desertos e estepes e adoptam a forma de cacto e por serem plantas classificadas no grupo de CAM necessitam de luz solar directa e de um solo bem drenado para a sua sobrevivência (Gardin e Schleier,2009).

Essa planta possui muitas actividades biológicas e são usados conservante de alimentos, clareamento da pele, anti-microbiana, imunomoduladora, antitumoral, hepatoprotetora, nefroprotetora, hipoglicemiante, anti-inflamatória, antioxidante, cicatrizante de feridas e de queimaduras, para além do líquido extraído das folhas ser usado utilizado como laxante, enquanto o suco purificado mais claro, obtido praticamente do gel (sem a casca) com baixa concentração de antraquinonas, actua como calmante do estômago e alivia a indigestão ocasional (Shao, 2013; Puvabanditsin e Vongtongsri, 2005).

A *Aloe Vera* é usada como uma planta ornamental e possui também poder de penetração tecidual, e usado para o combate de em dores articulares como musculares, para além de ser um usado como bactericida, cicatrizante entre outros (Neves e Nunes, 2010).



**Figura 4:** Aloe vera. **Fonte:** [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aloe\\_vera](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aloe_vera).

### 2.4.4. *Calotropis procera*

*Calotropis procera* é conhecida como flor-de-se da (*Calotropis procera*) é uma planta que se encontra em vários do mundo principalmente regiões tropicais e subtropicais, pertencem a família Asclepiadaceae, e tem a sua origem na Índia e África Tropical nas zonas semi-áridas sempre se destacando na paisagem seca dos sertões, por permanecer verde mesmo nos

períodos mais críticos e introduzidos em vários países como planta ornamental e é considerada uma planta exótica (Linhares, 2009).

Essa parte apresenta muitas características positivas desejáveis, pois as folhas permanecem vigorosas durante os períodos mais críticos de estresse hídrico, tem maior índice de afilhamento, possui grande disponibilidade de sementes, não apresentam qualquer dormência e possuem alta percentagem de germinação facilitando a produção de mudas ou o plantio directo e são tolerantes aos solos salinos (Lima e Maciel, 2006).

Diversos estudos fitoquímicos no mundo foram feito em todo mundo e notou-se que a folhas de *Calotropis procera* apresentaram ocorrência de glicosídeos flavônicos, glicosídeos cardiotônicos, esteróides, triterpenos e polifenóis e possuem grandes propriedades insecticidas (Hussein *et al.*, 1994; Tanira *et al.*, 1994; Basu *et al.*, 1992; Khan e Alik, 1989).



**Figura 5:** *Calotropis procera*. Fonte: <https://www.feedipedia.org/node/588>.

#### **2.4.5. *Tephrosia purpureae***

*Tephrosia purpureae* é classificado como sendo um arbusto erecto com cerca de 1.2 à 2.5 m de altura, muito adaptáveis nas zonas com solos ácidos e de baixa fertilidade, podendo ser propagadas via sementes, usados como pastagem e adubo verde, para além de ser uma espécie que apresenta a vantagem por fixar nitrogénio atmosférico por meio da associação com bactérias do género *Rhizobium* (Gomes e Moraes, 1997; Perin *et al.*, 1996; Whyte *et al.*, 1968).

Oliveiras *et al.* (2000), classificam o seu fruto como sendo um legume de pericarpo pouco espesso e seco, com coloração variando de marrom-claro à marrom-escuro e apresenta em média nove sementes por fruto com cotilédones elipsoidais de consistência carnosa e

fendidos no ápice, com a radícula exposta, e contém proteína, amido e tanino, sendo os dois primeiros os principais tipos de reservas da semente.

Segundo Jacobson e Crosby (1971), essa planta apresenta conteúdo de rotenóides em suas raízes actividade insecticida e foram usados no controlo de pragas antes do advento dos insecticidas organossintéticos apresentam actividade ictiotóxica poderosa, ou seja, são venenosos para peixes.



**Figura 6:** Planta de *Tephrosia purpúrea*. **Fonte:** [https://commons.m.wikimedia.org/wiki/Tephrosia\\_purpurea](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/Tephrosia_purpurea).

### III. MATERIAS E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no período de Janeiro à Junho de 2023 na cidade de Maputo, no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane (FAEF - UEM), situado na cidade de Maputo, com as coordenadas geográficas 25° 57' 07" de Latitude Sul e 32° 36' 05" Longitude Este, e a altitude de 60 m (Ferreira, 2004).

O clima da região é do tipo Aw (clima tropical de savana), segundo a classificação de Koppen, onde a precipitação média anual é de 767 mm, sendo Fevereiro o mês mais chuvoso com cerca de 137 mm e Agosto o mês mais seco com cerca 12 mm, a temperatura média anual de 22.8° C e a evapotranspiração média anual é de 1900 mm (Ferreira, 2004).

O solo é de textura arenosa, com teor de matéria orgânica igual a 0.26 % nos primeiros 20 cm de profundidade. Nas camadas abaixo de 75 cm a água média disponível é de 16.7 mm/m. O pH do solo é de 5.81 e a condutividade eléctrica (CE1:2,5) é de 0.06 dS\*m<sup>-1</sup> e a infiltração básica do solo é de 379 mm/h (Ferreira, 2004).

#### 3.2. Delineamento experimental

O Experimento foi conduzido seguindo o delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), com 4 tratamentos e 4 repetições (Blocos). A separação entre as parcelas foi de 1 m e entre os blocos foi de 2 m. A área de cada parcela foi de 30 m<sup>2</sup> (5 m \* 6 m) perfazendo uma área total de 690 m<sup>2</sup>. A sementeira foi feita de forma directa seguindo um compasso de 80 cm \* 30 cm, 120 plantas/parcela, totalizando 1920 plantas em todo o ensaio.

#### 3.3. Descrição dos tratamentos

Para a realização deste estudo foram usados os insecticidas botânicos preparados manualmente no laboratório de Entomologia da FAEF – UEM Maputo. Estes insecticidas foram dispostos de forma aleatória em cada parcela experimental e os tratamentos tinham as seguintes designações: A - Controlo, B - *Azadirachta indica* (folhas), C - Biol (*Aloe vera*, *Calatropis procera*), sementes de *Tefrosia purpurea* e *Canavalia ensiformese*, piripi e tabaco e D - *Calatropis ensiformes* (folhas) como descrito na Tabela 1.

**Tabela 1:** Descrição dos tratamentos.

Tratamento	Código	Descrição do tratamento	Concentração (g /l e ml/ml)
Controle negativo	A	Plantas não tratadas	100
<i>Azadirachta indica</i>	B	Plantas tratada com folhas de <i>Azadirachta indica</i>	100
Biol	C	Plantas tratadas com mistura de folhas de ( <i>Aloe vera</i> , <i>Calatropis procera</i> ), sementes de ( <i>Tefrosia purpura</i> , <i>Canavalia ensiformes</i> ) e piri e tabaco.	100
<i>Calatropis procera</i>	D	Plantas tratadas com sementes de <i>Calatropis procera</i> .	100

No ensaio, foram feitas um total de 15 aplicações dos insecticidas botânicos. A primeira aplicação foi realizada após a sementeira, especificamente na fase de emergência usando 2l do insecticida botânico para cada 10l de água em cada parcela experimental e as restantes aplicações foram feitas a cada duas semanas.

### 3.4. Variedade usada

Para a condução deste estudo, foi usada a variedade de milho PAN 53. Esta caracteriza-se por ser um híbrido branco com maturação média, grãos duros com boa qualidade, boa cobertura de casca, espiga grande por planta, boa eficiência no uso de nitrogénio, rendimento potencial de 7-10 ton \* ha<sup>-1</sup>.

### 3.5. Condução do ensaio

O preparo do solo (uma lavoura e uma gradagem ) foi realizada 2 dias antes da sementeira e sulcagem feita no mesmo dia da sementeira. A sementeira foi feita no dia 2 de Fevereiro de 2023 usando a variedade PAN 53, a uma taxa de sementeira de duas (2) sementes por covacho e uma profundidade de mais ou menos 5 cm. Foi feita a retacha aos 7 dias após a emergência da cultura.

Para garantir um bom desenvolvimento da cultura, fez-se a adubação do fundo e de cobertura, tendo-se aplicado 0.5 Kg de NPK (12:24:12) por parcela, somando 10 Kg de NPK em todo ensaio numa dose de 75 50 25 Kg \* ha<sup>-1</sup>.

A rega foi feita por aspersão, em um intervalo de rega de 1 dia, neste caso, 3 vezes por semana. A colheita foi realizada manualmente, no dia 20 de Junho de 2023, onde procedeu-se com a colheita das espigas da área útil de cada parcela de forma manual, no estágio fenológico R6. As espigas colhidas foram devidamente identificadas e acondicionadas em sacos de rafia e deixadas a secar. Após a secagem foi realizada a debulha manual e em seguida fez-se pesagem das mesmas.

### 3.6. Preparação e aplicação de insecticidas

Os insecticidas botânicos foram preparados no laboratório de Entomologia da FAEF – UEM Maputo, usando folhas de *Azadirachta indica*, *Aloe vera*, *Calatropis procera* e sementes de *Canavalia ensiforme* e *Tefrosia purpura*, Priripiri (*Cyperus giganteus*) e Tabaco (*Nicotina tabacum*).



**Figura 7:** Preparação dos pesticidas botânicos no laboratório. **Fonte:** Margarida Angelica Cuambe.

- **Biol**

Para a preparação do Biol usou-se folhas de *Calatropis procera*, *Aloe vera*, sementes de *Canavalia ensiformes* e *Trefosia purpúrea*, segundo o princípio de que 100g de folhas são

preparadas com 1l de água (Nascimento *et al*, 2016). O processo de preparação consistiu colecta das folhas, secagem, pesagem, trituração, decantação e filtração.

As amostras das folhas e sementes, foram trituradas de forma separada e após essa etapa, para cada pasta triturada adicionou-se um 1l de água, perfazendo assim 4l dessa solução (Biol), posteriormente colocou-se essa solução em uma panela para ferver por 45 minutos, depois colocou-se o Piripiri (*Cyperus giganteus*) já triturado e o tabaco na solução fervida ainda quente, filtrou-se a mistura com um crivo (0, 211 mm) com vista a eliminar o material sólido, e deixou-se a solução em repouso na sombra, numa garrafa de 5l tapado por um plástico com perfuração para evitar o acúmulo de gases por um período de 24h. De seguida agitou-se a solução durante 10 minutos e esta solução ficou guardada na sombra por 7 dias antes da sua aplicação.

- ***Azadirachta indica* e *Calatropis procera***

Para preparação destes insecticidas foi usado o princípio de 100g de folhas são preparadas com 1 litro de água (Nascimento *et al*, 2016). Triturou-se as amostras de *Azadirachta indica* (frescas) e *Calatropis procera* (seca) de forma separada e adicionou-se 1l de água para cada amostra, de seguida filtrou-se a mistura com um crivo (0, 211 mm) com vista a eliminar o material sólido, e deixou-se a solução em repouso na sombra por 24h. A preparação destes iniciou-se 24 horas antes do dia de sua aplicação.

### **3.7. Procedimento de amostragem**

Para recolha de dados das variáveis nível de infestação, nível médio de danos e rendimento, usou-se plantas da área útil de cada parcela experimental. Foi considerada como área útil, a área compreendida por quatro (4) linhas centrais, desprezando-se a título de bordadura, uma linha em cada extremidade vertical e horizontal.

Para a variável nível de infestação e nível de danos, no início, a cada passo e no final, foram inspeccionadas 10 plantas seguidas em cada linha, perfazendo um total de 40 plantas em cada área útil das parcelas experimentais, seguindo o método de amostragem probabilístico sistemático, usando um padrão em W, onde observou - se os sinais como presença de ovos, larvas, alimentação e observou-se cuidadosamente o verticilo de cada planta em busca de sinais de danos recentes nas folhas ou excrementos frescos no verticilo. De seguida contou-se as plantas infestadas, fez-se o registro das plantas com danos.

Para determinação do rendimento, foram usadas todas plantas (72) presentes na área útil de cada parcela experimental, na qual determinou-se o peso das espigas do milho e do rendimento do grão.

### 3.8. Variáveis medidas

#### 3.8.1. Nível de infestação pela LFM (NI)

A percentagem de infestação foram determinada pela razão percentual entre o número de plantas infestadas e o total de plantas observadas (Romão, 2019), conforme a fórmula apresentada na equação 1:

$$NI = \frac{\text{Número de plantas infestadas}}{\text{Número de plantas observadas}} \times 100 \% \quad (1)$$

**Onde:**

**NI** – nível de infestação.

Considerou-se planta infestada toda aquela que apresentou sinais como a presença de massa de ovos da espécie, larvas recém eclodidas, sinais de alimentação das larvas recém-eclodidas, furos nas folhas, no funil e/ou excrementos (MASA, 2017) e planta não infestada toda aquela livre de lagartas e dos seus sintomas (Romão, 2019). Para plantas não infestadas atribuiu-se o nível zero (0) e para as infestadas, o nível um (1).

#### 3.8.2. Nível médio de danos (NMD)

O nível médio de danos foi determinado com base na equação 2 (Romão, 2019):

$$NMD = \frac{\sum \text{Valor da escala} \times \text{Número de plantas nessa escala}}{\text{Número total de plantas observadas}} \quad (2)$$

**Onde:**

**NMD** - nível médio de danos

Finda a recolha de dados do nível de infestação, foi realizada uma avaliação visual de danos nas plantas de milho atribuindo notas de acordo com o nível de danos: 1, 2 e 3 – para danos baixo; 4, 5 e 6 - para danos médios e 7, 8 e 9 - para danos altos, seguindo as especificações de cada nível de acordo com Schanider e Baumgratz (2015), conforme a classificação descrita na Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2:** Classificação de danos.

<b>Notas</b>	<b>Descrição dos danos</b>	<b>Classificação</b>
1	Plantas sem nenhum dano	Baixo
2	Lesões muito pequenas e algumas alongadas nas folhas do funil	
3	Lesões pequenas, circulares e algumas alongadas nas folhas do funil	
4	De quatro a sete (4 a 7) lesões alongadas pequenas ou média (1.3 à 2.5 cm) em algumas folhas	Médio
5	De quatro a sete (4 a 7) lesões alongadas grandes ou maiores 2.5 cm de comprimento e/ou furos nas folhas do funil e folhas expandidas	
6	De quatro a sete (4 à 7) lesões alongadas e/ou vários furos em varias folhas do funil	
7	Oito ou mais ( $\leq 8$ ) lesões alongadas e furos de vários tamanhos em varias folhas do funil	Alto
8	Oito ou mais ( $\leq 8$ ) lesões alongadas e furos médios e grandes na maioria das folhas do funil e expandidas	
9	Funil e folhas expandidas quase ou totalmente destruídos	

### 3.8.3. Rendimento total (ton \* ha<sup>-1</sup>)

O rendimento total (ton \* ha<sup>-1</sup>) foi calculado através do somatório dos pesos de grãos de milho colhido na área útil de cada parcela e os valores obtidos foram corrigidos a humidade de 13% e expressos em ton \* ha<sup>-1</sup>.

$$RT = \frac{\text{Peso total de grãos na área útil}}{\text{Area útil}} \times 10000 \text{ m}^2 \quad (3)$$

**Onde:**

RT - rendimento total (Kg \* ha<sup>-1</sup>);

#### **3.8.4. Perdas de rendimento**

As perdas de rendimento foram calculadas de acordo com a metodologia proposta pela FAO (2017), comparando o rendimento dos diferentes tratamentos com o tratamento controlo.

$$\mathbf{PR} = \frac{RmPt - RmPn}{RmPn} \times 100\% \quad (4)$$

**Onde:**

**Pr** - Perda de rendimento em percentagem.

**Rmpt**- Rendimento médio das parcelas tratadas com o rendimento mais alto.

**Rmpn** - Rendimento médio das parcelas não tratadas com o rendimento baixo.

#### **3.8.5. Avaliação da taxa benefício/Custo**

Para o cálculo de análise Benefício/Custo de cada tratamento botânico foi feita usando a margem bruta de cada tratamento onde inicialmente calculou-se benefícios resultantes da venda do milho subtraindo com o custo da produção dos mesmos.

##### **a) Custo de produção (CT)**

O Custo total de produção (CT) – corresponde à soma dos custos que decorrem da aplicação de factores de produção nomeadamente: O Custo variável total (CVT) e o Custo fixo total (CFT).

##### **b) Cálculo dos custos variáveis (CV)**

Custo variável total (CVT) – correspondeu o custo que decorre da aplicação de factores de produção variáveis. No caso presente, o Custo variável total dependerá apenas do preço do factor ( $P_x$ ) e da quantidade aplicada de factor ( $X_i$ ):

O Custo Variável Total (CVT) corresponde ao somatório dos custos referentes a todos os insumos produtivos aplicados.

$$\text{CVT} = \sum \text{Pxi} * \text{Xi} \quad (5)$$

**Onde:**

**CVT** - é o custo variável total (MT/ha);

**PXi** - é o preço dos insumos i (MT/ha);

**Xi** - Quantidade do insumo i por unidade de área (Kg/ha ou Litros/ha).

#### **c) Cálculo do valor de produção (Vp)**

Para estimar o valor de produção, multiplicou-se a quantidade produzida em kg pelo respectivo preço de venda, e a quantidade produzida foi obtida através da contagem da quantidade final de maçarocas durante a colheita, multiplicado pelo peso médio em kg do milho. O valor de produção depende do preço de mercado do produto ( $P_y$ ) e da quantidade produzida do mesmo (Y) (Santos, 2006):

$$\text{RT} = Y * P_y \quad (6)$$

**Onde:**

**RT** - Valor de produção (MT/ha);

**Py** - Preço do produto (MT/Kg);

**Y** - Quantidade do produto (Kg/ha).

#### **d) Determinação da margem bruta (Mb)**

A margem bruta foi determinada para verificar se sobrava algum valor monetário para cobrir os custos fixos num curto prazo e a margem bruta foi definida como sendo a diferença entre os valores de produção provenientes da venda dos produtos e os custos de produção (German, 1998).

$$\text{Mb} = \text{Vp} - \text{Cp} \quad (7)$$

**Onde:**

**Mb** - Margem bruta (MT/ha);

**Vp** - Valor da produção (MT/ha);

**Cp** - Custos de produção (MT/ha).

**e) Rácio benefício/ custo**

Express o quociente entre os seus benefícios e custos totais de produção, este indicador serve para medir qual foi o benefício ou ganho obtido pela empresa para cada unidade de custos totais utilizados, representando o equivalente de proveito em unidades monetárias (Bernardo, 2001).

**Fórmula:**

$$BC = \frac{B}{C} \quad (8)$$

**Onde:**

**B** - significa benefício;

**C** – Custo.

Se o rácio benefício/custo for menor que 1, então os custos são maiores que os benefícios, logo o projecto pode não-ser aprovado;

Se o rácio benefício /custo for igual a 1, então será indiferente a realização ou não do projecto;

Será o benefício/custo for maior que 1, então os benefícios são maiores que os custos logo o projecto pode ser aprovado.

### **3.9. Análise estatística**

Para a análise de dados, foi utilizado o Microsoft Excel 2007 para a organização dos dados brutos, cálculo dos valores médios, construção dos gráficos e tabelas.

Após a compilação, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis em estudo utilizando o pacote estatístico The SAS System.

Para a validação da ANOVA, foram realizados os testes de normalidade (teste de Shapiro-Wilks) e homogeneidade de variâncias (Breusch-Pagan) dos resíduos á 5% de significância.

Nos casos em que a análise de variância (ANOVA) ( $p < 0,05$ ) foi significativa, procedeu-se com o teste de Student-Newman-Keuls á 5% a de significância para a comparação de médias dos tratamentos. As percentagens de eficiência dos tratamentos foram calculadas por variável e analisados pela comparação dos valores absolutos.

### Modelo estatístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; \varepsilon_{ij} \sim \text{iidN}(0, \sigma^2)$$

#### Onde:

$Y_{ij}$  - Actividade dos insecticidas botânicos no controlo da lagarta do funil do milho na cultura do milho observado no bloco  $j$  que recebeu o tratamento  $i$  (A - Controlo, B – *Azadirachta indica*, C - Biol e D – *Calatropis procera*);

$\mu$  - Média geral (actividade dos insecticidas botânicos);

$\tau_i$  - Efeito do tratamento  $i$  (Insecticidas botânicos , onde  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ );

$\beta_j$  - Efeito do bloco  $j$  (onde  $j = 1, 2$  e  $3$ );

$\varepsilon_{ij}$  - Erro experimental  $\varepsilon_{ij} \sim \text{iidN}(0, \sigma^2)$ .

## IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Nível de infestação e nível médio de danos

Relativamente ao nível de infestação, os resultados ilustrados na Tabela 3 mostram que a análise de variância não apresenta diferenças significativas nos tratamentos ( $P>0.05$ ). Porém, verificou-se maior nível de infestação (86.7%) no tratamento controlo.

Quanto ao nível médio de danos, a análise de variância apresenta diferenças significativas nos tratamentos ( $P<0.05$ ), tendo verificado-se um nível de classificação médio de danos (4.6) no tratamento controlo e um nível de classificação baixo de danos nos tratamentos Biol (2.5), *Azadirachta indica* (2.4) e *Calatropis procera* (3.2), não diferindo estatisticamente entre si.

**Tabela 3:** Nível de infestação e nível de danos.

<b>Tratamentos</b>	<b>Nível de infestação (%)</b>	<b>Nível médio de danos escala (1 à 9)</b>
<b>Controlo</b>	86.7 <b>a</b>	4.6 <b>a</b>
<i>Azadirachta indica</i>	71.2 <b>a</b>	2.4 <b>b</b>
<b>Biol</b>	72.9 <b>a</b>	2.5 <b>b</b>
<i>Calatropis procera</i>	77.9 <b>a</b>	3.2 <b>b</b>
<b>Cv (%)</b>	18.3	30.8

\*Pares de médias com as mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si e pares de médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Estudos similares feitos por Calua (2019), Romão (2019) e MASA (2017) na província de Maputo, mostram que há maior infestação da LFM no tratamento controlo. O maior nível de infestação verificado no tratamento controlo pode ter justificada pela ausência de factores que limitam o crescimento, desenvolvimento e mortalidade da LFM.

Relativamente ao nível de classificação médio de danos (escala 4.6), os autores Kuate *et al.* (2019), obtiveram resultados divergentes aos observados no presente estudo, pois nos seus estudos observaram um nível de dano que varia de 2.1 a 3.1 remetendo ao nível baixo

de dano. Esta divergência pode ser justificada pela diferença do local da montagem do ensaio, a época, o tipo de inseticida botânico usado, concentração e variedade do milho.

Kuate *et al.* (2019) e MASA (2017), relataram que existe uma correlação positiva entre a infestação e o nível médio de danos, isto é, quanto maior for o nível de infestação, maior será o nível de dano, o que vai de acordo com os resultados obtidos.

#### 4.2. Peso de espigas e rendimento do grão do milho

Os resultados ilustrados na Tabela 4, referentes ao peso das espigas e do grão de milho, ilustram que a análise de variância mostra diferenças significativas nos tratamentos ( $P < 0.05$ ), verificando-se maior peso das espigas no tratamento Biol (12608 Kg \* ha<sup>-1</sup>), não diferindo estatisticamente dos tratamentos com pesticidas botânicos *Azadirachta indica* e *Calatropis procera* e o menor rendimento das espigas no tratamento controle (7.890 ton \* ha<sup>-1</sup>).

O rendimento do grão do milho também apresentou um comportamento similar ao observado no rendimento das espigas, onde observou-se maior rendimento do grão no tratamento com inseticida Biol, seguida de *Calatropis procera* e *Azadirachta indica* e o menor rendimento das espigas no tratamento controle.

**Tabela 4:** Peso das espigas do milho e rendimento do grão do milho.

<b>Tratamentos</b>	<b>Peso das espigas (kg * ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Rendimento do grão do milho (ton * ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Controle</b>	7890 <b>b</b>	6.400 <b>b</b>
<i>Azadirachta indica</i>	12050 <b>a</b>	8.718 <b>a</b>
<b>Biol</b>	12608 <b>a</b>	10.300 <b>a</b>
<i>Calatropis procera</i>	11330 <b>a</b>	9.358 <b>a</b>
<b>Cv (%)</b>	15	20.8

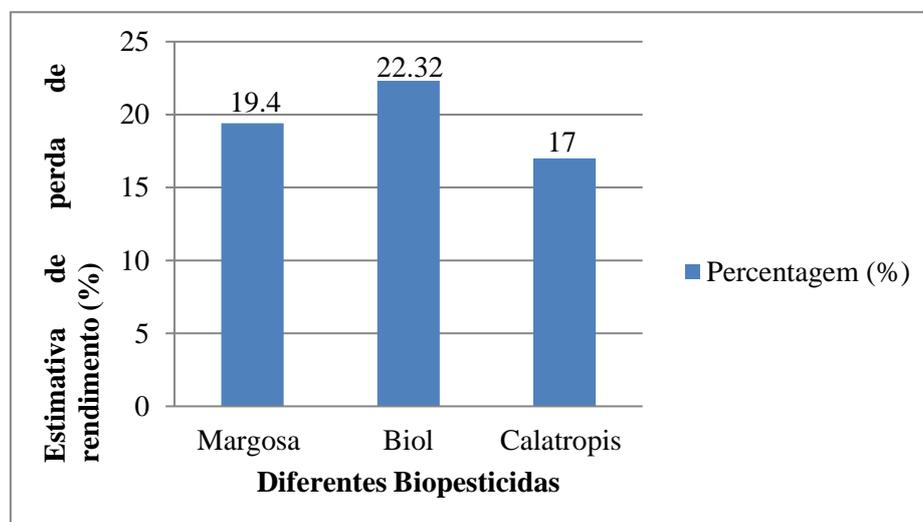
\*Pares de médias com as mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si e pares de médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

A maior perda do peso da espiga e rendimento do grão no tratamento controlo pode ser justificada pelo facto de ter havido maior nível de infestação nesse tratamento, o que proporcionou maior nível dano e consequentemente maiores perdas de rendimento e de peso da espiga, corroborando com Mussumbe (2019), que afirma que quanto maior for o nível de infestação ou o nível médio de ataque, maior será a perda de rendimento. O mesmo facto foi reportado por Lima (2008), afirmando que as plantas atacadas pela lagarta do funil do milho reduzem o seu rendimento.

A aplicação de insecticidas botânicos reduziu o nível de infestação pela LFM quando comparado ao tratamento controlo, razão pela qual nesses tratamentos observaram-se maiores rendimentos e peso das espigas. Isso deve-se ao facto dos insecticidas de origem botânico, possuírem um efeito após a ingestão, inibindo algumas das funções vitais, tais como reprodução, alimentação, crescimento, sempre na dependência da concentração utilizada antes de provocar mortalidade (Roel, 2001; Rodríguez e Vendramim, 1997).

#### 4.3. Perdas de rendimento ocasionadas pela LFM

A Figura 8, ilustra a estimativa das perdas de rendimento nos tratamentos com insecticidas botânicos caso estes não fossem aplicados para o controlo da lagarta do funil de milho.



**Figura 8:** Estimativa de perda de rendimento do grão do milho.

Segundo o gráfico acima, a estimativa da perda de rendimento dos pesticidas botânico caso não fossem aplicados estes tratamentos é de 22.32 % para Biol, 19.4 % para margosa e 17% para Calatropis. Esta tendência pode ser justificada ao facto dos pesticidas botânicos proporcionarem maior controlo da lagarta do funil de milho e reduzirem o efeito dessa praga na cultura de milho em relação a não aplicação dos mesmos, resultando em menores

perdas de rendimento do milho (Calua, 2019),.

Também, durante o ensaio houveram períodos longos de aplicação, o que pode ter afectado a persistência dos pesticidas corroborando com (Schmutterer, 1992) que indica que os pesticidas botânicos possuem limitada persistência no ambiente, sendo que a temperatura, humidade, luz ultravioleta,  $p^H$ , parte da planta tratada, chuva e outros exercem mais ou menos efeito negativo nas actividades desses pesticidas.

#### 4.4. Análise benefício/custo

A tabela 5 apresenta o resultado da relação benefício/Custo dos diferentes tratamentos (Controlo, *Azadirachta indica*, Biol e *Calatropis procera*) testados no presente estudo e que foi utilizado na decisão do tratamento que trouxe maiores retornos na produção com menores custos possíveis.

**Tabela 5:** Avaliação do benefício no uso dos tratamentos (Controlo, *Azadirachta indica*, Biol e *Calatropis procera*) para o controlo da LFM.

<b>Tratamento</b>	<b>Custo (MT/ha)</b>	<b>Receitas (MT/ha)</b>	<b>Benefício/Custo</b>	<b>Situação</b>
<b>Controlo</b>	36950	29870	0,80	Não Benéfico
<i>Azadirachta indica</i>	38450	130770	3,4	Benéfico
<b>Biol</b>	43820	154500	3,53	Benéfico
<i>Calatropis procera</i>	42450	140370	3,31	Benéfico

Segundo a acima apresentada, a aplicação dos tratamentos com os insecticidas botânicos mostrou-se benéfica no controlo da LFM, visto que a Taxa B/C é maior que 1, significando que o uso do biol, *Azadirachta indica* e *calatropis procera* não afecta economicamente na receita líquida do produtor. Sendo que, maiores retornos líquidos foram encontrados na utilização do Biol visto que possui maior valor da relação benefício/custo. Estes resultados

podem ser explicados pelo facto dos insecticidas botânicos usados no presente estudo terem sido produzidos convencionalmente usando plantas com propriedades insecticidas, proporcionando menores níveis de danos em relação ao controlo.

Mazzonetto *et al.* (2013), nos seus estudos sobre a utilização de extracto de *Azadirachta indica* (margosa) no controlo da lagarta do funil do milho afirmam que as plantas com propriedades insecticidas podem favorecer o agricultor familiar, pois esses produtos são de fácil acesso, mais baratos e não afectam o meio ambiente, além de poderem ser produzidos na própria propriedade agrícola.

## V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- Quanto ao nível de infestação, o tratamento controlo na cultura do milho proporcionou maior nível de infestação (86.7%) não diferindo significativamente dos tratamentos com os pesticidas botânicos *Calatropis procera* (77.9%), Biol com (72.9 %) e *Azadirachta indica* com (71.2%) à 5% de significância.
- No que concerne ao nível de dano, o tratamento controlo apresentou maior nível de dano (escala de 5), seguida dos tratamentos *Azadirachta indica*, *Calatropis procera* e Biol (escala de 3).
- O menor peso da espiga do milho e menor rendimento do grão verificou-se nos tratamentos sem controlo e o maior peso das espigas e maiores rendimentos do grãos foram observados nos tratamentos com pesticidas botânicos (Biol, *Calatropis procera* e *Azadirachta indica*) que não deferem estatisticamente entre si a 5% de significância.
- As perdas de rendimento dos pesticidas botânicos caso não fossem aplicados estes tratamentos são 22.32% para Biol, 19.4% para *Azadirachta indica* e 17% para *Calatropis procera*.
- A aplicação dos tratamentos mostrou-se benéfica no controlo da LFM, visto que a Taxa B/C é maior que 1, significando que o uso do Biol e *Azadirachta indica* não afecta economicamente na receita líquida do produtor. Sendo que, maiores retornos líquidos foram encontrados na utilização do Biol visto que possui maior valor da relação benefício/custo.

### 5.2. Recomendações

- **Aos investigadores:**
  - Recomenda-se a repetição do ensaio, em diferentes épocas e locais, dado que o nível

de infestação, de dano da praga variam de acordo com o local e época do ano;

- Recomenda-se a realização de mais experimentos similares envolvendo o uso de diferentes pesticidas botânicos e ou controlo biológico no manejo da *Spodoptera frugiperda*.

- **Aos técnicos:**

- Recomenda-se a elaboração de panfletos e cartazes para a disseminação de informação de pesticidas botânicos recomendados e registados em Moçambique para o controlo da Lagarta do Funil de Milho (*Spodoptera frugiperda*) para que maior parte dos produtores da cultura do milho sejam abrangidos e adoptem.

- **Aos agricultores:**

- Recomenda-se o uso, correcto, de qualquer um destes produtos testados na fase da eclosão das larvas da lagarta do funil do milho para garantir a eficiência do produto, respeitando as condições climáticas (precipitação, temperatura, vento, nebulosidade) no momento da aplicação; aplicar nas primeiras horas da manhã ou no fim da tarde; observar o intervalo entre as aplicações e de segurança e respeitar o número máximo de aplicações por ciclo da cultura;
- Recomenda-se a realização de programas de pulverizações utilizando insecticidas botânicos e com diferente modo de acção, com vista à reduzir a pressão de selecção de LFM resistentes aos insecticidas.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aderdilânia, I. B. A.; Amanda Da S. Lira; Cunha, L. C.; Almeida, F. A. C.; Almeida, R (2010). *P.Bioatividade do óleo de nim sobre Alphetobiusdiaperinus (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim*, R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.3, p.309–313.
- Almeida, A. A. (2003). *Tratamentos Homeopáticos e Densidade Populacional de Spodoptera frugiperda em Plantas de Milho no Campo*. UFV, Viçosa.
- Alves, D. S et al (2020). *Duguetialanceolata A. St.-Hil. A casca do caule produz fenilpropanóides letais para Spodoptera frugiperda(JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Proteção de Culturas , v. 127, p. 104965.
- Banco Mundial (2007). *Relatório sobre o desenvolvimento mundial: agriculturapara o desenvolvimento do Banco Mundial*: Washington.
- Barros Brasil, R (2013). *Aspectos botânicos, usos tradicionais potencialidades de Azadirachta indica (NEEN)*. Enciclopédia Biosfera. v. 5, n. 23.
- Basu, A. et al. (1992). *Hepatoprotective effects of Calotropis procera root extract on experimental liver damage in animals*. Fitoterapia, v. 63, n. 6, p. 507-514.
- Bernardo; Gabriela; Gil (2001). *Avaliação económica de projecto*. Rio de Janeiro
- Bertoni, B. W.; Damião Filho, C. F.; Moro, J. R.; França, S. C.; Pereira, A. M (2006). *Micropropagação deCalendula officinalis L.* Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v. 8, n. 2, p. 48-54.
- Bhagwat, D. A. (2020). *Acrylamide grafted neem (Azadirachtaindica) gum polymer: Screening and exploration as a drug release retardant for tablet formulation*. CarbohydratePolymers, v. 229, p. 115357.
- Borém, A; Galvão, J. C .C.; Pimentel, M, A (2015). *Milho do plantio à colheita*. Viçosa, MG: Ed. UFV,. cap.1, p. 9-23
- Bouchelta, A.; Boughdad, A.; Blenzar, A (2005). *Effets biocides des alcaloides, des saponines et des flavonoids extraits de Capsicum frutescens L. (Solanaceae) sur Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)*. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 9: p. 259-269.
- Calua, M (2019). *Avaliação da eficácia de insecticidas no controlo da lagarta do funil do milho, Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae)*. Monografia para

Licenciatura em Engenharia Florestal – Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Departamento de Protecção Vegetal, Maputo - Moçambique.

- Campo, J. D. *Extractos de plantas são eficazes no controle de lagartas*. Disponível em:<<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=35072&secao=Agrotemas&c2=Sanidade>>. Acesso em: 5 Abril. 2023
- Carmo, D. L.; Silva, C. A (2012). *Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos*. Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 36(4), p. 1211–1220.
- Carvalho, L. S.; Pereira, K. F.; Araújo, E. G (2015). *Características botânicas, efeitos terapêuticos e princípios activos presentes no pequi (Caryocar brasiliense)*. Arquivo Ciências da Saúde, v. 19, n. 2, p. 147-157
- Castelo Branco, M. (1990). *Controlo Químico de Traços de tomateiro: Horticultura brasileira*, 8: p. 25;
- Costa, R. V; Cota, L. V (2009). *Controlo químico de doenças na cultura do milho: aspectos a serem considerados na tomada de decisão sobre aplicação*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Cruz, I (2015). *Avanços e desafios no controle biológico com predadores e parasitoides na cultura do milho*, associação brasileira milho e sorgo, Maringá-PR,.
- Cruz, I. E Turpin, F (1982). *Efeito da Spodoptera frugiperda em Diferentes Estágios de Crescimento da Cultura de Milho*. Pesquisa Agropecuária, Brasil - Brasília.
- Cugala, D.; Agostinho, T.; Madogolele, N.; Simbine, A.; Lazaro, A.; Vaz, A.; Pacho, D. (2017). *Situação actual de lagarta do funil de milho, spodoptera frugiperda, em Moçambique*. (Relatório de trabalho realizado), Maputo.
- Cui, G. *et al* (2020). *Combined transcriptomic and proteomic analysis of harmine on Spodopterafrugiperda Sf9 cells to reveal the potential resistance mechanism*. Journal of Proteomics, v. 211, p. 103573.
- EMBRAPA(2015). *Maneio Integrado de Pragas na Cultura do milho*. Sete Lagoas, MG Junho, Disponível em: Acesso em:<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125260/1/circ-208.pdf>.
- FAO (2017) FAO Advisory Note on Fall Armyworm (FAW) in Africa. <http://www.fao.org/3/a-bs914e.pdf>.
- FAO (2017). Training Manual on *FallArmyworm*.

- Fernandes, O.; Parra, J. R. P.; Ferreira Neto, A.; Pícoli, R.; Borgatto, A.; Demétrio, C. B. (2003). *Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)*. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 25-35.
- Figueiredo, M., Martins-Dias, A., Cruz, I. (2006). *Relação entre a lagarta do cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41: p. 1693-1698.
- Fonseca, R. S. *et al.* (2019). *Efeitos da torta de neem no controle alternativo de nematoides gastrintestinais em ovinos: Revisão*. PUBVET, v. 13, n.4, p. 1-12.
- França, F. H. *et al* (1985). *Libertações semanais de trichograma pretiosum controlam a traça de tomateiro em tomate para processamento industrial no distrito federal - Horticultura brasileira*, 3: p. 43
- Gallo, D. *et al* (2002). *Entomologia agrícola*. Piracicaba, FEALQ, p. 920.
- Gallo, D. (2020). *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: Fundação de Estudo Agrários Luiz de Queiroz, p. 920.
- Galvão, J. C. C.; Miranda, G. V.; Trogello, M.; Fritsche-Neto, R. (2014) - *Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho*. Revista Ceres, vol. 61, n. 2, p. 819-828.
- Gardin Ne, Schleier R. (2009). *Medicamentos antroposóficos: Vademecum*. São Paulo: João de Barro.
- Gardin Ne, Schleier R. (2009). *Medicamentos antroposóficos: Vademecum*. São Paulo: João de Barro.
- German, G. (1998). *Selling Price, Gross Margin & Mark-up Determination*. College of Agriculture and Life Sciences. New York, p. 8.
- Gomes, T. C. A.; Moraes, R. N. S. (1997). *Recomendação para o plantio de espécies leguminosas para o manejo de solos no acre*. Rio Branco, AC: Embrapa Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre, 1997, p.1-3.
- Grützmacher, A. D.; Martins, J. F. S.; Cunha, U. S. (2000). *Insetos-pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea*. In: PARFITT, J. M. B. Produção de milho e sorgo em várzea. Pelotas, EMBRAPA clima temperado, p. 87-101.
- Hellwig, Leticia (2015). *Reavaliação do nível de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho convencional em casa de*

*vegetação e avaliação do refúgio no saco para milho transgênico em terras baixas.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Rio de Janeiro-Brasil, p. 13.

- Hernández, C. R.; Vendramim, J. D. (1997). *Avaliação da bioatividade de extratos aquoso de meliaceae sobre spodoptera frugiperda.* Revista de Agricultura, v.72, n.3, p. 305-317.
- Hussein, H. I. *et al.* (1994). Uscharin, the most potent molluscicidal compound tested against land snails. *Journal of Chemical Ecology*, v. 20, n. 11, p. 135-140;
- Jacobson, M.; Crosby, D. G. (1971). *Naturally Occurring Insecticides.* New York: Marcel Dekker. p.71-73.
- Jasse, A. (2013). *Cadeia de valor de cereais e oleaginosas.*
- JIAO, S. (2016). *Efeitos de aquecimento por radiofrequência assistida por ar quente em sementes de trigo e milho: mudança de qualidade e inibição de fungos.* *Journal of Stored Products Research*, v. 69, p. 265-271.
- Kareru, P.; Rotich, Z.; Maina, E. (2014). *Use of Botanicals and Safer Insecticides Designed in Controlling Insects: The African Case.* IntechOpen, London. <https://doi.org/10.5772/53924>
- Khan, A. Q.; Malik, A. (1989). *Asteroids from Calotropis procera, phytochemistry,* v.28, n.10, p. 2859-2861.
- Kyanayw, S. (1999). *Effect of Kawayila (chenopodium spp) and other traditional storage protections on population of beans bruchids (Acanthoscelides obtectus) and their damage on stored beans African,* crop science Journals, vol 7.
- Lampard J.F. (1974) - *Demethylhomopterocarpin: An antifungal compound in Canavalia ensiformis and Vigna unguiculata following infection.* *Phytochemistry*, v.13, p. 291-292.
- Lima, G. F. C.; Maciel, F. C. (2006). *Conservação de forrageiras nativas e introduzidas.*
- Lima, J. F. M.; Grutzmacher, A. D.; Cunha, U. S.; Porto, M. P.; Martins, J. F. S.; Dalmazo, G. O. (2008). *Ação de inseticidas naturais no controle de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith, 1797)(Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de várzea.* *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.3, p. 607-613.
- Lima Junior, A. F. (2011). *Efeito de diferentes extratos vegetais no controle de Anthoscelides obtectus e Sitophilus sp..* 67f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Agrícola) – UEG. Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

- Linhares, P. C. F. *et al.*(2009). *Produção de rúcula em função de diferentes tempos de decomposição de jitrana em cobertura*. Revista Caatinga, v. 22, n. 2, p. 200-205.
- Lopes P. R; Lopes K. C. S. A(2011). *sistemas de produção de base ecológica – a busca por um desenvolvimento rural sustentável*, REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, Araraquara, v. 4, n. 1.
- Lorençone, J. Oliveira, D. M.; Lima, G. S. Aparecido, L. E. O. Reinaldo, M. (2018). *Taxas de crescimento do milho nas condições edafo-climáticas do sul do mato grosso do sul*, II encontro internacional de gestão, desenvolvimento e inovação, Navirais-MS.
- Malveira, G. J *et al.* (2018). Controle biológico de *Spodopterafrugiperda* Smith, 1797 (*Lepidoptera* Noctuidae) por bactérias. Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, vol.13, n. 2, p.156-162.
- Masa-Moçambique-Ministério da Agricultura e Segurança Alimentar (2017). *Situação actual da Lagarta do funil de milho, Spodoptera frugiperda, em Moçambique: Uma ameaça séria à produção de milho e segurança alimentar*. Maputo: MASA.
- 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.
- Mazzonetto, F. Bet, J. Â. Sossai, V. L. M. Corbani, R. Z. Dalri, A. B. (2013). *Utilização de extracto de nim no controle da lagarta do cartucho do milho*. Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas, v.7, n.1.
- Medeiros, J. G. F *et al.* (2016). *Fungos associados às sementes de Enterolobium contortisiliquum : análise da incidência, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extractos vegetais*. Ciência Florestal, v. 26, n. 1, p. 47-58. Moçambique. (Relatório de trabalho realizado), Maputo.
- Moreira, L. P(2018); *Resposta de híbridos de milho a diferentes tecnologias no controle da lagarta-do-cartucho em campo novo do parecis-mt*, Vilhena, p.9.
- Mossini, S. A. G.; Kemmelmeier, C. (2005). *A árvore Nim (Azadirachta indica A. Juss)*.
- Mota, V. C.; Andrade, E. T.; Pinto, S. M.; Abreu, L. R.; Leite, D. F(2019). Utilization of bedded cattle confinement for organic manure of maize crop, Revista Brasileira de

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>, v.23, n.8, p.620-624.

- Nakano, O. *et al* (2002). *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, vol. 10, p. 920.
- Neves, B. P.; Oliveira, I. P.; Nogueira, J. C. M(2023). *Cultivo e Utilização do Nim Indiano*. Santo Antônio de Goiás, GO: Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2003.
- Neves, Eduardo A. e Nunes, Jeanine M. S. estudo bibliográfico. Disponível em:<http://fisiobuzios.com.br/acao-do-aloe-verababosa-no-processo-inflamatorio> estudobibliografico/>acessado em, 16 de Janeiro de 2023.
- Oliveira, A. N.; Queiroz, M. S. M.; Ramos, M. B. P. (2000). *Estudo morfológico de frutos e sementes detefrósia (TephrosiacandidaDC. – Papilionoideae) na Amazônia Central*. Revista Brasileira deSementes, Brasília, DF, v.22, n.2, p.193-199.
- Oliveira, A. N.; Queiroz, M. S. M.; Ramos, M. B. P. (2000). *Estudo morfológico de frutos e sementes detefrósia (Tephrosia candida DC. – Papilionoideae) na Amazônia Central*. Revista Brasileira deSementes, Brasília, DF, v.22, n.2, p.193-199.
- Oliveira, D. A. B. (2015). *uso do neem e seus componentes moleculares no controle do mosquito aedes aegypti*, Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v.8, n.2.
- Pavela, R. (2016). *History, Presence and Perspective of Using Plant Extracts as Commercial Botanical Insecticides and Farm Products for Protection against Insects A Review*. Plant Protection Science , 52, 229-241. <https://doi.org/10.17221/31/2016-PPS>.
- Pdr For Herbal Medicine (2002). 2nd ed. New Jersey: Montvale, p. 497-99.
- Perin, R.; Corrêa, J. C.; Cravo, M. S.; Canto, A. C.; Matos, J. C. S. (1996). *Desempenho produtivo de leguminosas arbustivas de múltiplo uso com baixos níveis de fósforo*. In: Reunião Brasileirade Fertilidade Do Solo E Nutrição De Plantas, 22, Manaus, 1996. Anais... Manaus:Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, . v.1, p. 456-457.
- Perin, R.; Corrêa, J. C.; Cravo, M. S.; Canto, A. C.; Matos, J. C. S. (1996). *Desempenho produtivo de leguminosas arbustivas de múltiplo uso com baixos níveis de fósforo*. In: Reunião Brasileirade Fertilidade Do Solo E Nutrição De Plantas, 22, Manaus, 1996. Anais... Manaus:Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. v.1, p.456-457.

- Pineda, G. P. et al (2020). *Análise comparativa da difusão de água nos grãos de milho, com e sem pericarpo durante o tratamento termo alcalino. Processamento de Alimentos e Bioprodutos*, v. 119, p. 38-47.
- Prasanna, B., Joseph, E., Huesing, E., Regina, E., Virginia, M. And Peschke, E. (2018) *Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management*. CIMMYT, Ciudad de México.
- Puvabanditsin P, Vongtongsri R (2005). Efficacy of Aloe vera cream in prevention and treatment of sunburn and suntan. *J Med Assoc Thai*. 2005; 88(Suppl 4): 173-6.
- Ren B. Z.; Dong S. T.; Zhao B.; Liu P.; Zhang J. W. (2016). *Responses of nitrogen metabolism, uptake and translocation of maize to waterlogging at different growth stages*. *Front. Plant Sci*. 2017; 8: 1216 10.3389/fpls.2017.01216 [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- Ribeiro, N. E. (2019). *Atividade de insecticidas sobre Spodoptera frugiperda (LEPIDOPTERA NOCTUIDAE) em laboratório*. .
- Ritchie, S. E.; Hanway, J. J.; Benson. G. O. (1993). *How a corn plant develops*. Ames: Iowa State University of Science and Technology: Cooperative Extension Service, p. 21.
- Rodríguez, H. C.; Vendramim, J. D. (1997). *Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)*. *Revista da Agricultura*, Piracicaba, v. 72, p. 305-318.
- Roel et al (2017). *Ocorrência em campo e desenvolvimento em laboratório de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Noctuidae) em milho com adubação orgânica e química*, *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, Guarapuava-PR, v.10, n.1, p. 67-73.
- Roel, A. R.; Vendramim, J. D. (1999). *Desenvolvimento de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) em genótipos de milho tratados com extrato acetato de etila de Trichilia pallida (Swartz)*. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, p. 581-586.
- Roel, A. R.; Vendramim, J. D.; Frighetto, R. M.; Frighetto, N. (2000). *Atividade tóxica de extractos orgânicos de Trichilia pallida (Swartz) (Meliaceae) sobre Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)*. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 29, p. 799-808.
- Romão, B. (2019). *Avaliação da diversidade de inimigos naturais e aptidão das condições agro- ecológicas para desenvolvimento da lagarta do funil do milho*

(*Spodoptera frugiperda*) em Moçambique. Dissertação para Mestrado em Protecção Vegetal – Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Departamento de Protecção Vegetal, Maputo-Moçambique.

- Schumutterer, H. (1992). *Higher plants as sources of novel pesticides*. In: Insecticides: mechanism of action and resistance. Andover: Intercept. p. 3-15.
- Shnider, P. J. Baumgratz, C. (2015). *Aplicação complementar de inseticida: monitoramento e tomada de decisão*. Blog agronegócio em foco. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/74/aplicacao-complementar-de-inseticida-monitoramento-e-tomada-de-decisao>.
- Segeren, P. (1996). *Os Princípios Básicos da Protecção das Plantas*. Departamento da Sanidade Vegetal. Ministério da Agricultura e Pescas. Moçambique.
- Shao A, Broadmeadow A, Goddard G, Bejar E, Frankos V. (2013). *Safety of purified decolorized (low anthraquinone) whole leaf Aloe vera (L) Burm. f. juice in a 3-month drinking water toxicity study in F344 rats*. FoodChemToxicol, p. 21-31.
- Siloto, R. C. (2002). Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. Dissertação para Mestrado em Entomologia – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo - Brasil.
- Silva, C; Souza, T; Oliveira, E. (2018). *Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de Spodoptera frugiperda em milho*, *Cadernos de Agroecologia*. Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF vol. 13, nº 1.
- Silva, M. A. V.; Ferreira, W. P. M.; Andrada, V. M. S.; Araújo, S. G. A. (2010). *Época de semeadura do milho para a região de Sete Lagoas, MG, baseada na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos*. Revista Ceres, Viçosa, MG, v. 57, n. 4, p. 454-459.
- Silva, B. E. C; Silva, M. R. J. (2017). *Viabilidade económica-financeira da implantação da cultura do milho no município de Santa Teresa-ES*, Revista Univap, v. 23, n. 43, São José dos Campos-SP-Brasil.
- Souza, A. P.; Vendramim, J. D. (2000). *Actividade ovicida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca Bemisia tabaci (Gennadius) biótipo b em tomateiro*. Scientia Agricola, 57: p. 403-406.
- Stanisçuaski, F.; Carlini, Cr. (2012). *Plant ureases and related peptides: understanding their entomotoxic properties*. Toxins, v.4, p.55-67.

- Stool, G. (1988). *Natural crop protection. Based on local farm resources in tropics*. 3<sup>rd</sup> edition Josef Margraf.Publisher, Geramn, 188 pp.
- Tanira, M. O. *et al* (1994). *Antimicrobial and phytochemical screening of medicinal plants of the United Arab Emirates*. Journal of Ethnopharmacology, v. 41, n. 3, p. 201-205.
- Tavares, W. S.; Costa, M. A.;Cruz, I.; Silveira, R. D.; Serrão, J. E.; Zanuncio, J. C. (2010) *Selective Effects of Natural and Synthetic Insecticides on Mortality of Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) and Its Predators Eriopis connexa (Coleoptera: Coccinellidae)*. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 45, 557-561. <https://doi.org/10.1080/03601234.2010.49349>.
- Tian J.; Wang C. L; Xia J. L; Wu L. S; Xu G. H.; Wu W. H. (2019). *Teosinte ligule allele narrows plant architecture and enhances high-density maize yields*. Science 2019; 365: 658–664. 10.1126/science.aax5482 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
- Tilman D.; Balzer C.; Hill J.; Befort B. L. (2011). *Global food demand and the sustainable intensification of agriculture*. P. Natl. Acad. Sci. USA 2011; 108: 20260–20264. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1116437108](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1116437108) [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar.
- Uchôa, L.R et al 2018). *Extratos de controle de Spodopterafrugiperda em milho*. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 13, n. 2, p. 163–169, 1 abr.UFRGS. p. 1102.
- Vendramin, J. D. (1997). *Uso de plantas inseticidas no controle de pragas*. In: ciclo de palestras sobre agricultura orgânica, São Paulo.
- Vinayaka, K. S.; Prashith, K. T. R.; Nandini, K. C.; Rakshitha, M. N.; Ramya, M.; Shruthi, J.; Nagashree, G. R.; Anitha, B.; Martis, R. (2010). *Potent insecticidal activity of fruits and leaves of Capsicum frutescens (L.) var. longa (Solanaceae)*. Der Pharmacia Lettre, 2: p. 172-176,
- Whyte, R. O.; Nilsson-Leissner, G.; Trumble, H. C. (1968). *Las leguminosas en la agricultura. Yugoslavia: FAO - Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, . p.405*.

- Wiseman, B. R.; Widstrom, N. W. (1984) *Fall Armyworm Damage Rating on Corn at Various Infestation Levels and Plant Development Stages*. Journal of Agricultural Entomology, 1, 115-119.
- Witte, C. P. (2011). *urea mettabolism in plants*. Plant Science, v.180, p. 431-438.

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Anova Das Variáveis Em Estudo Usando The SAS System.

The SAS System 1  
 12:44 Friday, July 13, 2007  
 The GLM Procedure  
 Class Level Information

Class	Levels	Values
TRT	4	Biol Calatrop Controle Margosa
Number of observations	16	

### Anexo 2: Anova da variável peso do grão do milho.

The SAS System 2  
 12:44 Friday, July 13, 2007  
 The GLM Procedure

Dependent Variable: **PG peso grao**

	Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	33.12982500	11.04327500	3.36	<b>0.0551</b>
Error	12	39.42335000	3.28527917		
Corrected Total	15	72.55317500			

### Anexo 3: Anova da variável peso de espiga do milho.

The SAS System

3

12:44 Friday, July 13, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: **PESP peso espiga.**

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	53.83362500	17.94454167	6.70	0.0066
Error	12	32.13175000	2.67764583		
Corrected Total	15	85.96537500			
R-Square	Coeff Var	Root MSE	PESP Mean		
0.626225	14.91830	1.636351	10.96875		

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	3	53.83362500	17.94454167	6.70	0.0066
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	3	53.83362500	17.94454167	6.70	0.0066

**Anexo 4:** Anova do nível de infestação.

The SAS System

4

12:44 Friday, July 13, 2007

The GLM Procedure

Dependent Variable: **INF infestacao**

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	611.608319	203.869440	1.03	0.4153
Error	12	2382.741625	198.561802		



TRT	3	11.89126875	3.96375625	4.09	0.0325
-----	---	-------------	------------	------	--------

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRT	3	11.89126875	3.96375625	4.09	0.0325

**Anexo 5:** Resumo de teste e comparação de média das variáveis e peso de espiga e nível de infestação.

The SAS System

6

12:44 Friday, July 13, 2007

The GLM Procedure

Level of		-----PG-----		-----PESP-----	
TRT	N	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
Biol	4	10.3000000	1.57691682	12.6075000	0.91408880
Calatrop	4	9.3575000	1.70036026	11.3300000	2.45538863
Controle	4	6.4000000	0.88317609	7.8900000	0.76707236
Margosa	4	8.7175000	2.64257923	12.0475000	1.80490766

Level of		-----INF-----		-----DANO-----	
TRT	N	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
Biol	4	72.0100000	15.7741265	2.52500000	0.64278042
Calatrop	4	77.9275000	11.1144272	3.22250000	0.95332314
Controle	4	86.6775000	15.4657479	4.57750000	1.59426838
Margosa	4	71.2125000	13.5168151	2.41250000	0.12500000

**Anexo 6:** teste e comparação de média das variáveis e peso de grão do milho.

12:44 Friday, July 13, 2007

## The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for **PG**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	3.285279

Number of Means	2	3	4
Critical Range	2.7924961	3.4191439	3.8049823

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	TRT
A	10.300	4	Biol
B A	9.358	4	Calatrop
B A	8.718	4	Margosa
B	6.400	4	Controle

**Anexo 7:** teste e comparação de média das variáveis e peso de espiga do milho.

12:44 Friday, July 13, 2007

## The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for **PESP**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null

hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	2.677646

Number of Means	2	3	4
Critical Range	2.521059	3.0867951	3.4351292

Means with the same letter are not significantly different.

	SNK Grouping	Mean	N	TRT
	A	12.608	4	Biol
A	12.048	4		Margosa
	A	11.330	4	Calatrop
	B	7.890	4	Controle

**Anexo 8:** teste e comparação de média das variáveis nível de infestação.

The SAS System 9

12:44 Friday, July 13, 2007

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for **INF**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	198.5618

Number of Means	2	3	4
Critical Range	21.709723	26.581476	29.581102

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	TRT
A	86.678	4	Controle
A	77.928	4	Calatrop
A	72.010	4	Biol
A	71.213	4	Margosa

**Anexo 9:** teste e comparação de média das variáveis nível de danos.

The SAS System 10

12:44 Friday, July 13, 2007

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for **DANO**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	12
Error Mean Square	0.969827

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.5172376	1.857712	2.0673483

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	TRT
A	4.5775	4	Controle

B 3.2225 4 Calatrop

B 2.5250 4 Biol

B 2.4125 4 Margo

**Anexo 10:** Peso das espigas por parcelas.

Rendimento total do milho por parcelas (Kg/parcelas)				
Tratamentos	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV
Controlo	7	8.56	8.5	7.5
Margosa	11.9	14.4	10	11.89
Biol	12.98	12.4	11.45	13.6
Calatropis	13.5	11.32	7.9	12.6

**Anexo 11:** Peso do grão por parcelas.

Rendimento grão do milho por parcelas (Kg/parcelas)				
Tratamentos	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV
Controlo	5.6	7.6	5.9	6.5
Margosa	5.7	11.67	7.5	10
Biol	10	9.5	9.1	12.6
Calatropis	11	9.43	7	10

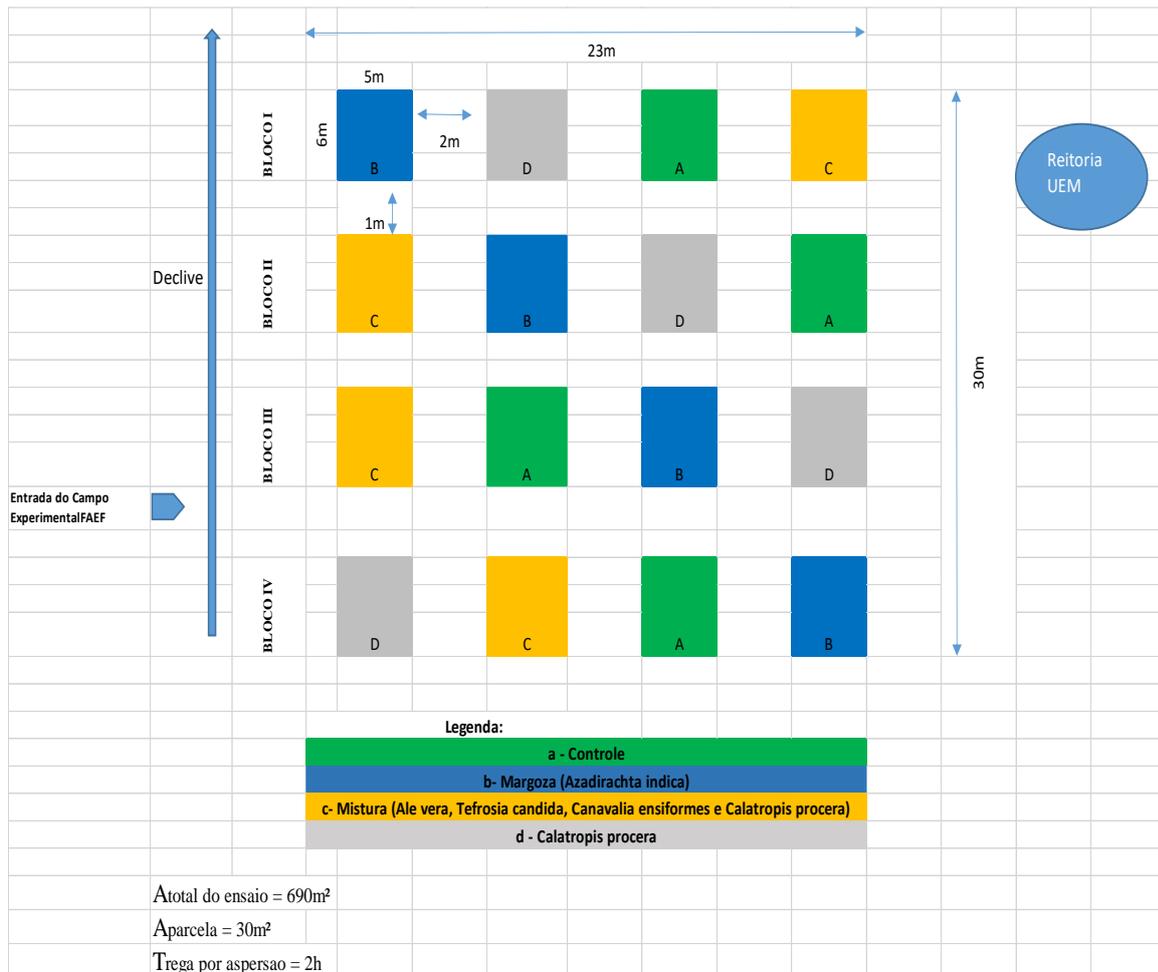
**Anexo 12:** Nível de infestação por parcelas.

Nível de infestação (%)				
Tratamentos	BI	BII	BIII	BIV
Controlo	100	98	67	81.71
Biol	85	85.9	55.14	62
Margosa	84.57	81.14	59.43	59.71
Calatropis	87.18	84.16	62.24	78.13

**Anexo 13:** Nível de danos por parcelas.

Nível de danos				
Tratamentos	BI	BII	BIII	BIV
Controlo	6.3	5.29	2.59	4.13
Biol	3.41	2.43	1.87	2.39
Margosa	2.32	2.51	2.29	2.53
Calatropis	3.24	4.23	1.94	3.48

**Anexo 14:** Layout do ensaio.



**Anexo 15:** Cronograma de Preparação e Aplicação dos Pesticidas.

Mes	Fevereiro				Marco				Abril			
	1a	2a	3a	4a	1a	2a	3a	4s	1a	2a	3a	4a
Prepara do Pesticida	Biol 17/02; Margora e Calatropis - 15/02	Biol 24/02; Margora e Calatropis - 22/02	Biol 24/02; Margora e Calatropis - 01/03	Biol 24/02; Margora e Calatropis - 01/04	Biol 03/03; Margora e Calatropis - 08/03	Biol 10/03; Margora e Calatropis - 15/03	Biol 17/03; Margora e Calatropis - 22/03	Biol 31/03; Margora e Calatropis - 05/04	Biol 07/04; Margora e Calatropis - 12/04	Biol 14/04; Margora e Calatropis - 21/04	Biol 21/04; Margora e Calatropis - 26/04	Biol 28/04; Margora e Calatropis - 03/05
Aplicacao do Pesticida		17*	24*	3*	10*	17*	24*	31*	7*	14*	21*	28*

**Anexo 16:** Folha do milho danificada pela lagarta do funil no campo experimental.



