



Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

Departamento de Proteção Vegetal

Projecto Final de Licenciatura em Engenharia Agronómica

Avaliação dos Efeitos de Pesticidas Botânicos na redução da população da
Lagarta do Funil do Milho (*Spodoptera frugiperda*)



Autor:

❖ Pelembe, Justino Afonso

Supervisão:

PhD Domingos Cugala
MSc Hipólito Alberto Malia

Maputo, Outubro de 2024

Justino Afonso Pelembe

Avaliação dos Efeitos de Pesticidas Botânicos na redução da população da
Lagarta do Funil do Milho (*Spodoptera frugiperda*)

Projecto Final submetido ao
Departamento de Protecção
Vegetal, da Faculdade de
Agronomia e Engenharia
Florestal, como um dos
requisitos para obtenção do
Título de Licenciado em
Engenharia Agronómica, sob a
orientação do professor Doutor
Domingos Cugala Engo.:
Hipólito Malia Msc

Maputo, Outubro de 2024

DECLARACÇÃO DE HONRA

Declaro que esta Monografia é resultado da minha pesquisa pessoal e das orientações feitas pelos meus supervisores, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

O autor

(Justino Afonso Pelembe)

DEDICO

Este trabalho merecidamente a minha mãe, que desde cedo em meio a dificuldades, doenças, escassez, sempre envidou esforços para que estudasse.

Endereço

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a todos que contribuíram para a realização desta monografia. Agradeço especialmente aos meus orientadores, familiares e amigos pelo apoio e incentivo ao longo desta jornada. Sem vocês, este trabalho não teria sido possível. Muito obrigado!

Índice

Lista de Acrónimos e abreviaturas	i
ABSTRACT.....	ii
RESUMO.....	iii
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de estudo e justificação	2
1.3 Objectivos	3
1.3.1 Objectivo geral	3
1.3.2 Objectivos específicos	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 A cultura do milho (<i>Zea mays L.</i>).....	4
2.2 Pragas da cultura do milho	4
2.3 Lagarta do Funil de Milho LFM.....	4
2.3.1 Ciclo de vida.....	4
2.3.2 Estágio de Ovo	5
2.3.3 Fase de larva.....	5
2.3.4 Fase de Pupa.....	6
2.3.5 Adulto	7
2.4 Métodos de controlo da LFM.....	7
2.4.1 Método químico.....	7
2.4.2 Método cultural	8
2.4.3 Controle biológico	8
2.5 Biopesticidas: Uma Alternativa Sustentável para a Agricultura	9
2.6 Pesticidas botânicos	10

2.6.1	Excratos vegetais	11
2.6.2	Métodos artesanais de extracção de princípios activos	12
2.6.3	Plantas com efeito insecticida	13
III.	MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1	Descrição da área do estudo	17
3.2	Procedimentos e observações de campo	18
3.2.1	Preparo dos pesticidas botânicos	18
3.2.2	Armazenamento de pesticidas botânicos	20
3.3	Variáveis estudadas	22
3.3.1	Nível de infestação	22
3.3.2	Nível Médio de dano.....	22
3.3.3	Rendimento	23
3.3.4	Perdas de rendimento.....	23
3.4	Análise de dados.....	24
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Nível de Infestação	26
4.2	Nível Médio Dano	27
4.3	Rendimento	28
V.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	29
5.1	Conclusões	29
5.2	Recomendações	29
VI.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	ANEXOS.....	36

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1: Ciclo de vida da Lagarta de Funil.....	5
Figura 2: Massa de ovos LFM.....	5
Figura 3: Larva da lagarta do funil de milho.....	6
Figura 4: Pupa da lagarta LFM.....	6
Figura 5: Adulto da LFM.....	7
Figura 6: Controle Biológico lagarta do funil de milho).....	9
Figura 7. Vernonia Colorata.....	15
Figura 8: Sementes de Canavalia.....	16
Figura 9: Flubendiamida.....	16
Figura 11: Preparação da calda 16 l.....	20
Figura 12: Método de amostragem W.....	21
Figura 13: Debulha e pesagem do milho.....	23
Figura 14: Escala de Davis.....	25
Figura 15: Perdas de rendimento.....	28
Tabela 1: Pesticidas para controlo da LFM.....	8
Tabela 2: Lista de ingredientes - pesticidas botânicos.....	18
Tabela 3: Tratamentos aplicados.....	21
Tabela 4: Características da amostragem.....	21
Tabela 5: Nível de infestação.....	26
Tabela 6: Comparação múltipla de médias (Tukey) para o dano.....	27
Tabela 7: Rendimento do grão de milho.....	28
Tabela 8::ANOVA para infestação na 1ª observação.....	39
Tabela 9:ANOVA para a infestação na 2ª observação.....	39
Tabela 10: ANOVA para a infestação na 3ª observação.....	39
Tabela 11: ANOVA para o nível de dano na 1ª observação.....	39
Tabela 12:ANOVA para o dano na 2a observação.....	40
Tabela 13: Comparação de médias(Tukey) de dano para a 2a Observação.....	40
Tabela 14: ANOVA para o dano na 3ª observação.....	40

Lista de Acrónimos e abreviaturas

CABI – Centro de Agricultura e Biociência Internacional;

EAU – Estação Agraria do Umbeluzi

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;

FAO – Organização das nações unidas para Alimentação e Agricultura;

ICM – Instituto de Cereais de Moçambique;

IITA – Instituto Internacional de Agricultura Tropical;

LFM- Lagarta do Funil de Milho;

MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

NMD – Nível médio de dano;

NPI – Número de plantas infestadas;

NPO – Número de Plantas Observadas;

°C – Graus Celsius;

ODS – Objectivos de desenvolvimento sustentável

PEDSA – Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Sector Agrário;

PET- Polietileno Tereftalato;

Pi - Percentagem de infestação;

PIB – Produto Interno Bruto;

TIA - Trabalho de Inquérito Agrícola.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays L.*) is the most widely produced cereal worldwide, followed by wheat and rice. In Mozambique, it is a typical product of small rural producers and is a basic component of their diet. This cereal is the main source of calories and, in some cases, income and protein, especially for the most economically disadvantaged.

However, in 2017, this crop was affected by the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*), which can reduce yields by 20 to 50% if left unchecked. The first measure to manage the caterpillar was to apply synthetic insecticides, which is linked to several negative externalities, from the development of pest resistance, health risks and environmental problems, which leads us to the search for more sustainable alternatives. This study aimed to evaluate the effects of botanical pesticides in reducing the fall armyworm population.

The experiment was carried out in an area provided by IIAM- Umbeluzi Agricultural Station. The experimental design used was a completely randomized block design (DBCC). Each of the 6 treatments (T1 Margosa extract, T2 Vernonia extract, T3 Biol, T4 Canavalia extract, T5 Flubendiamide and T6 control) had 4 replicates.

The sampling for collecting infestation and damage data followed the W method and the Davis and Williams damage scale. The results did not reveal significant differences between the treatments applied in terms of infestation level. The margosa extracts (22%) and Biol (25%) showed the lowest levels of infestation in the botanicals, highlighting their effectiveness in relation to the control (T6), which had an infestation level of 33%. The application of any of the botanical pesticides can be as effective as the chemical pesticide Flubendiamide, regarding damage containment.

Margosa and Canavalia extracts showed the highest percentages of loss in the biopesticides group, with 28.98% and 20.63% respectively, indicating the percentage of yield that would have been lost if the botanical pesticides had not been applied.

Keywords: corn, *Spodoptera frugiperda*, Botanical Pesticides, Sustainability

RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) é o cereal mais produzido a nível mundial seguido pelo trigo e arroz. Em Moçambique é produto típico do pequeno produtor rural e é componente básica na sua dieta. Este cereal é a principal fonte de calorias e, nalguns casos, de rendimento e de proteínas, sobretudo as economicamente mais desfavorecidas.

Entretanto esta cultura em 2017, foi afectada pela lagarta de funil (*Spodoptera frugiperda*), que pode reduzir 20 a 50% do rendimento caso não controlada. A primeira medida de manejo da lagarta cingiu-se na aplicação de insecticidas sintéticos, o que está ligado a várias externalidades negativas desde o desenvolvimento de resistência das pragas, riscos à saúde e problemas ambientais, o que nos remete à busca de alternativas mais sustentáveis. Este trabalho teve como objectivo avaliar os efeitos de pesticidas botânicos na redução da população da lagarta do funil do milho.

O experimento foi realizado na área cedida pelo IIAM- Estação Agrária do Umbeluzi, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados (DBCC), cada um dos 6 tratamentos (T1 extracto de Margosa, T2 Extracto de Vernónia, T3 Biol, T4 Extracto de canavalia, T5 Flubendiamida e T6 controlo) teve 4 repetições.

A amostragem para a colecta de dados de infestação e dano obedeceu método W e a escala de dano de Davis e Williams, os resultados não revelaram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados quanto ao nível de infestação, os extractos de margosa (22%) e Biol (25%) apresentaram os menores níveis de infestação nos botânicos destacando a sua eficácia em relação à testemunha (T6) que teve um nível de infestação de 33%. A aplicação de qualquer um dos pesticidas botânicos pode ser tão eficaz quanto o pesticida químico Flubendiamida, no concernente à contenção de danos.

Os extratos de Margosa e a Canavalia apresentaram os maiores percentuais de perda no grupo dos biopesticidas, com 28,98% e 20,63% respectivamente, indicando o percentual do rendimento que teria sido perdido caso os pesticidas botânicos não tivessem sido aplicados.

Palavras-chave: milho, *Spodoptera frugiperda*, pesticidas Botânicos, sustentabilidade

I. INTRODUÇÃO

1.1 Antecedentes

A economia de Moçambique é fundamentalmente agrária. A agricultura moçambicana (24% do PIB 2019) é predominantemente de subsistência, caracterizada por baixos níveis de produção e de produtividade. As principais culturas alimentares básicas produzidas pelos agricultores são: milho, mandioca, arroz e ervilhas para consumo principalmente doméstico e venda em caso de excedente.

O desenvolvimento da agricultura é fundamental para reduzir a pobreza, pois mais de 70% do rendimento das famílias rurais provém do sector agrário e o remanescente dos outros sectores da economia. O milho é o primeiro cereal mais produzido no mundo sendo que a área produzida em Moçambique é de cerca 228.662 ha, e rendimento médio de 713,9 kg/ha (FAOstat, 2020).

Embora o milho possua um alto potencial de produtividade, este é directamente afectado pelo ataque de pragas e doenças desde a sementeira até a sua colheita/consumo, seja qual for a finalidade de produção: alimentação humana ou forragem. Dentre as pragas que atacam a cultura do milho destaca-se a lagarta do funil de milho detectada em princípios de 2017, nas províncias de Tete (distrito de Changara e cidade de Tete), Manica (distritos de Chimoio, Vanduzi, Catandica e Manica) e Gaza (distritos de Bilene, Chicualacuala e Xai-Xai), a *S. frugiperda* causa danos em todas as partes aéreas da planta e pode reduzir a produção de 20 a 50 % (CUGALA *et al.*, 2017).

Em plantas jovens, o dano causado pela lagarta do funil de milho é similar ao da broca de colmo, pois ela migra para o funil e se alimenta das folhas novas. O controlo inicial desta praga se baseou no uso de insecticidas químicos, que são caros e insustentáveis para pequenos agricultores. Além de representar riscos à saúde e à poluição ambiental, seu uso pode promover a resistência das pragas. Deste modo, é necessário adoptar práticas económicas e ecológicas, como o uso de pesticidas botânicos (CABI, 2019).

1.2 Problema de estudo e justificação

Estimativas de 2018 indicam que 12 países africanos podem perder até 17,7 milhões de toneladas de milho anualmente devido à infestação da lagarta do funil de milho, o que afecta directamente os pequenos produtores que dependem desta colheita para evitar a fome e a pobreza (CABI, 2017; IITA, 2020).

Tal como outros países do continente Africano com a invasão da lagarta do funil de milho, a primeira medida de controlo adoptada desta praga em Moçambique fundamentou-se principalmente na aplicação de pesticidas sintéticos.

A aplicação de pesticidas sintéticos, embora comum, acarreta problemas como a contaminação da água, diminuição da biodiversidade e desenvolvimento de resistência em pragas, além de riscos para a saúde humana, como problemas neurológicos e hormonais (BOURGUET & GUILLEMAUD, 2016; OMS, 2019), o que realça a necessidade em estudos de métodos de controlo mais sustentáveis, como o uso de pesticidas botânicos.

1.3 Objectivos

1.3.1 Objectivo geral

- ❖ Avaliar o impacto de pesticidas botânicos no controle da população da LFM e as perdas rendimento.

1.3.2 Objectivos específicos

- ❖ Avaliar o nível de infestação da lagarta do funil de milho;
- ❖ Estimar o nível de danos na cultura do milho;
- ❖ Estimar as perdas de rendimento da cultura do milho devido à lagarta do funil de milho.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do milho (*Zea mays L.*)

O milho (*Zea mays L.*) pertence à família Gramineae/Poaceae, caracterizada por ser uma das plantas mais cultivadas. Estudos voltados a essa cultura possibilitam o seu cultivo em diferentes regiões do mundo (MAGALHÃES *et al.*, 2002). Em Moçambique o ciclo da cultura varia de 80 a 150 dias. O milho adapta-se a temperaturas que variam de 18 a 30 °C, uma precipitação média que varia de 450 a 600 mm bem distribuída durante o ciclo e é pouco sensível às variações da luz embora prefira dias longos na fase de floração (CAMBAZA, 2007).

2.2 Pragas da cultura do milho

As pragas podem variar em importância e severidade dependendo da região e das condições específicas de cultivo do milho, no entanto, as principais pragas do milho são: afídeos (*Rhopalosiphum maidis*), brocas do caule (*Chilo partellus*, *Busseola fusca*, *Sesamia calamistis*), jassídeos (*Empoasca spp*), lagartas (*Helicoverpa armígera*, *Spodoptera exempta*, *Spodoptera frugiperda*), rato do campo (*Mastomys natalensis*), (FILHO *et al.*, 2016).

2.3 Lagarta do Funil de Milho LFM

Artrópodes pragas de diferentes ordens causam injúrias na cultura do milho e podem ser pragas subterrâneas, da superfície do solo, parte aérea, espiga ou do colmo. Dentre essas, estão os insectos-pragas da ordem Lepidóptera: a lagarta do funil de milho, lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) e *Diatrea saccharalis*, que ataca o colmo do milho (VALICENTE, 2015; ÁVILA, 2015).

2.3.1 Ciclo de vida

O ciclo de vida (figura 1) da LFM é completado em cerca de 30 dias (a uma temperatura diária de ~ 28 °C) durante os meses quentes de verão, mas pode se estender até 60 a 90 dias em temperaturas mais baixas. A LFM não tem a capacidade de diapausa (um período de repouso biológico). Assim, as infestações da LFM ocorrem continuamente ao longo do ano, onde a praga é endêmica. Em áreas não endêmicas, as populações migratórias da LFM chegam quando as condições ambientais permitem e podem ter apenas uma geração antes de se tornarem extintas localmente (PRASSANA *et al.*, 2017).



Figura 1: Ciclo de vida da Lagarta de Funil, (Fonte MADER 2017)

2.3.2 Estágio de Ovo

As massas de ovos (figura 2) são cremes, cinza ou esbranquiçada com cobertura de escama, possuem forma esférica: a base é achatada e o ovo se curva para cima, até um ponto arredondado no ápice. O ovo mede cerca de 0,4 mm de diâmetro e 0,3 mm de altura. O número de ovos por massa varia consideravelmente, mas geralmente é de 100 a 200, e a produção total de ovos por fêmea é de cerca de 1.500, com um máximo de 2.000 (PRASSANA *et al*, 2017).



Figura 2: Massa de ovos LFM

2.3.3 Fase de larva

A larva (figura 3) tem uma cabeça escura com uma marcação em forma de Y na frente. Cada um dos segmentos do corpo tem um padrão de quatro pontos elevados quando visto de cima. Possui quatro manchas escuras formando um quadrado no penúltimo segmento do corpo. A sua pele parece áspera, mas é lisa ao toque, a lagarta possui um comprimento de 4-5cm (PRASSANA *et al*, 2017).

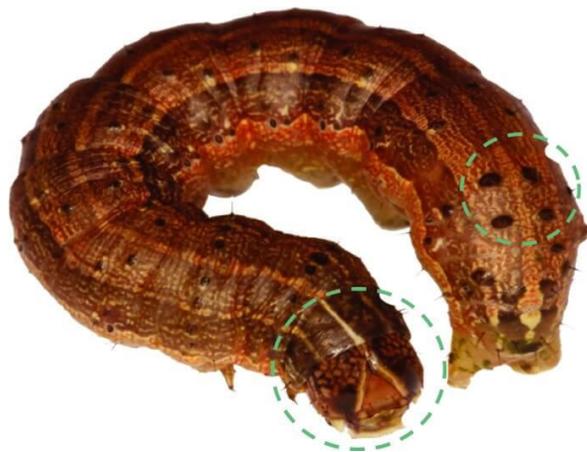


Figura 3: Larva da lagarta do funil de milho (Fonte: ASEAN FAW Action Plan)

2.3.4 Fase de Pupa

A LFM normalmente pupa no solo a uma profundidade de 2 a 8 cm. A larva constrói um casulo solto unindo partículas de solo com seda. O casulo é oval e tem 20 a 30 mm de comprimento. Se o solo for muito duro, as larvas podem unir detritos de folhas e outros materiais para formar um casulo na superfície do solo. A pupa (figura 4) é castanha avermelhada, medindo 14 a 18 mm de comprimento e cerca de 4,5 mm de largura. A duração da fase de pupa é de cerca de 8 a 9 dias durante o verão, mas atinge 20 a 30 dias durante o tempo mais frio (PRASSANA *et al*, 2017).



Figura 4: Pupa da lagarta LFM (Fonte: Jim Kalisch, University of Nebraska-Lincoln)

2.3.5 Adulto

O adulto (figura 5) da lagarta do Funil é uma mariposa. As asas externas das mariposas machos têm manchas esbranquiçadas na parte inferior das bordas externas enquanto as asas internas são brancas com detalhes escuros (PRASSANA *et al*, 2017).



Figura 5: Adulto da LFM (Fonte: University of Florida)

2.4 Métodos de controlo da LFM

O controlo da lagarta do funil de milho, uma das pragas mais prejudiciais ao milho, pode ser realizado mediante diversos métodos como, controle químico, controlo cultural e controlo biológico.

2.4.1 Método químico

O controle químico de pragas envolve o uso de substâncias químicas (tabela 1) para reduzir populações de pragas, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Contudo, o seu uso para controlar a lagarta do funil pode não ser viável economicamente para agricultores familiares devido ao alto custo dos pesticidas e à necessidade de recursos significativos.

Além disso, o uso indiscriminado de pesticidas pode ter impactos adversos na saúde humana e nos inimigos naturais da lagarta do funil, como predadores e parasitoides. É crucial adotar uma abordagem criteriosa, seguindo legislações para o uso seguro de pesticidas específicos, que se degradem rapidamente e representem baixo risco (CABI 2019).

Tabela 1: Pesticidas para controle da LFM

Inseticidas químicos recomendados para o controle da LFM (MASA 2017)	
Flubendiamida 480 gr/l	Cipermetrina 250 EC
Metomil 200 g/l	Lambda Cyhalothrin 250 g/l
Abamectin 18 gr/l	Imidacloprid 350 g/l
Clorpirifós 48%	Spinosad 480 g/l
Beta- Cyfluthrin 125g/l	Lufenuron EC

2.4.2 Método cultural

O controle cultural de pragas busca mitigar ou prevenir problemas causados por pragas sem recorrer a produtos químicos. Fundamenta-se em ajustes ambientais e culturais que reduzem os recursos necessários para as pragas ou interferem em seus ciclos de vida, recorrendo a rotação de culturas, cultivares resistentes e controle de infestantes. O controle cultural é frequentemente combinado com outras abordagens integradas de manejo de pragas, como o controle biológico e o uso responsável de pesticidas, para formar estratégias holisticamente eficazes e sustentáveis.

2.4.3 Controle biológico

O controle biológico (figura 6) consiste fundamentalmente na regulação de populações de organismos vivos por meio de inimigos naturais. O controle biológico é aplicado visando controlar as pragas agrícolas e insectos vectores de doenças a partir do uso dos seus inimigos naturais. É um método de controle baseado no estudo da relação entre os seres vivos no meio ambiente, a qual é reproduzida pelos cientistas em condições experimentais para posterior utilização em campo. (EMBRAPA, 2006).

Esses inimigos naturais podem ser insectos benéficos tais como predadores e parasitóides, ou microrganismos como fungos, vírus e bactérias, específicos para controlar as pragas-alvo. Mais recentemente, os semioquímicos, substâncias químicas que os insectos utilizam para se comunicarem nos seus diversos tipos de comportamento, também têm se mostrado eficientes para o monitoramento e controle biológico de pragas da agricultura.

O uso do controle biológico contribui para a melhoria da qualidade do produto agrícola e não deixa resíduos nos alimentos, sendo inofensivos ao meio ambiente e à saúde da população (EMBRAPA, 2006).

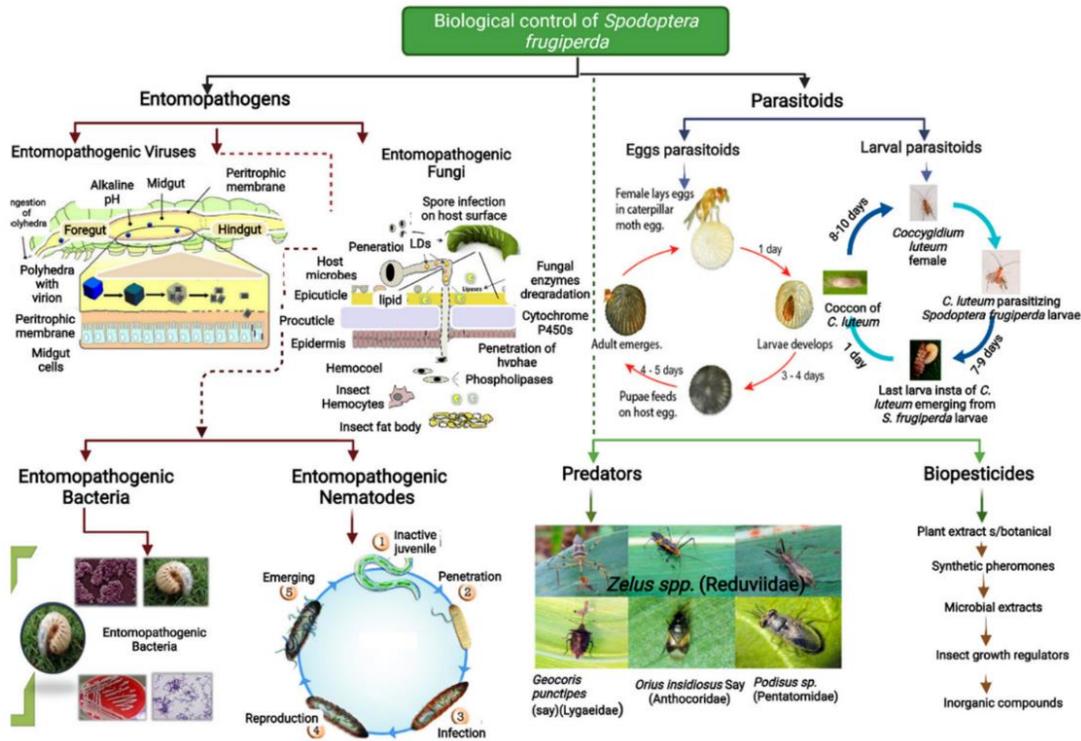


Figura 6: Controle Biológico lagarta do funil de milho (fonte: MDPI AGRONOMY, 2022)

2.5 Biopesticidas: Uma Alternativa Sustentável para a Agricultura

O uso de pesticidas convencionais é sublinhado por muitas externalidades negativas, incluindo degradação ambiental e desenvolvimento de resistência. Consequentemente, a sua utilização na agricultura comercial está a atrair restrições regulamentares, levando a um declínio de 2% ao ano na utilização de pesticidas sintéticos em favor de um aumento de 10% de biopesticidas como agroquímicos alternativos (DAMALAS & KOUTROUBAS 2018; MISHRA *et al.*, 2020).

A medida em que a ciência avança na solução dos inconvenientes, os extratos brutos de plantas pesticidas podem ser fiáveis, especialmente para os agricultores locais e os países em desenvolvimento. A agricultura sustentável baseada em biopesticidas goza de aceitabilidade social, promove a produtividade económica e gera gestão ambiental. Estas três dimensões

representam o conceito tripartido de desenvolvimento sustentável, conhecida como Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), (VERMA *et al.*, 2021).

Os biopesticidas são biodegradáveis, de ação específica (inofensivos para organismos não alvo) e também possuem a capacidade de combater problemas de resistência a pragas causados por pesticidas sintéticos. No entanto, a adoção completa de biopesticidas é dificultada pela escassez de produtos para atender às necessidades dos agricultores - demanda, alto custo dos produtos refinados e ação lenta que eles apresentam na sua maioria (PATHMA *et al.*, 2021).

2.6 Pesticidas botânicos

Pesticidas Botânicos / Biopesticidas são organismos ou compostos de ocorrência natural que suprimem o crescimento e a proliferação de pragas, são pesticidas orgânicos e naturais derivados de plantas e minerais, que possuem propriedades defensivas naturais. Caracterizados por não libertar toxinas à medida que se decompõem, ademais, mostram-se ser mais úteis do que os insecticidas convencionais, à medida que os insectos desenvolvem resistência aos pesticidas sintéticos (BUSH SYSTEMS, 2016).

Os insecticidas naturais apresentam vantagens e desvantagens relativamente aos sintéticos, como as citadas por ESCALONA *et al* (1998):

Vantagens

- ❖ Constituem alternativa aos pesticidas químicos sintéticos, visto que podem ser empregues para o mesmo propósito;
- ❖ Podem ser facilmente preparados a partir de restos de colheita ou de várias espécies vegetais reconhecidamente eficientes, por meio artesanal, semi-industrial e industrial;
- ❖ São facilmente biodegradáveis, por sua natureza orgânica, reduzem a contaminação ambiental;
- ❖ Contribuem para a segurança alimentar, melhoram a qualidade de vida e protegem a saúde dos produtores e consumidores;
- ❖ Possuem mais de um princípio activo e pouca persistência, portanto menos propensos a promover resistência ou tolerância em pragas e patógenos;

- ❖ São compatíveis com o Maneio Integrado de Pragas - MIP e com o sistema de manejo orgânico;
- ❖ São mais econômicos que os insecticidas sintéticos.

Desvantagens

- ❖ Os insecticidas naturais quase sempre são menos eficientes que os produtos químicos sintéticos;
- ❖ Os resultados nem sempre são imediatos;
- ❖ É necessário fazer mais aplicações, devido à baixa persistência;
- ❖ Baixa ou nenhuma distribuição no mercado;
- ❖ Geralmente, requerem o cultivo da espécie vegetal destinada a este fim, que também exigirá atenções culturais.

De referir que os insecticidas alternativos naturais também podem ser venenosos ou tóxicos ao homem. Deste modo o seu manuseio deve levar em conta as mesmas precauções indicadas para os insecticidas químicos sintéticos, principalmente quando não se conhecem seus dados toxicológicos (ESCALONA *et al.*, 1998). De modo geral deve-se:

- ❖ Evitar o contato com a pele, utilizando medidas de prevenção e vestimenta adequada EPI;
- ❖ Evitar a ingestão e inalação dos vapores, os recipientes utilizados na preparação devem ser empregues unicamente para este fim;
- ❖ Evitar que as substâncias utilizadas durante a preparação caiam no solo ou extravasem o recipiente de preparação;
- ❖ Depois da manipulação ou em caso de contacto dérmico com as substâncias utilizadas, lavar com água corrente em abundância as respectivas partes;
- ❖ Não comer, beber ou fumar com as mãos contaminadas;
- ❖ Evitar o consumo de produtos colhidos antes de cinco dias após a última aplicação.

2.6.1 Extratos vegetais

Os extratos vegetais são ingredientes naturais produzidos a partir de uma espécie vegetal, alguns países essa prática é comum, logrando êxito com as piretrinas extraídas de flores do

crisântemo, os rotenóides preparados a partir de algumas espécies de Faboideae e a nicotina de plantas do gênero *Nicotiana* (ESCALONA *et al.*, 1998).

2.6.2 Métodos artesanais de extração de princípios activos

A extração dos compostos bioativos presentes nas plantas é um processo de relevada importância, portanto, deve-se selecionar adequadamente o método a ser empregue. O material vegetal para a produção do extrato deve ser lavado com água para eliminar a poeira e outros materiais estranhos. De modo geral, recomenda - se secar estendendo o material vegetal num lugar sombreado e com ventilação, para evitar que substâncias foto e termossensíveis se decomponham pela ação da luz e do calor (ESCALONA *et al.*, 1998).

Métodos de extração:

- a) **Trituração** – mistura e tamisação de pós componentes de uma formulação sólida. O material vegetal deve ser seco num lugar fresco e sombreado, devendo-se fracionar as partes mais suculentas para facilitar a evaporação e evitar a putrefação. Posteriormente, o material deve ser reduzido a pó, por meio de moagem ou pisoteamento. Existem alguns materiais que podem ser desidratados ao sol (ESCALONA *et al.*, 1998);
- b) **Maceração** - é um processo de extração realizado à temperatura ambiente, adicionando-se ao material vegetal seco, triturado ou fresco e picado, um solvente extrator num recipiente fechado. O solvente pode ser água, álcool etílico (etanol) ou uma mistura hidroalcolica. O tempo de maceração é variável, desde algumas horas até dias., (ESCALONA *et al.*, 1998);
- c) **Cozimento** - é um processo de extração semelhante ao anterior, entretanto realizado com o emprego de calor, adicionando-se ao material seco e triturado ou fresco e picado, o solvente extrator num recipiente aberto. O solvente pode ser água, etanol ou uma mistura hidroalcolica. O tempo de cozimento é variável, porém menor que no caso anterior, podendo oscilar entre 15 e 60 minutos (ESCALONA *et al.*, 1998);
- d) **Infusão** - a extração se realiza adicionando-se ao material vegetal seco e triturado ou fresco e picado, o solvente extrator fervente, porém já afastado da fonte de calor e em um recipiente tampado. O tempo de extração é pequeno e varia entre cinco e dez

minutos. É o mesmo procedimento utilizado para o preparo de chá (Escalona *et al* 1998);

- e) **Extração de sumo** - este método pode ser utilizado quando se necessita utilizar plantas ou partes de plantas que são suculentas. Consiste em prensar de forma mecânica o material fresco, tal como se extrai a garapa da cana-de-açúcar, ou batendo e moendo o material para depois filtrar prensando (ESCALONA *et al.*, 1998).

2.6.3 Plantas com efeito insecticida

2.6.3.1 Margosa (*Azadirachta indica*)

A amargoseira é uma planta de origem asiática, pertencente à família Meliaceae, natural de Burma e das regiões áridas da Índia (SAXENA, 1983). O nim (*Azadirachta indica* A. Juss) também pode ser encontrado com os nomes de neem, margosa, nime, lila índio, ou ainda por *Melia azadirachta* L., *Melia indica* (A. Juss.) Brandis e *Antelaea azadirachta* (L.) Adelb. (KOUL *et al.*, 1990). É uma árvore de crescimento rápido, podendo alcançar de 10 a 20 m de altura, com tronco semi-ereto a reto, castanho-avermelhado, duro e resistente, de 30 a 80 cm de diâmetro, e apresentando um sistema radicular que pode atingir profundidade de até 15 m.

A margosa é uma planta de clima tropical, podendo se adaptar ao clima subtropical. Em temperaturas entre 20 e 32° C a planta atinge o máximo potencial de desenvolvimento (GRUBER, 1992). É mais resistente às altas do que as baixas temperaturas, tolerando temperaturas altas, mas não suportando temperaturas abaixo de 4°C por muito tempo. Geadas causam mais danos em mudas pequenas do que em árvores maduras, porém podem reduzir drasticamente a produção de frutos no ano seguinte.

Modo de ação do nim sobre os insectos

A ação dos extratos de nim sobre insectos é bastante variável de espécie para espécie. Pode afectar o desenvolvimento das larvas e atrasar seu crescimento, reduzir a fecundidade e fertilidade dos adultos, alterar o comportamento e causar diversas anomalias nas células e na fisiologia dos insectos (IAPAR, 2006).

Contém um grupo variado de substâncias bioativas com alto efeito biológico; entre estas substâncias estão azadiractina, meliantról e salanina (NARAGNAN *et al.*, 1980), além de vilasinina (KRAUS *et al.*, 1991).

O conjunto dessas substâncias e a ação específica de cada uma delas em separado produzem diferentes efeitos sobre os insectos, como repelência, esterilidade, desorientação na oviposição, efeito letal, regulador do crescimento, entre outros (JACOBSON, 1987; BRECHELT *et al.*, 1995).

Todavia, estudos têm dado ênfase principalmente a azadiractina, por ser o ingrediente com maior actividade tóxica (SOON & BOTTRELL, 1994). A azadiractina é encontrada em maior quantidade nos frutos do que em demais partes da planta.

O conteúdo médio dela nas sementes é de 3,5 mg de semente (ERMEL *et al.*, 1987). Pela sua semelhança com o hormônio da ecdise (processo que possibilita ao insecto trocar o esqueleto externo, possibilitando o seu crescimento), a azadiractina pode perturbar a ecdise do insecto e, em altas concentrações pode chegar a impedi-la, causando a sua morte.

Por essa razão, as formas jovens de insectos são mais fáceis de controlar. A azadiractina não causa a morte do insecto imediatamente, dado o seu efeito fisiológico, porém, além de afectar a ecdise, reduz o consumo de alimento, retarda o desenvolvimento, repele os adultos e reduz a postura nas áreas tratadas. Também tem maior ação por ingestão, de modo que os insectos mastigadores são mais facilmente afectados (IAPAR, 2006).

2.6.3.2 *Vernonia Colorata*

A vernónia (figura 7) raramente ultrapassa os 3 metros de altura e produz hastes longas, muitas vezes cobertas por pequenos pontos, suas folhas são simples, em forma de pena e verdes escuro. Seu sabor amargo é característico. Suas flores brancas estão agrupadas em buquês no topo dos caules. É uma espécie de savana, muito difundida por toda a África.



Figura 7. *Vernonia Colorata*

2.6.3.3 *Canavalia ensiformis*

O gênero *Canavalia*, da família das Leguminosas (Fabaceae), inclui a espécie *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco ou Jackbean), que é resistente a insectos e rica em proteínas de interesse bioquímico e biotecnológico, como urease, concanavalina A, inibidores de tripsina e canatoxina. A *Canavalia ensiformis* (figura 8) possui propriedades insecticidas devido aos compostos bioactivos presentes nas suas sementes e folhas.

Esses compostos têm mostrado eficácia na proteção contra insectos, principalmente por meio dos seguintes mecanismos: inibição da alimentação, toxicidade directa efeito no desenvolvimento, estes efeitos fazem da *Canavalia* uma alternativa promissora e natural para o controle de pragas, oferecendo uma solução menos tóxica em comparação com pesticidas químicos tradicionais (SUMNER, & HOWELL, 1936; UBATUBA, 1955; CARLINI & GUIMARÃES, 1981).



Figura 8: Sementes de Canavalia

Flubendiamida (Belt 48% SC)

O Belt (figura 9) é insecticida com ingrediente activo Flubendiamida 480g/l de Suspensão concentrada constitui uma solução de ação rápida e duradoura para o controle de várias pragas mastigadoras (lepidópteros) em uma variedade de hortaliças e morangos. O Belt é “suave” para a maioria das espécies e polinizadores benéficos (quando usado conforme as instruções), por isso se adapta muito bem aos programas de MIP. O Belt é muito activo e resistente à chuva rapidamente após a pulverização, demonstra boa estabilidade à radiação UV e proporciona um efeito residual longo.



Figura 9: Flubendiamida (Belt 48% SC)

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da área do estudo

O distrito de Boane

O distrito de Boane (figura 7) situa-se na província de Maputo, em Moçambique. A sua sede é a vila de Boane. Faz fronteira, a norte com o distrito de Moamba, a oeste e sudoeste com o distrito de Namaacha, a sul e sudeste com o distrito de Matutuíne e a Leste com o município da Matola (MAPCARTA, 2023). O clima da região é do tipo semiárido de acordo com a classificação de Köppen. A EAU possui uma área de cerca de 7630 ha (BENZANE, 1993).

As temperaturas mais altas ocorrem na época quente, nos meses de Setembro a Abril com máxima média de cerca de 32.5°C no mês de Janeiro e, as temperaturas mínimas médias ocorrem entre os meses de Maio a Agosto e atingem cerca de 9°C para o mês de Junho. A precipitação média anual é de 618 mm, a evapotranspiração potencial média anual é de cerca de 1140 mm e têm valores mais altos no período compreendido entre Setembro e Março e baixos no período compreendido entre Abril e Agosto. A humidade relativa não varia muito ao longo do ano, a média mensal oscila entre 66% a 77% (BENZANE, 1993).

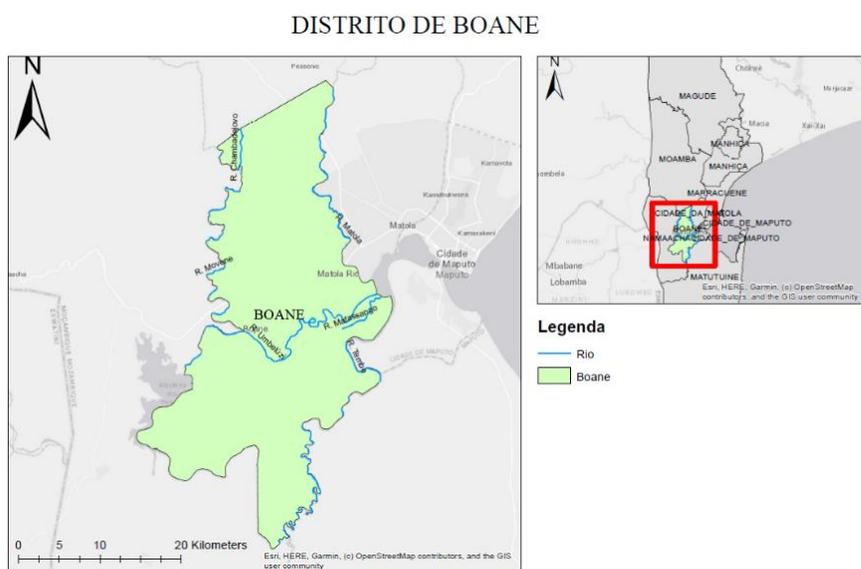


Figura 7: Distrito de Boane

3.2 Procedimentos e observações de campo

Caraterísticas da variedade usada: VPA Milho ZM 523

A variedade ZM 523 tem uma altura média de 180 a 185 cm na fase de maturação, possui grão semidentado branco com 14-16 linhas de núcleo, um potencial de alto rendimento e foi selecionado devido à tolerância à seca, ao estresse e ao baixo pH do solo, um ciclo de 120-130 dias com um potencial de produção de 6 a 10 toneladas por hectare em condições ideais.

3.2.1 Preparo dos pesticidas botânicos

O preparo de pesticidas botânicos envolve a utilização de plantas (conforme indicado pela lista de ingredientes da tabela 2) e extractos naturais para o controle de pragas e doenças em culturas agrícolas. Esses pesticidas são uma alternativa sustentável e menos tóxica em comparação com os produtos químicos sintéticos (ISMÁN, 2006).

Tabela 2: Lista de ingredientes - pesticidas botânicos

BIOL	
Piripiri	250 g
Excremento bovino curtido	6,25 kg
Açúcar	250 g
Margosa (Folhas)	1 kg
Fermento (fermento de pão/levedura)	125 g
Alho	125 g
Cinza	500 g
Sabão	50g
Vernonia Colorata (Folhas)	500 g 50 L de água
Extracto de Margosa	
Margosa (folhas)	250g
Água	10l
Sabão	50g
Extracto de Vernónia	
Vernónia Colorata (folhas)	250g
Água	10l
Sabão	50g
Extracto de Canavalia	
Sementes de Canavalia	300g
Água	10l

Para preparar-se os pesticidas botânicos de modo geral seguiu-se o seguinte algoritmo (adaptado de ESCALONA *et al.*, 1998):

a) BIOL

- 1 Vestiu-se o equipamento de proteção individual (EPI);
- 2 Retirou-se as folhas da Margosa e Vernónia colocou-se em plásticos (evitando retirar caules / ramos);
- 3 Pesou-se 1000 e 500 gramas de folhas de Margosa e Vernónia respectivamente;
- 4 Triturou-se as folhas separadamente usando o pilão;
- 5 Colocou-se 25 litros de água no recipiente, seguidamente colocou-se as folhas trituradas e homogeneizou-se;
- 6 Com auxílio da faca recortou-se e pesou-se 125 gramas de alho (com cascas);
- 7 Pesou-se 50 g de piri-piri, pilou-se juntamente com o alho e juntou-se a solução;
- 8 Pesou-se 6,25 kg de excremento curtido bovino e juntou-se a solução;
- 9 Pesou-se 500 g de cinza e 250 g de açúcar e juntou-se a solução;
- 10 Pesou-se 125 g de fermento e adicionou-se mais 25 litros de água;
- 11 Selou-se e etiquetou o recipiente, deixou-se fermentar por 7 dias.

b) Extracto de Margosa

1. Vestiu-se o equipamento de proteção individual (EPI);
2. Retirou-se as folhas da Margosa, colocou-se num plástico (evitando retirar caules / ramos);
3. Com auxílio da balança pesou-se 250 gramas de folhas margosa;
4. Triturou-se com auxílio do pilão;
5. Encheu-se o balde até a metade (5 l) e adicionou-se as folhas trituradas;
6. Com auxílio da colher de pau homogeneizou-se a solução e
7. Selou-se e etiquetou-se o recipiente, deixou-se fermentar por 7 dias;

Nota: O método de preparação dos extractos de vernónia e canavalia, segue o mesmo algoritmo que o do extracto de margosa, embora, no extrato de canavalia usa-se sementes estas também são trituradas.

3.2.2 Armazenamento de pesticidas botânicos

O armazenamento de pesticidas botânicos deve ser feito em locais frescos, secos e ventilados, longe da luz solar e do calor, além de fora do alcance de crianças. Evite áreas úmidas para prevenir a manipulação dos produtos. Utilize recipientes adequados, bem vedados, e rotule-os com data de fabricação e validade.

O tempo de armazenamento de pesticidas botânicos produzidos no campo pode variar, mas geralmente, pesticidas feitos a partir de plantas frescas têm uma vida útil de uma a três semanas, enquanto extratos secos podem durar de três a seis meses (ISMAN, 2006). Neste ensaio usou-se garrafas PET, rotulou-se e armazenou-se os extractos por um mês.

Preparação da calda e aplicação

O biopesticida é utilizado na proporção de 1/10, isto é, uma parte do biopesticida está para dez de água. Caso pretenda-se preparar uma calda de 100 litros deve-se usar 10 litros do biopesticida, outros volumes podem ser obtidos pela multiplicação ou divisão desta proporção. No âmbito da reciclagem e redução de custos pode-se aproveitar garrafas graduadas, para medir a quantidade de biopesticida a misturar como ilustra a figura 11 logo abaixo em que se mediu 1,5 litros de pesticida botânico. A aplicação foi feita 3 vezes consoante as observações de 15 em 15 dias.



Figura 10: Preparação da calda 16 l

Delineamento experimental

O experimento foi realizado na área cedida pelo IIAM- Estação Agrária do Umbeluzi, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados (DBCC) ,

cada um dos 6 tratamentos (tabela 3) teve 4 repetições, num total de 24 parcelas para o experimento. Cada parcela (64 m²) composta por 10 linhas obedecendo o compasso (80x30), num total de 267 plantas por parcela.

Tabela 3: Tratamentos aplicados

Designação	Tratamento	Princípio ativo	Modo de acção
T1	Extracto de Margosa	Azadiractina	Hormonal e repelente
T2	Extracto de Vernónia	Vernocinol	Sistema Nervoso
T3	Biol	-	-
T4	Extracto de Canavalia	Canavanina	Antifeedant
T5	Flubendiamida	Flubendiamida	Sistema nervoso
T6	Controle	-	-

Amostragem

A amostragem (tabela 4) foi realizada em todas parcelas do campo, de forma sistemática, seguindo o método de W (figura 12). Considerando 2 linhas de bordaduras 5 pontos foram determinados, em cada ponto, 10 plantas foram amostradas (totalizando 50 plantas por parcela) e registou-se a infestação e as notas para danos causados pela lagarta do funil, de 1 a 9 sendo essas mais severas, em folhas raspadas ou cortadas de acordo com a escala de danos de Davis (Figura 14) (DAVIS & WILLIAMS, 1992).

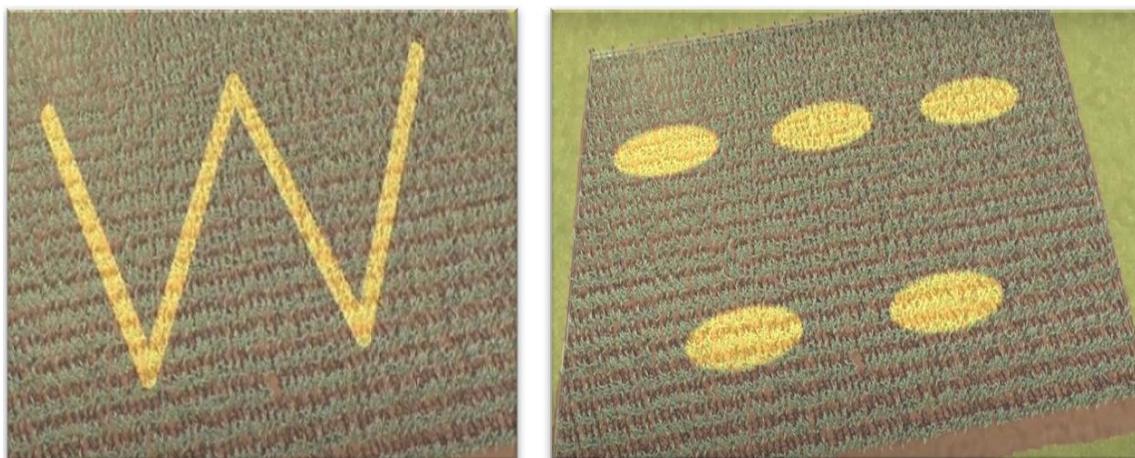


Figura 11: Método de amostragem W

Tabela 4: Características da amostragem

Amostragem

Nº de plantas por parcela para observação	50 plantas
Padrão de amostragem	W
Intervalo da monitoria da infestação	1º monitoria – 20 dias após a germinação 2º monitoria – 35 dias após a germinação 3º monitoria – 50 dias após a germinação
Escala de avaliação do nível de dano (Medição de dano)	Pontuação de 1 a 9, onde: 1 a 3: Dano baixo; 4 a 6: Dano médio 7 a 9: Dano alto
Registro de dados	Todos dados (infestação, dano) foram registrados em formulários próprios

3.3 Variáveis estudadas

3.3.1 Nível de infestação

Com vista avaliar o nível de infestação da LFM observou-se e fez-se a contagem de plantas com os sintomas da lagarta do Funil do Milho (folhas raspadas) ou plantas com a lagarta presente, conseqüentemente determinou-se como sendo a razão entre o número de plantas infestadas e o número total de plantas observadas.

$$Pi(\%) = \frac{NPI}{NPO} * 100$$

NPI- Número de plantas infestadas NPO- Número de plantas observadas Pi- Percentagem de infestação

3.3.2 Nível Médio de dano

Para determinar o nível médio de ataque da lagarta do funil de milho, foi usado uma escala pré-determinada, usada por (DAVIS, NG; WILLIANS, 1992), e por fim foi calculada usando a seguinte fórmula:

$$NMD = \frac{\sum(Pi * Xi)}{NPO}$$

Pi- Pontuação na escala de 1 a 9 Xi- Número de plantas observadas na Pi NPO- Número de plantas observadas NMA- Nível médio de ataque.

3.3.3 Rendimento

Para a obtenção do rendimento colheu-se as espigas da área útil para cada parcela e etiquetou-se, debulhou-se por fim fez-se a pesagem e conversão para unidade padrão de rendimento Kg/ha.



Figura 12: Debulha e pesagem do milho

$$\text{Rendimento (kg/ha)} = \frac{\text{Peso observado na area util} \cdot 10^4 \text{ m}^2}{\text{Area util m}^2}$$

3.3.4 Perdas de rendimento

O cálculo das perdas de rendimento foi feito, conforme o método estabelecido pela FAO, que avalia a diferença entre o rendimento obtido nas diferentes parcelas tratadas e o controlo (FAO, 2017).

$$\text{Pr} = \frac{\text{Rmpt} - \text{Rmpn}}{\text{Rmpt}} * 100$$

Pr - Perda de rendimento em %.

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

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

3.4 Análise de dados

Os dados foram compilados no pacote estatístico Microsoft Office Excel, estatística descritiva e elaboração de tabelas e gráficos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o pacote estatístico Stata 17, com base no teste F a 5% de significância e, para sua validação, foi realizado o teste de Normalidade (Shapiro-Wilks) e Heteroscedasticidade (Breusch-Pagan). Para os dados que violaram os pressupostos residuais foram transformados usando a raiz quadrada.

As médias foram separadas usando os testes de múltiplas faixas apropriados (Student Newman Keuls, Tukey, diferença menos significativa) quando a ANOVA for significativa ($P < 0,05$). A relação entre variáveis, níveis de infestação e rendimento de grãos foi estimada usando uma matriz de correlação usando o Microsoft Office Excel.

Escala de Davis

Nível de dano BAIXO			
	De nenhum dano a até 3 lesões muito pequenas no cartucho	Lesões muito pequenas e circulares no cartucho	Pequenas lesões alongadas até 1.3 cm de comprimento nas folhas do cartucho
	Nível de dano MÉDIO		
De 4 a 7 lesões alongadas pequenas ou medias (1.3 a 2.5 cm)		De 4 a 7 lesões alongadas grandes maiores que 2.5 cm, em algumas folhas do cartucho e expandidas	De 4 a 7 lesões alongadas grandes maiores que 2.5 cm, em várias folhas do cartucho e expandidas
Nível de dano ALTO			
	8 ou mais lesões alongadas de todos os tamanhos nas folhas do cartucho e expandidas	8 ou mais lesões alongadas de todos os tamanhos muitos furos médios folhas do cartucho	Cartucho e folhas expandidas quase totalmente destruídos

Figura 13: Escala de Davis adaptado de (DAVIS & WILLIAMS, 1992).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados não revelaram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados quanto ao nível de infestação nas três observações realizadas. Relativamente ao nível de dano, o pesticida Flubendiamida apresentou o menor valor, mas estatisticamente não diferiu dos outros biopesticidas, com exceção do controle.

O extracto de margosa obteve o maior rendimento médio e foi estatisticamente semelhante aos tratamentos com Flubendiamida e Canavalia. Por outro lado, o controle teve o menor rendimento médio, sendo estatisticamente igual ao de Vernónia e Biol.

4.1 Nível de Infestação

Os resultados obtidos da análise de variância a 5% de significância para o nível de infestação não foram significativos ($p= 0,8912$, $p= 0.1035$ e $p= 0,1326$) para a 1ª, 2ª e 3ª observação respectivamente, conforme observado no estudo de (OLIVEIRA *et al*, 2007).

A infestação relata a presença ou não da Lagarta de Funil de Milho, ou dos seus sintomas na planta. A análise dos resultados indica que não houve uma redução estatisticamente significativa, na infestação entre os tratamentos, incluindo biopesticidas e controle, apesar de diferenças nas médias de infestação observadas. Este resultado sugere que as concentrações utilizadas ou o modo de aplicação podem não ter sido suficientes para reduzir a infestação significativamente, corroborando com os estudos de (ROEL, 2001; RODRÍGUEZ & VENDRAMIM, 1997).

A ausência de efeito significativo também levanta a possibilidade de que a resistência natural da lagarta de funil de milho e variações no comportamento alimentar possam ter desempenhado um papel relevante na eficácia limitada dos biopesticidas observada neste estudo, (ROEL, 2001; RODRÍGUEZ & VENDRAMIM, 1997).

Tabela 5: Nível de infestação

Tratamentos	Média (%)	Grupos tukey
Extracto de Margosa	28	a
Extracto de Vernónia	21.5	a
Biol	25.5	a
Extracto de Canavalia	27	a

Flubendiamida	13	a
Controle	29	a

*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 Tukey a 5% de probabilidade.

4.2 Nível Médio Dano

A análise de variância para o dano na primeira observação ($p= 0.2017$) mostrou que não houveram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados, por assim dizer, tiveram o mesmo efeito em média. No entanto, a anova para o nível de dano foi significativa ($p=0.0129$ e $p= 0.0141$) para a 2ª e 3ª observação respectivamente, o que mostra que pelo menos um dos tratamentos avaliados foi diferente relativamente aos danos da lagarta do funil de milho.

Tabela 6: Comparação múltipla de médias (Tukey) para o dano

Tratamentos	Média (%)	Grupos tukey
Extracto de Margosa	1.36	b
Extracto de Vernónia	1.35	b
Biol	1.41	b
Extracto de Canavalia	1.43	b
Flubendiamida	1.20	b
Controle	1.75	a

*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 Tukey a 5% de probabilidade.

O pesticida químico Flubendiamida (Belt 48% SC) demonstrou o menor nível médio de dano comparado a outros extratos, mas estatisticamente é igual aos extratos de Vernónia, Margosa, Canavalia e Biol segundo o teste de Tukey a 5% de significância, e difere do controle. O tratamento químico é mais eficaz devido à sua ação quase instantânea, enquanto os pesticidas vegetais atuam inibindo a alimentação, desenvolvimento e crescimento dos insectos, além de afectar a fecundidade e causar anomalias.

Apesar das baixas médias de dano observadas (1 na 1ª observação, 1,2 na 2ª e 1,75 na 3ª), tratando-se um experimento de campo com infestação natural, fatores ambientais e a presença de inimigos naturais podem ter influenciado os resultados (SILOTO, 2002; MARTINEZ, 2008).

4.3 Rendimento

Os biopesticidas tem propriedades fertilizantes, contribuindo favoravelmente a planta na relação insecto planta, reduzem as quedas de rendimento em função do dano, pois o processo de produção de biopesticidas assemelha-se ao da produção de biofertilizantes (BARROS, 2021).

Tabela 7: Rendimento do grão de milho

Rendimento Total	
Tratamento	Rendimento do grão de Milho Ton*ha ⁻¹
Extracto de Margosa	10,938 a
Extracto de Vernónia	5,011 b
Biol	6,021 b
Extracto de Canavalia	8,732 a
Flubendiamida	9,502 a
Controle	3,215 b

*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 Tukey a 5% de probabilidade.

A figura abaixo (figura 15) mostra que, sem a aplicação dos biopesticidas, as parcelas onde foram aplicados os extratos de Margosa e Canavalia teriam apresentado perdas de rendimento de 28,98% e 20,63%, respectivamente, enquanto o pesticida químico flubendiamida evitou uma perda de 34,23%. Esses resultados reforçam o estudo de SHARMA e DUBEY (2005), que destaca os biopesticidas como eficientes no controle de pragas e na indução de defesas naturais nas plantas, contribuindo na redução de perdas agrícolas.

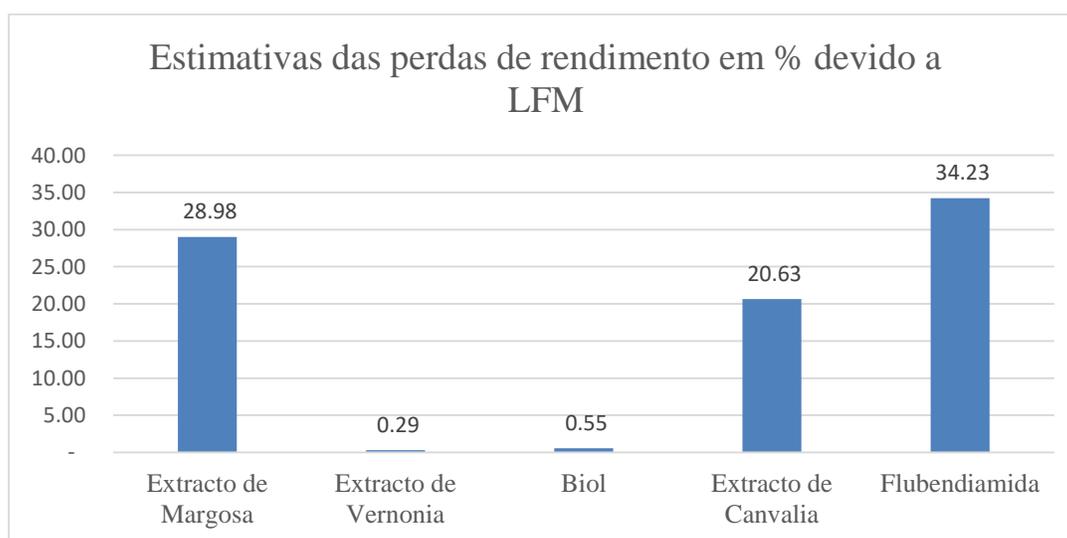


Figura 14: Perdas de rendimento

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

Com base nos resultados do presente estudo conclui-se que:

- a. Os pesticidas botânicos mostraram-se estatisticamente iguais ou semelhantes ao tratamento químico, indicando a possibilidade de sua aplicação em substituição dos químicos. O extracto de Vernónia apresentou um nível de infestação de 22%, seguido pelo Biol com 25%, enquanto o pesticida químico Flubendiamida teve um nível de infestação menor, de 13% e a testemunha de 33,5%, destacando a eficácia dos tratamentos aplicados;
- b. Os resultados mostram-nos que a aplicação de qualquer um dos pesticidas botânicos pode ser tão eficaz quanto o pesticida químico Flubendiamida, no concernente a contenção de danos embora o pesticida químico tenha registado o menor nível médio de dano;
- c. Os extractos de Margosa, Canavalia e Belt apresentaram os maiores rendimentos totais 10,938; 8,732 e 9,502 ton/ha com e a testemunha teve o rendimento de 3,215 ton/ha entretanto usar qualquer dos biopesticidas é indiferente;

5.2 Recomendações

Das ilações deste trabalho recomenda-se:

Aos Agricultores

- ❖ A adoção de biopesticidas combinados com boas práticas agrícolas no manejo integrado de pragas, como a lagarta do funil de milho, para garantir a máxima eficácia no controle de pragas e doenças, assegurando, assim, uma produção alimentar segura e acessível.

Aos Investigadores

- ❖ Que se façam mais estudos sobre o levantamento e métodos de extracção de princípio activo das plantas, com efeito insecticida disponíveis em Moçambique;
- ❖ Que se façam mais estudos sobre a padronização das dosagens e técnicas de produção de biopesticidas;

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ ADHIKARI, K., BHANDARI, S., NIRLA, D. e SHRESTHA, J. (2020). *Uso do nim (Azadirachta indica A. Juss) como biopesticida na agricultura: uma revisão. J. Agric. Apl. Biol.* 1, 100–117. doi: 10.11594/jaab.01.02.08;
- ❖ AGBOYI, LK; GOERGEN, G.; BESEH, P.; MENSAH, SA; CLOTTEY, VA; GLIKPO, R.; BUDDIE, A.; CAFÉ, G.; OFFORD, L.; DIA, R.; RWOMUSHANA, I.; KENIS, M (2020). Complexo parasitóide da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, em Gana e Benin. *Insectos* 2020, 11, 68;
- ❖ ARIAS ARL, BUSS DF, ALBURQUERQUE C, INÁCIO AF, FREIRE MM, EGLER M, MUGNAI R, BAPTISTA DF. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Cien Saude Colet* 2007; 12(1):61-72;
- ❖ ASEAN FAW ACTION PLAN, How to identify Fall army Worm, <https://pestedu.org/courses/identify-fall-armyworm/lessons/how-can-i-identify-the-fall-armyworm/>
- ❖ ÁVILA, C. J. Manejo integrado das principais pragas que atacam a cultura do milho no país. *Visão agrícola nº13. Revista Proteção de Plantas*, p.102-106. 2015;
- ❖ BARROS, BÁRBARA CAVALCANTI, Programa de Pós-graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, 2021 https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/22101/1/B%C3%A1rbaraCavalcantiBarros_Disset.pdf ;
- ❖ BENZANE, P. S. Levantamento de trabalho de solos da Estação Agrária do Umbeluzi, Maputo: INIA Serie terra e Água comunicação no 72. 22pp;
- ❖ BINNS, M.R. & BOSTANIAN, N.J. Robust binomial decision rules for integrated pest management based on the negative binomial distribution. *American Entomologist*, Lanhan, 36(1): 50-4, 1990.
- ❖ BOURGUET, D., & GUILLEMAUD, T. (2016). O Custo Oculto da Resistência a Inseticidas. *Nature Ecology & Evolution*;

- ❖ BRECHELT, A. & C.L. FERNÁNDEZ. 1995. (eds.). El nim. Un árbol para la agricultura y el medio ambiente. Experiencias en la República Dominicana. Fundación Agricultura Y Meio Ambiente, Amigo del Hogar, San Cristobal, Rep. Dom., 133p;
- ❖ BUSH SYSTEMS. (2016). Efficacy of natural insecticides: A sustainable approach to pest management. <https://www.buschsystems.com/blog/glossary-terms/what-are-botanical-pesticides/>;
- ❖ CABI, opções de controlo biológico da lagarta do Funil <https://www.cabi.org/news-article/study-reveals-net-is-closing-in-on-more-viable-biological-control-options-for-fall-armyworm-menace/> consultado no dia 10 de setembro de 2022;
- ❖ CAMBAZA, C. (2007) Estudo das datas de sementeira para reduzir o risco de falha da Cultura do milho (*Zea Mays L.*) na agricultura de sequeiro no distrito de Chókwè. Projecto Final. Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 44p.
- ❖ CAPINERA, JOHN L., University of Florida, Introduction and Distribution - Description and Life Cycle - Host Plants - Damage - Natural Enemies - Management - Selected References, Publication Date: July 1999. Latest revision: May 2017. Reviewed: June 2020. https://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/fall_armyworm.htm
- ❖ CARLINI, C. R., GUIMARÃES, J. A. (1981). Isolation and characterization of a toxic protein
- ❖ CUGALA, D., AGOSTINHO, T., MADOGOLELE, N., SIMBINE, A., LAZARO, A., NHAMUHAVE, A., VAZ, A., PACHO, D. (2017). Situação actual da lagarta do funil de milho, *Spodoptera frugiperda*, em Moçambique Maputo-Moçambique.
- ❖ DAMALAS, C. A., KOUTROUBAS, S. D. (2018). Situação atual e desenvolvimentos recentes no uso de biopesticidas. Agricultura 8:13. doi: 10.3390/agricultura8010013;
- ❖ Disponível em: http://www.academia.edu/12466251/ABORDAGEM_INTERDISCIPLINAR_NA_AVALIA%C3%87%C3%83O_AMBIENTAL_DE_AGROT%C3%93XICOS.
- ❖ EMBRAPA, Controle biológico Df, 2006;
- ❖ ERMEL, K., PAHLICH, E., SCHMUTTERER, H. (1987) Conteúdo de azadiractina de grãos de nim de diferentes localizações geográficas e sua dependência dependência da temperatura, humidade relativa e luz. Em: SCHMUTTERER, H., ASCHER, K. P.

- S. (eds) Pesticidas naturais da árvore de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e outras plantas tropicais. Anais da 3ª Conferência Internacional do Neem, Nairobi, Alemanha Agência de Cooperação Técnica, Eschborn, pp 171–18;
- ❖ ESCALONA, M. H.; FIALLO, V. R. F.; HERNÁNDEZ, M. M. A.; PACHECO, R. A.; AJA, E. T. P. Plaguicidas naturales de origen botánico. Habana: CIDISAV, 1998. 105 p;
 - ❖ FAO, Plantwise, Fall Army Worm guide line, www.fao.org/Africa www.plantwise.org/fallarmyworm consultado no dia 13 de setembro;
 - ❖ FILHO, J.; RIBEIRO, L.; CHIARADIA, L.; MADALÓZ, J.; NESI, C. (2016). Pragas e Doenças do Milho Diagnose, Danos e Estratégias de Maneio. 1ª Edição; from *Canavalia ensiformis* (jack bean) seeds, distinct from *concanavalin A*. *Toxicon*, 19(5):
 - ❖ GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.G. 1988. Manual de Entomologia Agrícola. Piracicaba, ed. Agronômica Ceres. 649p.
 - ❖ GRASSINI, P.; ESKRIDGE, K.M.; CASSMAN, K.G. Distinguir entre avanços de rendimento e patamares de rendimento em tendências históricas de produção agrícola. *Nat. Comum*. 2013 , 4 , 2918;
 - ❖ IAPAR: instituto agrônomo do Paraná. 2018. Disponível em: http://www.iapar.br/zip_pdf/nim2.pdf. Acesso em: 4 maio 2023;
 - ❖ ICM, Produção de Milho em Moçambique, https://icm.gov.mz/?page_id=1774 consultado no dia 15 de setembro de 2022;
 - ❖ ISMAN, M.B. (2006). Inseticidas botânicos, dissuasores e repelentes na agricultura moderna e um mundo cada vez mais regulado. *Annual Review of Entomology* , [https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51](https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.1.1) ;
 - ❖ JACOBSON, R.J.; CROFT, P.; FENLON, J. 1999. Response to fenbutatin oxide in populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in UK protected crops. *Crop Prot*. 18: 47-52;
 - ❖ KOUL, O.; DHALIWAL, G.S.; MARWAHA, S.S.; ARORA, J.K. (2003) Future perspectives in biopesticides. In O. Koul, G.S. Dhaliwal, S.S. Marwaha and J.K Arora

(eds.), *Biopesticides and Pest Management.*, Vol.1, Campus Books International, New Delhi, pp. 386–388.;

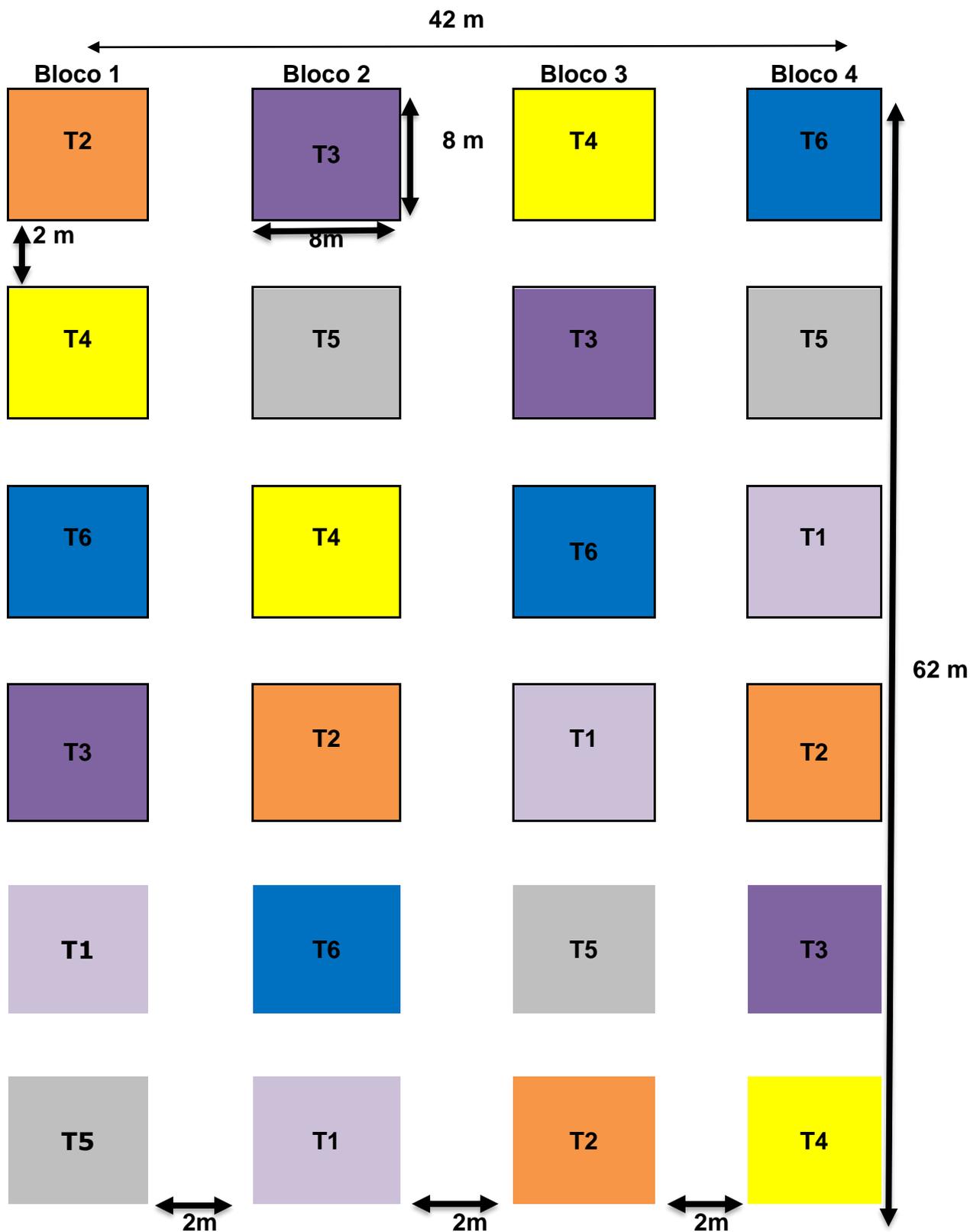
- ❖ KRAUS, W.; BOKEL, M.; BRUHN, A.; CRAMER, R.; KLAIBER, I.; KLAIBER, A.; KLENK, A.; NAGL, G.; POHNL, H.; SADLO, H.; VOGLER, B. 1987. Structure determination by nmr of azadirachtin and related compounds from *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae). *Tetrah. Lett.* 43: 2817-2830;
- ❖ LUSHCHAK, V.I.; MATVIISHYN, M.; HUSAK, V.V. Toxicidade de pesticidas: Uma abordagem mecanicista. *EXCLI J.* 2018 , 17 , 1101;
- ❖ MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. Fisiologia do milho. *Circular Técnica 22*, Embrapa Milho e Sorgo, p. 01- 02. Dez. 2002;
- ❖ MARTEEL-PARRISH, A.; NEWCITY, K.M. (2017). Destaques dos impactos da química verde e sustentável na indústria, academia e sociedade nos EUA. *Tecnologia Johnson Matthey. Rev.* 61, 207–221. doi: 10.1595/205651317X695776.
- ❖ MARTINEZ, S.S. O nim – *Azadirachta indica*: um inseticida natural. IAPAR, 2008. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo>. Acesso em: 30 out. 2020;
- ❖ MISHRA, J.; DUTTA, V.; ARORA, N.K. (2020). Biopesticidas na Índia: ligações entre tecnologia e sustentabilidade. *3 Biotecnologia* 10, 1–12. doi: 10.1007/s13205-020-02192-7;
- ❖ NARAGNAN, C.R.; SING, R.P.; SAWAINAP, D.D. Phagodeterreny of various fractions of neem oil against *Schistocerca gregaria* Forsk. *Indian Journal of Entomology*, v.43, n.3, p. 469-472, 1980;
- ❖ OLIVEIRA, T.G.; FAVARETO, A.P.A.; ANTUNES, P.A. Agrotóxicos: levantamento dos mais utilizados no oeste Paulista e seus efeitos como desreguladores endócrinos. *Fórum Ambiental da Alta Paulista* 2013, 9(11):375-390;
- ❖ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). (2019). Pesticidas: Saúde e Segurança <https://www.who.int/sala> de notícias // folha de dados/detalhe//pesticidas
- ❖ PATHMA, J.; KENNEDY, R.K.; BHUSHAN, L.S.; SHANKAR, B.K.; THAKUR, K. (2021). Biofertilizantes microbianos e biopesticidas: ativos da natureza que promovem a agricultura sustentável, em *Recent Developments in Microbial Technologies* (Singapura: Springer), 39–69;

- ❖ PRASANNA, B.M.; HUESING, J.E.; EDDY, R.; PESCHKE, V.M. Fall Armyworm In Africa: a guide for integrated pest management, 1st Ed. Pages 1- 43;
- ❖ RODRIGUEZ HERNANDEZ, C.; VENDRAMIM, J.D. (1997). Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Revista de Agricultura*, 72(3), 305-318;
- ❖ ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D.; FRIGHETTO, R.M.; FRIGHETTO, N. Actividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* (Swartz) (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina*, v. 29, p. 799-808, 2000.
- ❖ SAXENA, R.C. Insecticides from Neem. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Eds.). *Insecticides of plant origin*. Washington: ACS, 1989. cap. 9, p. 110-129.
- ❖ SHARMA, P.; DUBEY, R.S. (2005). "Impact of Biopesticides on Plant Growth and Health." *Journal of Biological Sciences*, 7(1), 65-73;
- ❖ SILOTO, R.C. Danos e biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. 2002. 93p. Dissertação (Mestrado, Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002;
- ❖ SOON, I.G.; BOTTRELL, D.G. *Neem pesticides in rice: potential and limitations*. Manila: International Rice Research Institute, 1994. 69p.
- ❖ SPADOTTO, C.A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental agrotóxicos. *Núcleo de Pesq Inter* 2006; [acessado 2016 Jul 24].
- ❖ SUMNER, J.B. The isolation and crystallization of the enzyme urease. *J. Biol. Chem.*, 69: 435 – 441, 1926;
- ❖ SUMNER, J.B.; HOWELL, S.F. Identification of the hemagglutinin of jack bean with Con A. *J. Bacteriol.*, 32: 227, 1936. 71;
- ❖ UBATUBA, F. B. Ocurrence of a trypsin inhibiting factor in the seeds of *Canavalia ensiformis*. *Ver. Bras. Biol.*, 15: 1 – 8, 1955;
- ❖ VALICENTE, F. H. Manejo integrado de pragas na cultura do milho. *Circular. Técnica* 208, Embrapa Milho e Sorgo, p. 01-03. Jun. 2015;

- ❖ VERMA, D.K.; GUZMÁN, K.N.R.; MOHAPATRA, B.; TALUKDAR, D.; CHÁVEZ-GONZÁLEZ, M.L.; KUMAR, V.; et al. (2021). Tendências recentes em biopesticida à base de plantas e micróbios para produção agrícola sustentável e segurança ambiental, em *Recent Developments in Microbial Technologies* , eds R. Prasad, V. Kumar, J. Singh e C.P. Upadhyaya (Cingapura: Springer), 1 –37’.

ANEXOS

ANEXO 1 Esquema do Ensaio



ANEXO 2: Descrição dos tratamentos

ANEXO 3: Características da parcela

Área total do ensaio	42x62 m = 2604 m ²
Área da parcela (talhão)	8x8 m = 64 m ²
Época de sementeira	Novembro de 2022
Variedade	ZM523
Espaçamento	80 cm entre linhas x 30 cm entre covachos
Número de sementes por covacho	2 sementes
Número de covachos por parcela	267 covachos
Número de plantas por parcela	534 plantas (2 por covacho)
Plantas no ensaio depois do desbaste	6408
Quantidade de semente	12816 sementes (5kg superestimado)
Fertilização	735 gramas de NPK 12.24.12 por parcela de 36,72 m ² na sementeira. 367 gramas de Ureia (30 dias depois) por parcela de 36,72 m ² na amontoa.
Sacha	1 ^a sacha – 3 semanas após a sementeira, junto com a fertilização e amontoa. 2 ^a sacha – 45 dias após a sementeira 3 ^a sacha – 65 dias após emergência 4 ^a se for necessário

ANEXO 4 Hipóteses

H₀: Os pesticidas botânicos tem mesmo efeito médio no controlo da lagarta de Funil de milho;

H_a: Os pesticidas Botânicos não tem mesmo efeito médio no controlo da lagarta de funil de milho;

ANEXO 5: Ficha de campo

**Monitoria e manejo da lagarta de funil do milho, *Spodoptera frugiperda* em Moçambique
Ficha de prospeção da *Spodoptera frugiperda***

Provincia: _____; Distrito: _____; Local: _____; Data de sementeira: ____/____/20__

Fase de desenvolvimento da cultura: _____; Sistema de cultivo: _____; Se consorciado, quais culturas: _____

Data: ____/____/20__; Lat: _____; Long: _____; Alt: _____ m

Estação 1				Estação 2				Estação 3				Estação 4				Estação 5			
No. Pta	Inf	Dano M O	Total %inf	No. Pta	Inf	Dano M O	Total %inf	No. Pta	Inf	Dano M O	Total %inf	No. Pta	Inf	Dano M O	Total %inf	No. Pta	Inf	Dano M O	Total %inf
1			1				1				1				1				1
2			2				2				2				2				2
3			3				3				3				3				3
4			4				4				4				4				4
5			5				5				5				5				5
6			6				6				6				6				6
7			7				7				7				7				7
8			8				8				8				8				8
9			9				9				9				9				9
10			10				10				10				10				10
Total			Total %inf																

1. Planta sem danos;
2. Lesões muito pequenas e circulares nas folhas do funil;
3. Pequenas lesões circulares e algumas alongadas nas folhas do funil;
4. De quatro a sete (4 a 7) lesões alongadas pequenas ou médias (1,3 a 2,5 cm) em algumas folhas;
5. De quatro a sete (4 a 7) lesões alongadas grandes e maiores que 2,5 cm de comprimento e/ou furos nas folhas do funil e folhas expandidas;
6. De quatro a sete (4 a 7) lesões alongadas e/ou vários furos em várias folhas do funil e expandidas;
7. Oito ou mais (>8) lesões alongadas e furos de vários tamanhos em várias folhas do funil;
8. Oito ou mais (>8) lesões alongadas e furos médios a grandes na maioria das folhas do funil e expandidas;
9. Funil e folhas expandidas quase ou totalmente destruídos

Aplica insecticida: Sim ____/Não ____; Se aplica, que insecticida/materia activa? _____ / Qual a dose: _____

ANEXO 6 - Análise de dados primeira observação (Testes estatísticos)

Nível de infestação

Tabela 8::ANOVA para infestação na 1ª observação

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Prob > F
Tratamento	5	0.00198667	0.32	0.8912
Bloco	3	0.024	3.9	0.0303
Resíduos	15	0.00614667		
Total	23	0.00757101		

Tabela 9:ANOVA para a infestação na 2ª observação

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Prob > F
Tratamento	5	0.01828417	2.24	0.1035
Bloco	3	0.02597083	3.19	0.0544
Resíduos	15	0.00815083		
Total	23	0.01267808		

Tabela 10: ANOVA para a infestação na 3ª observação

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Prob > F
Tratamento	5	0.01436	2.03	0.1326
Bloco	3	0.0756	0.68	0.0005
Resíduos	15	0.00708		
Total	23	0.0176		

Dano

Tabela 11: ANOVA para o nível de dano na 1ª observação

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Prob > F
Tratamento	5	0.00644867	1.67	0.2017
Bloco	3	0.02988156	7.75	0.0023
Resíduos	15	0.00385489		
Total	23	0.00781354		

Tabela 12: ANOVA para o dano na 2ª observação

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Prob > F
Tratamento	5	0.02061813	4.27	0.0129
Bloco	3	0.01542927	3.2	0.054
Resíduos	15	0.00482732		
Total	23	0.00964297		

Tabela 13: Comparação de médias(Tukey) de dano para a 2ª Observação

Tratamento	Media	EP	Grupos tukey
Extracto de Margosa	1.144	0.406027	ab
Extracto de Vernónia	1.1766	0.406027	ab
Biol	1.1182	0.406027	ab
Extracto de Canavalia	1.1727	0.406027	ab
Flubendiamida	1.0625	0.406027	ab
Controle	1.277	0.406027	b

*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 Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14: ANOVA para o dano na 3ª observação

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Prob > F
Tratamento	5	0.13456	4.18	0.0141
Bloco	3	0.07686667	2.39	0.1099
Resíduos	15	0.03221333		
Total	23	0.06028696		