



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

FACULDADE DE AGRICULTURA

CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

EFEITO DE BIOPESTICIDAS (*BACILLUS THURINGIENSIS*, E EXTRACTOS BOTÂNICOS) NO CONTROLO DA LAGARTA DO FUNIL DE MILHO (*SPODOPTERA FRUGIPERDA*) NO DISTRITO DE CHÓKWÈ



Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Agrícola

Discente: Mauro de Assis Castigo Cumbi

Supervisor: Eng. Aurélio Salvador Macaringue, MSc

Co-Supervisor: Prof. Doutora Laura José Canhanga

Lionde, Abril de 2021



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de investigação sobre " **Estudo do efeito de biopesticidas (*Bacillus thuringiensis*, e extractos botânicos) no controlo da lagarta do funil de milho (*Spodoptera frugiperda*) no distrito de Chókwè**" realizado no Posto Administrativo de Lionde distrito de Chókwè, província de Gaza apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola na Faculdade da Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para a Culminação do Curso em Engenharia Agrícola.

Supervisor: Eng^o Aurélio Salvador Macaringue, MSc

Co-Supervisor: Prof. Doutora Laura José Canhanga

Lionde, Abril de 2021

Índice

LISTA DE ABREVIATURAS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE TABELAS	ii
LISTA DE ANEXOS	ii
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
DECLARAÇÃO.....	v
RESUMO.....	vi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de estudo e Justificativa.....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.3. HIPÓTESES:.....	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFIA.....	4
2.1. Generalidades da Cultura do Milho	4
2.1.1. Importância económica	5
2.2. Factores que afectam a produção do milho	5
2.3.As Principais pragas da cultura do milho em Moçambique.....	5
2.3.1. Lagarta do funil do Milho (LFM)	6
2.4.As principais doenças da cultura do milho.....	8
2.5. Biopesticidas no controlo de pragas	9
2.5.1. <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt)	9
2.5.2. Pesticidas botânicos.....	10
2.6. Espécies de plantas com efeito pesticida em Moçambique.....	11
2.7. Descrição dos extractos botânicos em estudo	12

2.8. Estudos realizados sobre efeito de botânicos no controlo de pragas em Moçambique.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1.1. Variedade Matuba	14
3.2. Descrição da área do estudo	14
3.3. Delineamento Experimental	15
3.4. Tratamentos	15
3.5. Condução do ensaio	16
3.6. Variáveis medidas	18
3.7. Análise de dados.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.2. Rendimento e Percentagem de Perda	25
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	28
5.1. Conclusão	28
5.2. Recomendações	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

MASA-Ministério da Agricultura e
Segurança Alimentar

UEM-Universidade Eduardo Mondlane

FAEF-Faculdade de Agronomia e
Engenharia Florestal

LFM - Lagarta do Funil de Milho

FAO- Food and Agriculture Organization

T- Tratamentos

TA – Tratamento Controlo

TC – *Thevetia peruviana*

TD – *Tefhrosia pupurea*

TE -*Azadirachta indica*

Ni- Nível de infestação

NMA – Nível médio de ataque

DDE – Dias depois da emergência

DP – Densidade populacional

PI – Percentagem de infestação.

Trat- Tratamento

Rend- Rendimento

Bt – *Bacillus thuringiensis*

Ton – tonelada

ha– hectare

NPK – nitrogénio, fósforo e potássio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1: Estágios fenológicos da cultura do milho.....	4
Figura2: Fase de ovo da Lagarta do funil do milho	7
Figura3: Fase larval da Lagarta do funil de milho	7
Figura4: Fase pupal (A) e adulta (B) da Lagarta do funil do milho.....	8
Figura5: Mapa da área de estudo.....	14
Figura6: Layout do experimento.....	15
Figura7: Colheita da folha (A), secagem da folha (B), trituração das folhas (C) trituração das folhas no pilão (D).....	16
Figura8: (A) Adição de água ao extracto; (B) Extracto sendo coado após 24 horas; (C) Calda pronta para ser aplicada ao por do sol.	16
Figura9: Medição do <i>Bacillus thuringiensis</i> e aplicação dos tratamentos	17
Figura10: Colheita, secagem, grão debulhado e pesagem após obtenção dos 13 % de humidade respectivamente.	17
Figure 11: Rendimento médio de Grão de milho (ton/ha) obtido com aplicação de biopesticidas	26

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela1: Materiais usados.....	14
Tabela2: Descrição dos tratamentos e respectivas dosagens	15
Tabela 3: Médias de infestação (larva/planta) com aplicação de biopesticidas.....	21
Tabela 4: Médias de DP da lagarta do funil (larva /planta) com aplicação de biopesticidas..	22
Tabela5: Nível médio de ataque da lagarta de funil.....	24
Tabela 6: Perdas de rendimento	27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Escala visual de danos para <i>Spodoptera frugiperda</i> (Davis <i>et al.</i> , 1992)	36
Anexo 2: Ficha de observações para anotação de dados	37
Anexo 3: Fórmula para cálculo do talhão perdido	38
Anexo 4: Análise de variância para Percentagem (%) de Infestação	38
Anexo 5: Análise de variância para densidade populacional	41
Anexo 6: Análise de variância para nível médio de ataque	44
Anexo 7: Análise de variância para rendimento dos grãos.....	47

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais irmãos e família pelo carinho, auxílio e apoio em todas as circunstâncias.

Quero dedicar de forma especial a minha mãe **Olga Maurício E. Manhice**, que no meio de tantas dificuldades nunca me deixou faltar nada, um tipo de mãe que mobiliza-se incansavelmente para prover até o que não tem de formas a garantir os meus estudos, e que nunca em nenhum momento deixou de acreditar em mim, sempre compreensiva, afectiva e motivadora, e que por esses e tantos outros motivos é a razão da minha vida, e pelo seu investimento em mim busco e continuarei buscando incessantemente sucessos sucessivos através dos estudos e muito trabalho.

Não estranheis a ardente prova que vem sobre vós, para vos tentar, como se coisa estranha vos acontecesse;

Mas alegrai-vos no facto de serdes participantes das aflições de Cristo, para que também na revelação da sua glória vos regozijeis e alegreis.

[I Pedro (4:12-13)]

AGRADECIMENTOS

Graças são direcionadas em primeiro ao nosso criador e salvador Jesus Cristo por me ter concedido o dom da vida.

Aos que juntamente aos meus pais se encarregaram de me apoiar de modo que este sonho fosse colocado em prática, especialmente ao meu tio Artur Maurício E. Manhice e minha tia Vitória Maurício E. Manhice que têm desempenhado afectivamente um papel de pais em toda minha vida.

Agradeço a UEM-FAEF, na pessoa Prof. Doutora Laura José Canhanga, pelo apoio em materiais e meios sem os quais não teria sido possível realizar este trabalho.

Um especial agradecimento vai para a faculdade (ISPG) pela cedência de espaço em que se implementou o estudo, agradeço ainda ao Dr. Shamissanga pela colaboração contínua desde o princípio ate ao final do ensaio.

Da mesma maneira vão os meus profundos agradecimentos a todos os meus colegas do curso e amigos (Aníbal Lauchande) que juntos temos vindo a enfrentar grandes desafios em busca de um amanhã melhor, portanto, espero que os momentos que passamos juntos sejam recordados pelo resto das nossas vidas.

Ao Eng. Aurélio Salvador Macaringue, meu supervisor em quase toda minha carreira estudantil, que sempre esteve disponível em colaborar com as suas preciosas orientações. Juntamente com a minha co-supervisora Prof. Doutora Laura José Canhanga, desejo que a vossa boa vontade em ajudar e transmitir seus conhecimentos seja constante em suas vidas.

Agradeço pela família ganha nesta jornada, foram momentos difíceis que passei distante de casa, mas graças a Deus pessoas maravilhosas surgiram em torno disto e me apoiaram incondicionalmente. Especialmente agradeço a Dona Nomussa Sitóe e Egnécia Nuvunga, as portas das suas casas estiveram sempre abertas para mim. Obrigado a todos inclusive aos que displicentemente esqueci de citar, mas que colaboraram em algum momento.

A Deus por me proporcionar mais este momento de alegria e conquista

Á todos

O meu muito obrigado!



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que este trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e das orientações dos meus tutores, 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 propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Abril de 2021

(Mauro de Assis Castigo Cumbi)

RESUMO

A lagarta do funil “*Spodoptera frugiperda*” é a principal praga de milho em todo o mundo. A aplicação constante de produtos químicos no controlo da *S. frugiperda* tem tornado a produção de milho dispendiosa para além de levar a uma série de problemas ambientais, saúde humana, resistência e mortalidade de inimigos naturais, sendo que, uso de biopesticidas tem sido considerado uma alternativa viável ao uso de insecticidas químicos. Assim sendo, foi conduzido um estudo no distrito de Chókwè concretamente no Instituto Superior Politécnico de Gaza, com o objectivo de estudar o efeito de biopesticidas (*Bacillus thuringiensis* e extractos botânicos) no controlo da lagarta do funil de milho (*Spodoptera frugiperda*), no sentido de proporcionar uma alternativa sustentável no controlo desta praga, minimizando assim seus impactos negativos. O delineamento usado foi de blocos completos casualizados (DBCC), com (4) quatro blocos e (5) cinco tratamentos a base de biopesticidas dos quais, três (3) são de extractos botânicos (*Canavalia ensiformis*, *Tephrosia purpurea*, *Azadirachta indica*);, e um (1) microbial (*Bacillus thuringiensis*-Bt (150g/l)), todos comparados ao tratamento controlo (sem aplicação de insecticida). Avaliou-se o efeito dos biopesticidas sobre as variáveis % de Infestação (PI), Densidade Populacional (DP), nível médio de ataque (NMA), Rendimento e Perdas de rendimento. Os dados foram processados no pacote estatístico “STATA versão 13” e foi feita a ANOVA ao nível de significância de 5%. Em conformidade com os resultados, observou-se que *Azadirachta indica* e *Bacillus thuringiensis* reduziram significativamente a densidade populacional (0 e 0.05 larvas/planta), % de infestação (2.5 e 5%) e nível médio de ataque (0.0 e 0.20) respectivamente, resultando em um rendimento de grão mais alto (2.5 e 2.45 ton/ha) comparativamente aos outros tratamentos.

Palavras-chaves: Biopesticidas, *Spodoptera frugiperda*, *Zea mays*.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma das culturas mais importantes em Moçambique, sendo que quase a totalidade de produção é realizada pelo sector familiar. Em Moçambique esta cultura é geralmente cultivada em consociação com a mandioca pelo sector familiar (72.5%) e em monocultura pelo sector empresarial (FAO, 2015). É maioritariamente cultivada pelas populações que vivem em áreas rurais, com poucos insumos e constitui a mais importante fonte de alimento e renda (IIAM, 2016).

A cultura de Milho no país é praticada numa área correspondente a 35%. O sector familiar é considerado o maior produtor (Achicala R. et al., 2015). Na campanha 2018/2019, a província de Gaza foi afectada por diversas pragas e doenças, no total foram afectados 8.061 ha, a qual resultou na perda de 4.127 ha de culturas diversas, com maior destaque para a lagarta do funil de milho (3.871 ha) detectada em Moçambique em 2017. A lagarta do funil tem estado a afectar todos os distritos, com destaque para o distrito de Chókwè, onde foram afectados cerca de 1.513 há (MASA, 2019).

Os níveis de dano observados na campanha agrícola 2017/18 traduzem ameaça que esta praga representa. Assim, é urgente a implementação de estratégias de controlo para minimizar o seu impacto e garantir a segurança alimentar (MASA, 2017). O método de controlo químico frequentemente usado, embora produza resultados satisfatórios, apresenta conhecidos inconvenientes, como desequilíbrios ambientais e danos a saúde humana (Carvalho, 2000).

Por conseguinte, surge a necessidade de medidas de controlo alternativas, como é o caso do uso de biopesticidas cuja eficácia já foi testada em outros Países contudo, há escassez de informação sobre os seus efeitos na lagarta do funil do milho em Moçambique.

1.1. Problema de estudo e Justificativa

Em Moçambique o milho (*Zea mays*) constitui a fonte básica de alimentação principalmente das populações rurais (Bueno, 1992). Menete & Givá (2002) citados por Cambaza afirmam que o milho é a cultura mais praticada por cerca de 100% dos agricultores no Distrito de Chókwè (Cambaza, 2007). A maior parte destes agricultores praticam agricultura para o sustento das suas famílias. A produção do milho no país está seriamente ameaçada devido à introdução de uma praga designada a lagarta do funil do milho *S. frugiperda* (MASA, 2017).

Em grande parte da África, as gerações da lagarta do funil são contínuas durante todo o ano onde quer que haja plantas hospedeiras, incluindo cultivos fora de época e condições climáticas favoráveis (FeedTheFuture, 2017). Dependendo da densidade da população e a fase fenológica da cultura atacada, as perdas de rendimento podem variar de 20 a 60% e, em casos de infestação severa, e perda completa da cultura pode ocorrer (MASA, 2017).

A lagarta do funil é uma das principais pragas da cultura de milho, infelizmente a abordagem de controlo usado para combater esta praga, concentra-se principalmente na aplicação de pesticidas sintéticos (FeedTheFuture, 2017). Pois, é um método prático e eficiente na redução dos prejuízos ocasionados pela praga (SDAE, 2019). O uso constante e inadequado de pesticidas químicos leva a uma série de problemas ambientais, saúde humana, ocorrência de populações resistentes, e a diminuição da diversidade de agentes de controlo biológico, porém, a falta de outras estratégias validadas para controlar eficazmente a lagarta do funil em Moçambique coloca desafios (Daronco, 2013).

É neste contexto que se desenvolve o presente trabalho com o objectivo de estudar o efeito de biopesticidas (*Bacillus thuringiensis*) e extractos botânicos (*Phevetia peruviana*, *Tephrosia purpurea* e *Azadirachta indica*) no controlo da lagarta do funil de milho, visando contribuir para desenvolver alternativa ao controlo químico. Tal abordagem será suportada, com base em experiências passadas no combate à Lagarta do Funil em outras partes do mundo, e ser adaptável a uma ampla gama de contextos que o distrito de Chókwè apresenta.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- ✚ Estudar o efeito de biopesticidas (*Bacillus thuringiensis*, e extractos botânicos) no controlo da lagarta do funil de milho (*Spodoptera frugiperda*) no distrito de Chókwè

1.2.2. Específicos

- ✚ Determinar a percentagem de infestação da lagarta do funil, densidade da praga e nível médio de ataque nos diferentes tratamentos
- ✚ Estimar o rendimento da cultura de milho em cada um dos tratamentos
- ✚ Determinar a percentagem de perda do grão de milho

1.3. HIPÓTESES:

H0: Os biopesticidas não tem efeito significativo sobre as variáveis de infestação da lagarta do funil do milho e rendimento do milho.

H1: Pelo menos 1 dos biopesticidas tem efeito significativo sobre as variáveis de infestação da lagarta do funil do milho e rendimento do milho.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFIA

2.1. Generalidades da Cultura do Milho

O milho é uma cultura anual que pertence a família das gramíneas, originário de um capim chamado teosinte do sul do México. Logo após a descoberta da América, o milho foi levado para Espanha, Portugal, França e Itália, onde era a princípio cultivado em jardins como planta exótica e ornamental. Uma vez reconhecido seu valor alimentar, passou a ser cultivado como planta económica e foi difundido para o resto da Europa, Ásia e Norte da África e, hoje é cultivado no mundo todo (Vainsencher, 2014).

Em Moçambique, (Gremo, 1999), salienta que a região Sul do país, os Vales dos rios Incomati, Umbelúzi e Limpopo, no Centro e Norte, as regiões planálticas de Manica na província de Manica, o planalto de Angónia na província de Tete, o planalto de Lichinga na província de Niassa e a região de Lioma na província da Zambézia como regiões potenciais de produção devido condições favoráveis de temperatura, água e solos.

O milho é uma planta de ciclo vegetativo variado, evidenciando desde genótipos extremamente precoces, cuja polinização pode ocorrer 30 dias após a emergência, até mesmo aqueles cujo ciclo vital pode alcançar 300 dias. Contudo, a cultura do milho apresenta ciclo variável, entre 90 e 180 dias, em função da caracterização dos genótipos (super precoce, precoce e tardio), este período compreendido entre a sementeira e a colheita (Fancelli, 2000).

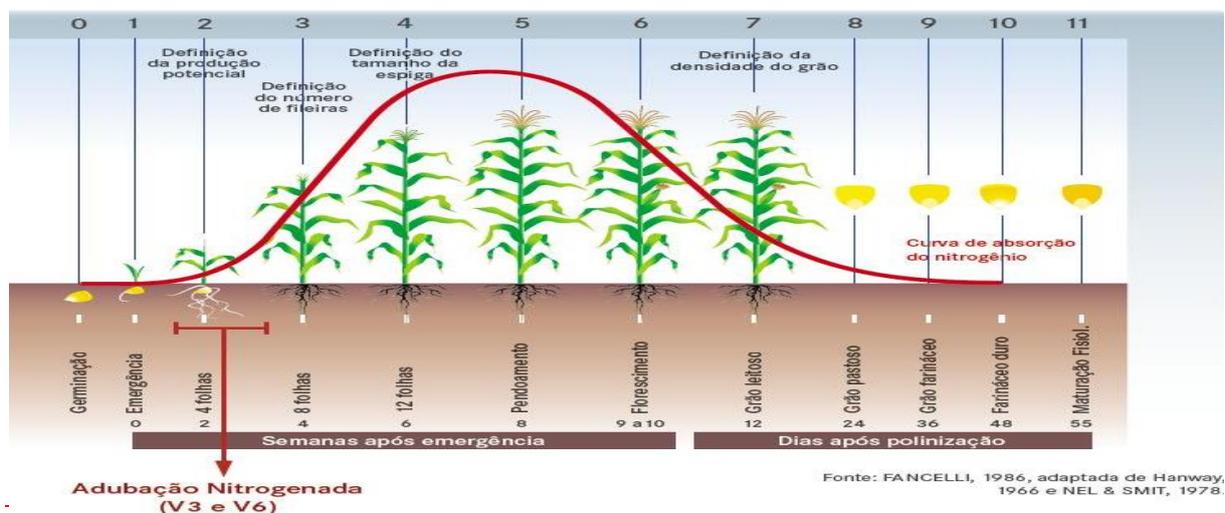


Figura1: Estágios fenológicos da cultura do milho

2.1.1. Importância económica

A importância sócio-económica do milho é caracterizada pelas diversas formas da sua utilização que vai desde a alimentação animal até ao uso em indústrias de alta tecnologia. O milho é o principal alimento e fonte de receitas para milhões de pessoas em toda a África Austral, surgindo nos diferentes sistemas agrícolas predominantemente consociados com outras culturas como feijão, mandioca e batata-doce (CRIAREPLANTAR, 2008).

Em Moçambique o sector familiar é considerado maior produtor (Anon., n.d.). O milho ocupa o primeiro plano do total de produtores (79%) e aproximadamente cerca de 1/3 em termos de área cultivada. A sua importância, não se restringe ao facto de ser produzido em grande volume e sobre uma vasta área de cultivo, mas, também pelo papel económico que representa. Na actividade agrícola, ou seja, na produção propriamente dita, centenas de milhares de pessoas encontram seu sustento (INE, 2002).

2.2. Factores que afectam a produção do milho

Dos factores abióticos, a temperatura pode ser considerada a mais importante porque afecta o crescimento e desenvolvimento dos vegetais em particular na germinação da semente, desenvolvimento de partes económicas, floração, polinização, formação do fruto, produção e armazenamento da semente, dormência, qualidade do produto e também no grau de ataque e desenvolvimento de pragas e doenças (Gremo, 1999).

De acordo com a (FAO, 2008), as perdas anuais na agricultura devido a vários factores bióticos rondam à volta dos 35%, sendo 14% devido à acção dos insectos, 12% pela acção das doenças e 9% pela acção das plantas infestantes.

2.3. As Principais pragas da cultura do milho em Moçambique

No que diz respeito às pragas, a cultura do milho é atacada por várias espécies de insectos desde a sementeira à colheita. Estas podem atacar as raízes, colmos, folhas e espigas. Dentre as mais prejudiciais ou seja, aquelas que atingem o nível de dano económico, está a *Spodoptera frugiperda* (Da Rosa & T, 2012).

As outras pragas que atacam a cultura do milho incluem broca do colmo (*Busseola fusca*), broca ponteadada do colmo (*Chilo partellus*), broca rosada do colmo (*Sesamia calamistis*), Jassídeos (*Cicadulina spp*), Gafanhoto Elegante (*Zonocerus elegans*) (INIA, 1994).

2.3. 1. Lagarta do funil do Milho (LFM)

a) Origem, dispersão e chegada

Nativa das Américas, a lagarta do funil de milho (*Spodoptera frugiperda*) foi registada pela primeira vez como presente no continente Africano em Janeiro de 2016 (Goergen G., 2016). A melhor evidência até ao momento sugere que a LFM introduzida na África é o haplótipo originário do Sul da Flórida (EUA) e das Caraíbas (FeedTheFuture, 2017).

A forma como chegou à África Ocidental está sujeita a especulações, embora a identificação de numerosas linhagens genéticas na África Ocidental e Central indique que houve potencialmente múltiplas introduções. Em Moçambique, elevados níveis de infestação e danos no milho foram observados (MASA, 2017)

b) Importância económica da LFM e seus danos

Segundo (BIODIVERSITY, 2018), em Moçambique, verifica-se cerca de 65% de danos no milho causados pelo LFM. MASA (2017) relata cerca 40% a 100% de nível de infestação. A LFM prejudica a cultura de milho em todas as fases de desenvolvimento, destruindo o funil, reduzindo a área fotossintética e comprometendo a produção. A LFM pode ainda atacar a base da espiga, destruindo grãos ou abrindo caminhos para microrganismos e até provocando mesmo a queda da espiga (FeedTheFuture, 2017).

c) Descrição e ciclo de vida da LFM

A lagarta do funil é uma traça nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas. É considerada uma praga devido ao seu comportamento altamente polífago, alimentando-se de 100 espécies de plantas destacando-se as mais preferidas (milho, arroz e mapira, cana-de-açúcar, algodão, amendoim, soja e batata. Esta praga é altamente migratória, com as traças fêmeas viajando 100 km por noite, permitindo que se propague rapidamente (BIODIVERSITY, 2018).

O ciclo de vida 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) e, por esta razão, as infestações ocorrem continuamente ao longo do ano, em todas regiões onde a praga é endémica. Em áreas não endémicas, as populações migratórias chegam quando as condições ambientais permitem e podem ter apenas uma geração antes de se tornarem extintas localmente (FeedTheFuture, 2017).

➤ Estágio do ovo

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. Os ovos são às vezes depositados em camadas, mas a maioria dos ovos é espalhada sobre uma única camada presa à folhagem. A fêmea também deposita uma camada de escamas acinzentadas entre os ovos e sobre a massa de ovos, conferindo uma aparência peluda (figura 2). A duração do estágio do ovo é de apenas 2 a 3 dias durante os meses quentes de verão (Figueiredo, 2006).



Figura 2: Fase de ovo da Lagarta do funil do milho

Fonte: (FeedTheFuture, 2017)

➤ Fase larval

A LFM normalmente tem 6 instares larvais. As larvas jovens são esverdeadas com a cabeça preta, a cabeça fica mais laranja no segundo instar. As larguras das cápsulas da cabeça variam de cerca de 0,3 mm (instar 1) a 2,6 mm (instar 6), e as larvas atingem comprimentos de cerca de 1 mm (instar 1) a 45 mm (instar 6). No segundo instar, mas particularmente no terceiro instar, a superfície dorsal do corpo torna-se acastanhada e linhas brancas laterais começam a se formar. Do quarto ao sexto instar a cabeça é castanha avermelhada, manchada de branco, e o corpo acastanhado possui linhas sub-dorsais e laterais brancas (Queiroz, 2019). A fase da larva crescida apresenta uma marcada branca em forma de Y invertido (na cabeça) (figura 3). A melhor característica que identifica a LFM é um conjunto de quatro grandes pontos que formam um quadrado na superfície superior do último segmento abdominal. A duração do estágio larval é de cerca de 14 dias durante o verão e 30 dias durante o inverno (Figueiredo, 2006).



Figura 3: Fase larval da Lagarta do funil de milho

Fonte: (FeedTheFuture, 2017)

➤ Fase de pupa e adulta

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 pupas podem unir detritos de folhas e outros materiais para formar um casulo na superfície do solo. Ela é castanha avermelhada, medindo 14 a 18 mm de comprimento e cerca de 4.5 mm de largura (figura 4A). 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. A fase de pupa da LFM não resiste a períodos prolongados de tempo frio (Figueiredo, 2006).

Os adultos têm uma envergadura de 32 a 40 mm. No macho, a asa anterior é sombreada de cinzento acastanhado, com manchas brancas triangulares na ponta e perto do centro da asa. As asas anteriores das fêmeas são menos distintamente marcadas, variando de um cinzento acastanhado a uma fina camada de coloração cinzento castanho. A asa posterior é branca iridescente prateada com uma borda escura em ambos os sexos (Figura 4B). Os adultos são nocturnos e são mais activos durante as noites quentes e húmidas (Figueiredo, 2006). Depois de um período de pré-oviposição, de 3 a 4 dias, a mariposa fêmea deposita a maior parte de seus ovos durante os primeiros 4 a 5 dias de vida, mas pode ocorrer alguma oviposição por até 3 semanas. A duração de vida é estimada em 10 dias (FeedTheFuture, 2017)

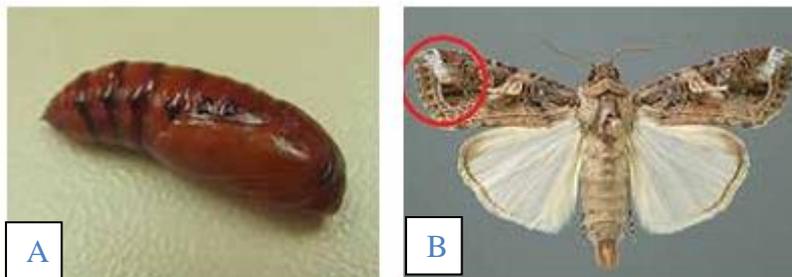


Figura 4: Fase pupal (A) e adulta (B) da Lagarta do funil do milho

Fonte: (FeedTheFuture, 2017)

2.4. As principais doenças da cultura do milho

Míldio (*Peronosclerospora sorghi*)

Míldio é uma doença provocada por um fungo que sobrevive no solo, nos restos da cultura atacada na campanha anterior, este fungo desenvolve-se melhor em temperaturas elevadas do solo e penetra na cultura pela raiz.

É mais frequente na zona sul de Moçambique, nas culturas de milho produzidas em regadio, solos pesados, zonas baixas e húmidas. Os primeiros sintomas aparecem duas semanas após a sementeira, as folhas das plantas atacadas ficam mais estreitas, cloróticas, com estrias brancas. Nas plantas atacadas por míldio a bandeira não chega a sair do invólucro das folhas, as plantas atacadas quando jovens morem antes de formar as maçarocas (Inia, 1994).

➤ Outras doenças

Na cultura de milho ocorrem outras doenças tais como, “Podridão da espiga” pode ser provocada por vários fungos dos quais se destacam a *Fusariums pp* e *Deplodia spp* e “Listrado” provocada por um vírus que tem como vector o Jassídeo (*Cicadulina spp*) sendo que os primeiros sintomas aparecem 4 a 7 dias depois da inoculação (Inia, 1994).

2.5. Biopesticidas no controlo de pragas

Os biopesticidas são organismos vivos ou produtos naturais que suprimem populações de pragas. Actualmente a procura de insecticidas de origem natural vem se tornando crescente, principalmente pelo facto de serem biodegradáveis (Pessoa, 2013). A procura pelos programas de controlo sustentável de pragas tem crescido consideravelmente no mundo em função de novas directrizes de produção agrícola, para favorecer a conservação e o uso sustentável dos recursos da natureza. A avaliação global dos mercados de bio-controlo mostra que a percentagem de biopesticidas tem crescido e prevê-se que continue a crescer a uma taxa de 10% ao ano. O uso de produtos naturais, que não causam tanta agressão ao homem, meio ambiente e solo é considerado um método de controlo alternativo de pragas (Barros, 2013).

Rodriguez & Vendramin (1996), defendem que o efeito das plantas insecticidas na sobrevivência dos insectos é mais eficiente na fase larval, pois é nessa fase que o insecto ingere as substâncias químicas presentes no alimento tratado com o extracto.

2.5.1. *Bacillus thuringiensis* (Bt)

Bacillus thuringiensis é uma bactéria gram-positiva pertencente à família *Bacillaceae*. Possui a característica de produzir esporos e formar cristal proteico com actividade tóxica. Durante o processo de esporulação a bactéria produz um cristal proteico que é tóxico. Temperatura ideal para crescimento é de aproximadamente 32°C, necessitando ser ingerido para infectar o hospedeiro (POLANCZYK, 2004). Os genes cry codificam para a formação de proteínas de

acção insecticida. As actividades destas proteínas são restritas ao trato digestivo do insecto, e dependendo da dose ingerida, podem matá-lo em menos de 48 horas (Valicente, 2014).

Sua acção ocorre em consequência da ingestão de tecidos contaminados da planta, as quais são solubilizadas, activadas, ligadas aos receptores do intestino médio onde ocorre a inserção da toxina na membrana apical, formação do poro nas células epiteliais do intestino médio e citólise. Devido a intoxicação, os insectos param de se alimentar e morrem, estimando-se que a alimentação no campo de uma lagarta infectada é reduzida em mais de 95% com relação à uma lagarta sadia (Paixão, 2012). O produto a base de Bt com maior alcance no mercado mundial é o *kurstaki*. Este produto, pouco tóxico para ácaros, coleópteros, dípteros e hemípteros. É altamente eficiente para 170 lepidópteros praga (Beegle *et al.*, 1992 & Glare *et al.*, 2016), (Agostini, 2017).

Hernandez (1998) testou 50 isolados de Bt em *S. frugiperda* no México e somente dois causaram mortalidade de 100%. Dias *et al.*, (1999) citado por (Polanczyk, 2004) testaram 23 isolados argentinos contra lagartas do terceiro instar de *S. frugiperda* e obtiveram 100% de mortalidade para 8 deles. Arango (2002) & Uribe *et al.*, (2003) citado por (Polanczyk, 2004), em estudos realizados na Colômbia, testaram Bt contra *S. frugiperda* obtendo resultados significativos afectando na sua dieta e consequente mortalidade em 70 e 95%. No Brasil vários estudos demonstram potencial do Bt no controlo de *S. frugiperda*, mais recentemente Werneck *et al.*, (2000) estudou o efeito de Bt (*kurstaki*) que causou mortalidade de 100%.

2.5.2. Pesticidas botânicos

Os produtos de origem vegetal usados no controlo de pragas (extractos botânicos) causam vários distúrbios vitais e podem levar até á morte das pragas. Araújo (2010) aponta vários efeitos dos pesticidas botânicos sobre as pragas dos quais, repelência, inibição da oviposição, inibição da alimentação, inibição do crescimento, alterações morfológicas, alterações no sistema hormonal, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos e até aumento na mortalidade. A extensão dos efeitos e o tempo de acção dos extractos botânicos são dependentes da dosagem utilizada, de maneira que a mortalidade ocorre nas dosagens maiores e os efeitos menos intensos e mais duradouros nas dosagens menores (Roel, 2001).

a. Vantagens e desvantagens dos pesticidas botânicos

Segundo Segeren (1993) as vantagens dos biopesticidas incluem o facto de serem relativamente baratos, serem de baixa toxicidade para o homem, o meio ambiente, solo e localmente disponíveis, tal como as suas fontes podem ser plantadas na vizinhança dos campos. Por outro lado possuem as desvantagens de necessitarem de algum tempo para actuar e sua preparação leva algum tempo.

Neves *etal.*, (2003) & Matruca (2014), defendem que o estudo de produtos naturais para o controlo de pragas, ganha interesse nos últimos dias motivado pelos seguintes objectivos:

- Estimular o uso tradicional de produtos que podem ser preparados localmente e de maneira simples pelos camponeses;
- Obter mais informações sobre a estrutura dos princípios biológicos desses pesticidas botânicos, entendendo como funcionam nas plantas e nos organismos nocivos;
- Identificar fontes de novos pesticidas botânicos para a sua extracção comercial.

O emprego do extracto aquoso de folhas apresenta certas vantagens em relação ao óleo extraído das sementes, pois, o processo para a extracção do óleo das sementes demanda prensa e processos especiais, dificultando a sua utilização.

2.6. Espécies de plantas com efeito pesticida em Moçambique

Segundo Segeren (1996), os quatro grupos de plantas reconhecidas com efeito pesticida são:

- ✓ Produtos derivados do tabaco (*Nicotiana tabacum*) - O produto activo mais conhecido, derivado destas espécies, é a nicotina. Actua principalmente contra afídios, moscas brancas e outros insectos pequenos.
- ✓ Produtos derivados de piretro (*Chrysanthemum cinerariae folium*) - Usado no médio oriente a séculos, produzida em grande escala na Tanzânia e no Quênia. Das suas flores é extraído um pó que actua contra lagartas, larvas de moscas e outros insectos;
- ✓ Produtos derivados do grupo de plantas amargas (família *Meliaceae*) - O mais conhecido é a azadarachtina, derivada das sementes e das folhas da margosa;
- ✓ Produtos à base de retenona - derivados de varias espécies de plantas dos géneros *Dérris*, *longocarpus* e *tephrosia*. Aparecem em maior concentração nas raízes e nos caules. São eficazes contra afídios, lagartas, tripes, coleópteros e ácaro vermelho.

2.7. Descrição dos extractos botânicos em estudo

a) Margosa (*Azadiracta indica*)

A margosa é uma planta que pertence à família *Meliaceae*, oriunda da Ásia e tem sido cultivada em vários países das Américas, da África e na Austrália, tendo vários nomes, margosa, *Melia azadirachta* L., *Melia indica* Brandis, *nim*. E é usada como matéria-prima nas indústrias de remédios, cosméticos e insecticidas (Barros, 2013) & (Viana, et al., 2006).

Para Martinez (2008), a acção da margosa sobre os insectos é bastante variável de espécie para espécie. De modo geral, a substância activa presente nos extractos de margosa (Azadiractina) afecta o desenvolvimento dos insectos de diferentes modos. Segundo Barros (2002), a Azadiractina encontrada na margosa é um composto que actua na inibição da alimentação dos insectos afectando o desenvolvimento das larvas e atrasa seu crescimento reduzindo a fecundidade e fertilidade dos adultos. Também tem a capacidade de alterar o comportamento e provoca toxicidade e conseqüente mortalidade dos ovos, larvas e adultos.

Um estudo realizado por Viana & Prates (2006), defende que a acção insecticida ocorre através da ingestão de folhas de milho tratadas, e sendo usada uma dose de 150g/l a eficiência de controlo foi de 94,4%. McAganet *al.*, (2012), constatou 40% da mortalidade de larvas no 4º dia e 100% ao 7º dia aplicando extracto de margosa na dieta artificial de *S. frugiperda*.

b) *Thevetia peruviana*

A *T. peruviana* pertencente à família *Apocynaceae* e compreende cerca de 300 espécies. É uma pequena árvore de folhas perenes, com origem no México e na Índia ocidental. Devido ao seu uso ornamental é bastante dispersa, sendo encontrada em regiões de climas tropicais e subtropicais. O mesmo autor afirma que os princípios activos responsáveis pela toxicidade da planta são os glicosídeos cardioativos ou cardiotônicos, denominados de glicosídeos esteroidais, produzidos e utilizados como insecticidas (Teixeira, 2013).

Os extractos produzidos a partir do cultivo de espécies da família *Apocynaceae* resultaram em valores de até 70% de mortalidade sobre lepidópteros e dípteros (Kaur *et al.*, 2014; Samri *et al.*, 2016) citados por (Agostini, 2017). O cultivo de *Streptomyces* de *T. peruviana* resultou na produção de extractos com actividade insecticida sobre *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera litura* e *Chilo partellus* (Hübner, 1805; Fabricius, 1775 e Swinho, 1885) respectivamente (Agostini, 2017).

c) *Tephrosia purpúrea*

A *Tephrosia purpúrea* compreende cerca de 300 espécies, destacando-se por ser um dos maiores géneros de *Fabaceae* amplamente distribuído em todo o mundo. Segundo a literatura esta espécie é exótica de origem africana, porém está amplamente distribuída por diversas áreas do mundo (Pugazhvendan, 2009). Esta espécie é facilmente reconhecida pelo hábito arbustivo às vezes decumbente, caule glabro e lenhoso (Zorzetti, 2011).

A *Tephrosia* contém princípios activos como os rotenóides, que podem agir como inibidores da respiração celular, causar rápida parada de alimentação, perda das funções locomotoras e morte (Menezes, 2005). Além desses efeitos, um estudo observou que sementes de trigo tratadas com pó de folhas de *T. purpurea* causam repelência (Pugazhvendan, 2009).

2.8. Estudos realizados sobre efeito de botânicos no controlo de pragas em Moçambique

Foram testados extractos aquosos de folhas e sementes de margosa em Nampula na estação de Namialo, no controlo de pragas de *Vigna unguiculata* tendo-se registado diferenças significativas de infestação entre talhões tratados com o controlo extractos de folhas, mas não se tendo observado diferenças significativas entre cipermetrina e extracto de sementes. Esses resultados mostram existir um potencial de plantas com propriedades insecticidas a ser explorado (INIA, 1994). Segeren (1993) constatou que a semente da mafura, pilada e misturada com os grãos de feijão nhemba, numa dose de 10 gramas por quilo de sementes, mostrou-se muito eficaz no controlo dos gorgulhos (*Callosobruchus spp*), num ensaio de 90 dias, no qual o efeito deste produto foi comparado com óleo de girassol e das folhas secas da mafura, seringa e margosa. Munguambe (2016) por sua vez realizou um estudo com o objectivo de avaliar a eficiência da aplicação de extracto de folhas de margosa em diferentes dosagens (130, 150 e 170 g/l), e cipermetrina no controlo de *Chilo partellus*, tendo constatado diante das aplicações que houve uma percentagem de infestação e densidade significativamente maior nas parcelas de controlo (1.66 e 48%), parcelas tratadas com diferentes dosagens de margosa (0.75, 0.25, 0.21 e 30%, 13%, 12%) e cipermetrina (0.17 e 9%), respectivamente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

Tabela1: Materiais usados

Utensílios	Insumos:	Protecção individual:
Enxada	Semente (var. <i>Matuba</i>);	Botas (galochas);
Balança e Sacos	Adubo (NPK e Ureia)	Chapéu
Fita métrica	Biopesticidas (<i>Bacillus thuringiensis</i> e extractos botânicos)	Luvas
Pulverizador dorsal		Fato-macaco
Triturador e Pilão		Máscara
Ficha de observação	Aderente (Sunlight)	
Corda e etiquetas		
Ancinho e Pá		
Caderno de notas		

3.1.1. Variedade Matuba

O milho matuba é uma variedade de polinização aberta (designada por *Open-Pollinated-OPV* em inglês). Esta apresenta um ciclo muito curto, o que significa menos riscos de perda da cultura e tem bons rendimentos (5 a 6 ton/ha) (Neto & Come, 2017)

3.2. Descrição da área do estudo

O ensaio foi conduzido no campus do Instituto Superior Politécnico de Gaza, localidade de Lionde distrito de Chókwè a sul da província de Gaza. Todo distrito de Chókwè é uma planície com menos de 100 m de altitude, com latitude/longitude 24°31'21''S / 33°0'16''E (figura 5). As temperaturas médias anuais rondam nos 22 a 26°C e humidade relativa média anual entre 60-65%, e a precipitação média anual situa-se entre 400-600mm (MAE., 2014).



Figura5: Mapa da área de estudo

3.3. Delineamento Experimental

O ensaio foi conduzido usando o delineamento de blocos completos casualizados (DBCC), com 5 tratamentos e 4 repetições, assim sendo, totalizando 20 talhões. A área do talhão foi de 16m² (4m*4m), com uma área útil de 9.6 m², obedecendo um compasso de 80cm * 30 cm. Resultando assim em 5 linhas constituídas por 16 plantas, o que totaliza 80 plantas por talhão conforme ilustrado na figura 6.

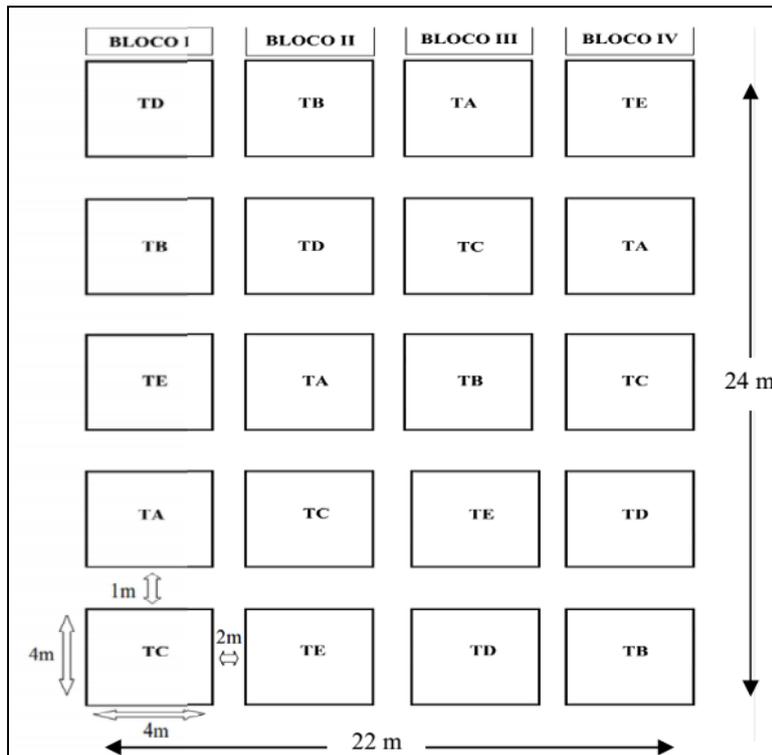


Figura6:Layout do experimento

3.4. Tratamentos

Neste estudo, foram avaliados 5 tratamentos em procedimentos iguais, dos quais, um microbial (*Bacillus thuringiensis*) e três extractos botânicos (*Thevetia peruviana*, *Tephrosia purpurea* e *Azadirachta indica*) todos comparados a testemunha (tabela 2).

Tabela2: Descrição dos tratamentos e respectivas dosagens

Tratamento	Descrição	Dosagem
TA	Testemunha (água)	0
TB	Aplicação de <i>Bacillus thuringiensis</i> (<i>kurstarki</i>)	1.25 kg/há
TC	Aplicação de <i>Phevetia peruviana</i>	150g/l
TD	Aplicação de <i>Tephrosia purpurea</i>	150g/l
TE	Aplicação de Margosa (<i>Azadirachta indica</i>).	150g/l

3.5. Condução do ensaio

3.5.1. Preparação dos biopesticidas

a) Botânicos

- O material vegetal foi colectado fresco e colocado para secar em ambiente ‘a sombra, em local seco e ventilado durante três semanas. Dentro desse período após as folhas se tornarem quebradiças, passaram para um processo de trituração com recurso a um triturador (em alguns usava-se pilão) até se obter um pó completamente fino.



Figura7: Colheita da folha (A) secagem da folha (B) trituração das folhas (C) trituração recorrendo ao pilão (D)

- Antes da pulverização, á 150gr do pó foi adicionado 1l de água e deixado por 24h. Após esse período, coou-se o extracto e adicionado sabão líquido para funcionar como adjuvante (espalhante adesivo) (0.3ml/l da calda).



Figura8: (A) Adição de água ao extracto; (B) Extracto sendo coado após 24 horas; (C) Calda pronta para ser aplicada ao por do sol.

Aplicação dos Biopesticidas

- O limiar de acção para as aplicações e de modo a se obter alta eficácia no controlo e reduzir o potencial de dano foi de 20% de incidência de plantas raspadas com nota maior ou igual a 3 na escala de Davis (anexo 1);
- Ambos os tratamentos foram aplicados em procedimentos iguais;
- A aplicação dos biopesticidas era sempre realizada após o por do sol, com objectivo de resguardá-los dos raios solares (Viana, et al., 2006)

- (Oliveira, 2007) Defende que os produtos vegetais começam a afectar o desenvolvimento da LFM alguns dias após a pulverização das folhas, em geral sete dias após da aplicação dos extractos. O que foi aplicável no presente estudo.
- Todos os biopesticidas foram aplicados com pulverizador de dorso, tendo-se efectuado a calibração antes da pulverização. Com base no mesmo concluiu-se que cada parcela precisaria de 1 l de calda. Uma vez que eram 4 parcelas por tratamento. Cada tratamento precisou de 4 litros de calda, por aplicação;
- A preparação de *B. thuringiensis* foi com base na recomendação do rótulo (1.25 kg/ha), calibrado para área da parcela do experimento (16 m²) e assim, para as 4 repetições. A área útil por parcela era de 9.6 m² (3 linhas centrais).



Figura9: Medição do *Bacillus thuringiensis* e aplicação dos tratamentos

3.5.2. Colheita do milho

O milho foi colhido manualmente após atingir a maturação fisiológica. Após a colheita, seguiu-se a secagem ao sol, debulha e por fim a medição de humidade. Pesou-se o grão, quando a humidade atingiu 13%.



Figura10: Colheita, secagem, grão debulhado e pesagem após obtenção dos 13 % de humidade.

3.5.3. Procedimentos de Avaliação

Considerando o limiar de acção de 20% de plantas com nota de dano igual e superior a 3 na escala de Davis, tal como defende (Viana, et al., 2006), procedeu-se com a aplicação dos tratamentos na área do estudo dos 14 aos 49 DDE. E as avaliações eram feitas em 10 plantas da área útil aos 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 DDE. Contudo, foram realizadas seis aplicações e sete avaliações num intervalo de 7 em 7 dias.

3.6. Variáveis medidas

As variáveis medidas nas 10 plantas da área útil por parcela foram, percentagem de plantas infestadas (%), densidade populacional, nível médio de ataque e rendimento

I. Percentagem de plantas infestadas (PPI)

A percentagem de infestação foi calculada como sendo a razão percentual entre o número de plantas infestadas e o total de plantas observadas. Foi usado a seguinte equação:

$$PPI = \frac{NPI}{NTP} * 100\% \quad (1)$$

Onde:

PPI= Percentagem de plantas infestadas;

NPI= Número de plantas infestadas;

NTP= Número total de plantas observadas.

II. Densidade populacional (DP)

Para a avaliação deste parâmetro, foram observadas 10 plantas de forma aleatória na área útil, registando-se o número de larvas presentes em cada planta e em seguida determinou-se a densidade da larva pelo quociente entre o número de indivíduos presentes (NIP) e o número de plantas observadas (NPO) através da seguinte relação:

$$DP = \frac{\sum NIP}{NPO} = \text{larvas/planta} \quad (2)$$

III. Nível médio de ataque (NMA)

Para tal, fez-se a avaliação do nível médio de ataque em 10 plantas de forma aleatória, estimando a percentagem da área foliar danificada por *S. frugiperda* usando a escala de Davis *et al.*, (1992) (Anexo 1).

Para o cálculo do NMA multiplicou-se cada nível de dano por sua respectiva frequência e dividiu-se por Pi que é o total das frequências como a seguir mostra:

$$NMA = \frac{1 * P1 + 2 * P2 + 3 * P3 + 4 * P4}{Pi}$$

Onde: (3)

NMA= Nível médio de ataque

P1, P2, P3 e P4 = Frequência com nível de infestação 1,2,3 e 4, respectivamente

Pi= Total de plantas observadas na área útil

3.6.1. Rendimento e perdas de rendimento

Por ocasião da colheita, toda espiga da área útil por parcela foi levado a debulha. O peso obtido por parcela corrigiu-se para o teor de humidade padrão de 13% através da secagem ao sol e em seguida expresso em ton/ha.

O rendimento foi obtido com base a razão entre peso de grão de milho (kg) e área útil convertido em ton/ha.

$$\text{Rend} = [(P * 10000) / A] / 1000 \quad (4)$$

Rend= rendimento (ton/ha); P= peso de grão (kg); A= área útil

➤ Perdas de rendimento

Para se determinar a percentagem (%) de perda foi considerado o rendimento potencial da cultura de milho matuba (4 ton/há) (Come & Neto, 2017), e o rendimento actual ou obtido para cada tratamento, usando a expressão abaixo: (5)

$$\% \text{ Perdas} = \frac{(\text{Rendimento potencial} - \text{Rendimento actual})}{\text{Rendimento potencial}} * 100\%$$

3.7. Análise de dados

Para a organização dos dados, esboço de gráficos e tabelas usou-se o Excel. Para análise de variância (ANOVA), foi usado o pacote estatístico "STATA versão 13 ", a 5% de nível de significância. Para validar ANOVA, foi usado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e homoskedasticidade de Breusch-Pagan respectivamente. Em seguida os dados foram submetidos a comparação de médias usando o teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percentagem de infestação (%)

No geral, a percentagem de infestação variou entre 2.5% à 65%, tendo-se observado uma tendência decrescente com o tempo. A tabela de comparação de médias mostrou que os tratamentos tiveram um efeito significativo ($p < 0.05$) sobre a percentagem de infestação da larva apenas aos 28 e 49 DDE (dias depois da emergência), (Tabela 3).

Tabela 3: Médias de infestação (larva) com aplicação de biopesticidas

Trat.	Avaliação						
	0 7DDE	1 ^a 14DDE	2 ^a 21DDE	3 ^a 28DDE	4 ^a 35DDE	5 ^a 42DDE	6 ^a 49DDE
T1 (controle)	65	45	57.5	37,5ab	32,5	22,5	27,5b
T2 (<i>Bt</i>)	42.5	40	15	10c	7,5	12,5	5a
T3 (<i>T. peruviana</i>)	55	45	52.5	52.5b	20	20	10a
T4 (<i>T. purpurea</i>)	52.5	37.5	37.5	40ab			
T5 (<i>A. indica</i>)	40	55	47.5	12.5ac	20	2,5	2,5a
Valor-P	-	0.7427	0.1219	0.0029	0.0536	0.5530	0.0050

Pares de média com letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.

É de salientar que *Tephrosia purpurea* (T4), a partir da 3^a, 4^a e 5^a avaliação, não se fez aplicação, devido a indisponibilidade deste na fonte de obtenção.

O nível de infestação observado na primeira avaliação (7 DDE) mostrou-se elevado, e variou entre 40% à 65%. Isto devendo se ao facto da avaliação ter sido feita antes da aplicação de biopesticidas.

Na 3^a avaliação aos 28 DDE, o *Bacillus thuringiensis*, apresentou-se melhor, com menor percentagem de infestação (10%), embora não significativamente diferente em relação a *A. indica* (12.5%), entretanto, significativamente diferente com extracto de *Thevetia peruviana* e de *Tephrosia purpurea* estes por sua vez, não significativamente diferentes entre si.

O nível de infestação verificado com extractos de *Thevetia peruviana* e *Tephrosia purpurea*, nesta fase (3^a avaliação) era suposto que fosse baixo. Esse aumento de infestação por larvas nestes dois extractos pode estar relacionado com a redução de inimigos naturais que poderiam realizar o controlo da *S. frugiperda* de forma natural, assim como pode dever-se a baixa eficiência dos biopesticidas. Além disso, Fabricius (1775) citado por (Guzzo, 2008), fundamenta que os pesticidas botânicos têm a acção cumulativa.

Aos 49 DDE, os biopesticidas *B. thuringiensis* T2 (5%), *Thevetia peruviana* T3 (10%) e *Azadirachta indica* T5 (2,5%), mostraram-se com menores percentagens de infestação provavelmente em consequência da redução acentuada das larvas, não tendo diferido estatisticamente entre si, porém diferem em comparação a testemunha T1 (27,5%). Os resultados nesta fase (49 DDE) vão ao encontro dos relatados por Kaur *et al.*, (2014), Samri *et al.*, (2016) para extractos produzidos a partir de espécies da família *Apocynaceae* que resultou em 70% de mortalidade sobre lepidópteros (Agostini, 2017). No estudo realizado por Munguambe (2016) testando diferentes dosagens de extractos de *A. indica*, obteve 8.3% de infestação por *Chilo partellus* a uma dose 170g/l.

Densidade populacional (DP)

No todo, a densidade populacional de larva variou entre 0 à 1.33. A tabela de comparação de médias mostrou que os tratamentos tiveram efeitos significativos ($p < 0.05$) em relação à densidade populacional da lagarta aos 21, 42 e 49 DDE e não significativo nas avaliações feitas aos 14, 28, e 35 DDE (tabela 4).

Tabela 4: Médias de DP da lagarta do funil (larva) nos diferentes tratamentos

Trat.	Avaliação						
	0 7DDE	1 ^a 14DDE	2 ^a 21DDE	3 ^a 28DDE	4 ^a 35DDE	5 ^a 42DDE	6 ^a 49DDE
T1 (controlo)	0.70	0.53	1.33a	0.43	0.33	0.28b	0.35b
T2 (<i>Bt</i>)	0.75	0.43	0.15b	0.10	0.10	0.08ab	0.05a
T3 (<i>T. peruviana</i>)	0.58	0.35	0.58a	0.50	0.18	0.18ab	0.18ab
T4 (<i>T. purpurea</i>)	0.53	0.50	0.48ab	0.35			
T5 (<i>A. indica</i>)	0.48	0.78	0.6a	0.20	0.20	0.03a	0a
Valor-P	-	0.3509	0.0071	0.2065	0.1145	0.0336	0.0141

Pares de média com letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.

A *Tephrosia purpurea* (T4), a partir da 3^a, 4^a e 5^a avaliação, não se fez aplicação, devido a indisponibilidade deste na fonte de obtenção.

A densidade populacional de larvas aos 7 DDE foi de 0.53 à 0.75. Após a primeira aplicação feita ou seja, aos 14, 28 e 35 DDE, a densidade populacional de lagarta variou de 0.53 à 0.78; 0.10 à 0.43 e 0.10 à 0.33 respectivamente.

Na segunda avaliação (21 DDE), os tratamentos mostraram efeito significativo sobre a densidade de larvas, sendo que, as médias de densidade populacional observadas na testemunha (T1) (com maior densidade (1.33)), *Thevetia peruviana* (T3) e *Azadirachta indica*

(T5) não diferiram entre si, entretanto, diferiram em comparação com *Bacillus thuringiensis* (T2) (com menor densidade (0.15)) e *Tephrosia purpurea* (T4) e estes por sua vez, não foram significativamente diferentes entre si. Face ao comportamento dos extractos verificado nesta segunda avaliação, pode se concluir segundo Oliveira (2007), que produtos insecticidas de origem vegetal possuem efeito após a ingestão, inibindo algumas das funções vitais, tais como reprodução, alimentação, crescimento, sempre na dependência da concentração utilizada antes de provocar mortalidade ressaltando ainda que os extractos botânicos tem efeito cumulativo.

Na 5ª avaliação aos 42 DDE, a *A. indica*, apresentou-se melhor, com menor densidade populacional (0.03), embora não significativamente diferente em relação a *B. thuringiensis* (0.08) e *Thevetia peruviana* (0.18) estes por sua vez, não significativamente diferentes entre si, entretanto, significativamente diferente quando comparados a testemunha (0.28).

Na última avaliação (49 DDE), a densidade populacional de larvas para *Bacillus thuringiensis* (T2) e *Azadirachta indica* (T5) mostraram-se melhor (0.05 e 0) e não tendo diferido estatisticamente, porém, não significativamente diferente com as médias observados na testemunha (T1) e *Thevetia peruviana* (T3), estes por sua vez, mostraram-se diferentes entre si. Munguambe (2016), usando uma dose de extractos de folhas de margosa (*Azadirachta indica*) de 170 g/l para o controle de *Chilo partellus*, atingiu uma média de 0.21 larvas por planta. No presente estudo, para *B. thuringiensis* (T2) e *A. indica* (T5) foram observados 0.05 e 0 larvas/planta respectivamente, sendo que no Brasil vários estudos demonstram potencial do Bt no controle de *S. frugiperda*, e recentemente Werneck *et al.*, (2000) citado por (Polanczyk, 2004) estudaram o efeito de Bt (*kurstaki*) onde causou mortalidade de 100% de larvas, o que corrobora com o biopesticida Bt usado neste estudo (*kurstaki*).

Olhando para 2ª, 5ª e 6ª avaliação, cujas apresentaram se com um efeito significativo pode se concluir que os biopesticidas apresentam alterações com o tempo no comportamento das larvas. Todos os tratamentos mostraram uma tendência decrescente sobre a densidade da larva, sendo isso comprovado com a testemunha (sem aplicação), apresentando médias oscilatórias (1.33 na 2ª avaliação, 0.28 na 5ª avaliação e 0.35 na 6ª avaliação).

Nível médio de ataque (NMA)

A tabela de comparação de médias mostrou que os tratamentos tiveram efeito significativo ($p < 0.05$) a 21;35 e 49 DDE sobre o NMA, e tendo-se mostrado não significativo a 14, 28 e 42 DDE. A nível de todas avaliações, este parâmetro variou entre 0 à 2.55 (tabela 5).

Tabela 5: Nível médio de ataque da lagarta de funil

Tratamentos.	Avaliação						
	0 7DDE	1 ^a 14DDE	2 ^a 21DDE	3 ^a 28DDE	4 ^a 35DDE	5 ^a 42DDE	6 ^a 49DDE
T1 (controlo)	1.90	1,48	1.63abc	2.10	1.73b	0.90	0.98b
T2 (<i>Bt</i>)	2.33	1.28	0.73a	0.53	1.28a	0.40	0.20a
T3 (<i>T. peruviana</i>)	2.23	1.48	2,1bc	2.63	1.93ab	0.78	0.45ab
T4 (<i>T. purpurea</i>)	1.33	1.35	2.55c	2.50			
T5 (<i>A. indica</i>)	1.98	1.35	1.40ab	0.55	1.60a	0.13	0.00a
Valor-P	-	0.8961	0.0052	0.0004	0.0347	0.2706	0.0043

Pares de média com letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.

A *Tephrosia purpurea* (T4), a partir da 3^a, 4^a e 5^a avaliação, não se fez aplicação, devido a indisponibilidade deste na fonte de obtenção.

Aos 7 DDE, o nível médio de ataque variou de 1.90 à 2.33. Na avaliação feita aos 14, 28, e 42 DDE, as médias foram 1.28 à 1.48; 0.53 à 2.50 e 0 à 98 respectivamente.

Na avaliação feita aos 21 DDE, verificou-se que o nível médio de ataque de testemunha (T1), não foi estatisticamente diferente em relação a médias observados com *Bacillus thuringiensis* (T2), *Thevetia peruviana* (T3), *Tephrosia purpurea* (T4) e *Azadirachta indica* (T5). A média de ataque para o extracto de *Thevetia peruviana* (T3) e *Tephrosia purpurea* (T4), não diferiram estatisticamente, porém diferiu em relação a *Bacillus thuringiensis* (T2) e *Azadirachta indica* (T5), estes por sua vez, não significativos entre si. Observa-se ainda que a *T. purpurea* T4 e *T. peruviana* T3 demonstraram ineficiência, com maiores notas de dano (2.55) e (2.1) respectivamente, vindo a ultrapassar os danos registados no T1 testemunha (1.63) apesar de não ter sido tomada nenhuma medida de controlo. Porém, Schmutterer (1988), defende que a morte do insecto alvo, depende da concentração e do tempo de exposição, outro aspecto a considerar é que os insectos são capazes de diferenciar as partes tratadas e não tratadas. Evidenciando também que a pulverização deve ser cuidadosamente realizada em alto volume e uma uniforme distribuição da calda (Lima, et al., 2009).

As avaliações feitas aos 35 e 49 DDE, ambas revelaram que os níveis de ataque na testemunha T1 e *Thevetia peruviana* T3 não diferem estatisticamente entre si, entretanto diferem em comparação com *Bacillus thuringiensis* T2 e *Azadirachta indica* T5, e estes por sua vez, não significativamente diferentes entre si. Os baixos níveis médio de ataque foram verificados com extractos de *Bacillus thuringiensis* (0.20) e *Azadirachta indica* (0). Este resultado é suportado por outros estudos anteriores que relataram que com a aplicação de *Azadirachta indica* 15 ml/l e Bt 10g/l com notas médias de 0.93 e 0.98, diferiram da testemunha, com nota 2.38 (Pessoa,2009), tal como foi constatado por Viana *etal.*, (2006) ao implementar um estudo sobre o uso de extracto de folhas de *Azadirachta indica* para o controlo de *S. frugiperda*, tinha como tratamentos 150 e 113 g/l da calda e testemunho (água), tendo resultado num dano foliar de 2.62, 2.65 e 7.83 respectivamente.

4.2. Rendimento e Percentagem de Perda

Os resultados da análise de variância (Anexo 7) revelaram que os tratamentos tiveram efeito significativo ($p < 0.05$) sobre o rendimento. O gráfico abaixo, mostra que o rendimento médio de grão de milho variou de 1.59 à 2.5 ton/ha. Sendo que, a menor média (1.59 ton/ha) foi verificada na testemunha e a maior (2.5ton/ha) com *Azadirachta indica*. Os resultados da análise de variância revelaram que os tratamentos têm efeito significativo sobre o rendimento.

A média de rendimentos obtidos com *A. indica* e *B. thuringiensis* mostraram-se melhor, e não tendo diferido estatisticamente, embora não significativamente diferente com as médias observadas na *Tephrosia purpúrea* e *Thevetia peruviana*, estes por sua vez, não significativamente diferente entre si, entretanto, significativamente diferente quando comparados a testemunha. (gráfico11).

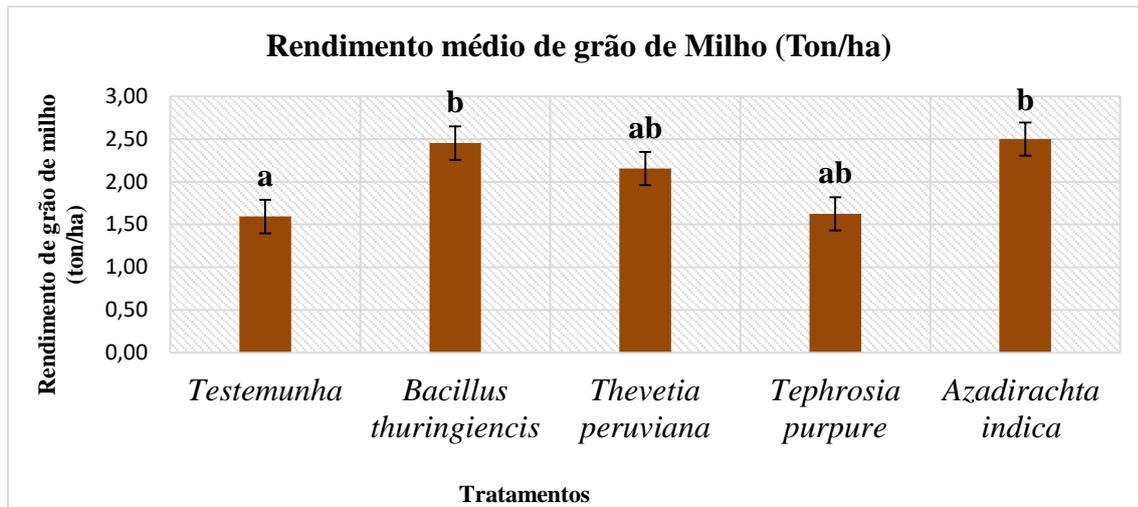


Gráfico11: Rendimento médio de Grão de milho (ton/ha) obtido com aplicação de biopesticidas

Barras seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.

O extracto a base de *Tephrosia purpúrea* resultou em menor média de rendimento de grão (1.63 ton/ha) em comparado com os outros biopesticidas (seis aplicações), podendo isso ser originado pelo facto de não terem sido efectuadas as últimas três aplicações devido a indisponibilidade deste na fonte de obtenção.

O extracto obtido da folha de *T. peruviana* (2.16 ton/ha) na concentração avaliada mostrou-se menos tóxico para a espécie alvo, assim sendo, pode se concluir que o ingrediente activo não é específico a *S. frugiperda* (Agostini, 2017), ou que sejam necessárias aplicações de concentrações superiores às utilizadas. A mesma concentração mostra não ter um bom efeito no tempo, o que corrobora com os fundamentos de Oliveira (2007), os produtos em campo começam a afectar o desenvolvimento da lagarta após alguns dias da ingestão das folhas pulverizadas, observado na avaliação efectuada aos sete dias após a aplicação dos extractos.

A média de rendimento com Bt (2.45 ton/ha) não foi significativamente diferente em relação a *Azadirachta indica* (2.5 ton/ha), sendo os melhores resultados observados neste estudo. Segundo Come & Neto (2017), os rendimentos da variedade matuba, giram em torno de 4 ton/há, entretanto, os rendimentos de grão de milho obtidos com a mesma variedade no presente estudo, encontram-se distantes (1.59 à 2.5 ton/ha) devido a várias razões explícitas abaixo.

Os níveis baixos de rendimento obtidos neste ensaio (em todos tratamentos) em relação ao rendimento potencial (4ton/há) da variedade matuba para Moçambique (Come & Neto, 2017), não deveram-se apenas ao ataque da *Spodoptera frugiperda*, mas também a acção de outros factores não controlados como fertilidade do solo, elevados níveis de infestação pela LFM e altos níveis de incidência de doenças (míldio e listrado). Segundo MASA (2017) infestação severa por LFM pode implicar perda de 100% de rendimento. Para Casela *et al.*, (2006) na cultura de milho, o listrado e míldio podem reduzir a produção de grãos em 30 e 50 % respectivamente. Cruz (1995) ressaltou que factores como declínio da temperatura, ocorrência de chuvas e característica da população do insecto podem reduzir sua densidade, influenciando em danos inferiores. A cultura necessita que os índices dos factores climáticos, especialmente a temperatura, a precipitação fluviométrica e o fotoperíodo atinjam níveis considerados óptimos para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo (Cruz, 2010).

A tabela 6 revela as perdas de rendimento observadas com aplicação de biopesticidas. As perdas de rendimento obtidas, alinham se com as tendências observadas nos tratamentos dentro do parâmetro rendimento e densidade populacional.

Tabela6:Perdas de rendimento

<i>Azadirachta indica</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Thevetia peruviana</i>	<i>Tephrosia purpurea</i>	Testemunho
37.5%	38.8%	46%	59%	60%

Entretanto, os resultados obtidos neste estudo, não estão distantes dos resultados reportados por (Valicente, 2014) em manejo integrado de pragas na cultura de milho, tendo reportado perdas de rendimento de 34 à 52 %. Dependendo da densidade da população e a fase fenológica da cultura atacada, as perdas de rendimento podem variar de 20 a 60%, e em casos de infestação severa, perda completa da cultura pode ocorrer, ou seja 100% de perdas de rendimento (Figueiredo, 2006) citado por MASA (2017).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusão

- O nível de infestação variou entre 2.5% à 65%, tendo-se verificado efeito significativo dos tratamentos aos 28 e 49 DDE. A densidade populacional de lagarta foi entre 0 à 1.33 lagarta/planta e os tratamentos tiveram efeito significativo aos 21, 42 e 49 DDE. Sendo que o nível de ataque variou de 0 à 2.55 e os tratamentos tiveram efeito significativo aos 21; 35 e 49 DDE
- Os tratamentos a base de *Azadirachta indica* e *Bacillus thuringiensis* mostraram melhor controlo em relação à densidade populacional, percentagem de infestação e nível médio de ataque comparativamente aos outros tratamentos (*Thevetia peruviana* e *Tephrosia purpúrea*)
- Os tratamentos com *Azadirachta indica* e *Bacillus thuringiensis* apresentaram-se com maior rendimento do grão de milho quando comparado com outros tratamentos. O tratamento sem nenhuma aplicação resultou no rendimento mais baixo
- Os biopesticidas testados neste estudo reduziram significativamente o nível de infestação, densidade e nível medio de ataque, mas não foram capazes de proporcionar um rendimento potencial esperado, mas nem com isso, os rendimentos obtidos são favoráveis, o que não se iguala a não aplicação dos mesmos
- Os resultados obtidos neste estudo mostram que existe uma redução de perdas de rendimento em cerca de 37 % (*A. indica*) quando se aplicam biopesticidas, o que não é mau considerando o facto de que o sector familiar não aplica nada, tal como verificaram-se neste mesmo estudo perdas de até 60 % (testemunha) onde não se fez controlo.

5.2.Recomendações

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, recomenda-se:

Aos agricultores:

➤ A aplicação de biopesticidas a base de *Azadirachta indica* (150g/l) mostrou-se mais eficiente e recomendável por ser barato, acessível, fácil de preparar. Para os grandes agricultores, o biopesticida a base de Bt, também é uma boa alternativa pois, apresentou bons resultados face aos parâmetros avaliados.

➤ Aos técnicos (extensionistas)

Que ajudem na divulgação dos métodos de controlo da lagarta do funil de milho obtidos neste estudo às comunidades agrícolas através dos meios possuídos.

Aos Investigadores:

- Que sejam desenvolvidos mais estudos de investigação similares em Moçambique, pois, os seus resultados são ditados consoante as condições ou exigências edafo-climáticas de cada distrito ou província;
- Que seja feita a realização de mais estudos relacionados com a identificação de plantas com propriedades insecticidas, e que sejam facilmente disponíveis para o produtor e menos agressivas ao homem e ambiente;
- Recomenda-se ainda que se façam estudos e sejam contempladas observações de ocorrência de inimigos naturais da *S. frugiperda*, como forma de se encontrarem outras alternativas baratas para um controlo sustentável.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achicala R. et al., 2015. *Anuário de Estatísticas Agrárias*; s.l.:s.n.
- Agostini, T., 2017. *Potencial Insecticida de Um Extracto Quitinolítico de Streptomyces sp. Sobre Spodoptera frugiperda*. Universidade Estadual Paulista.. s.l.:s.n.
- Araújo, e. a., 2010. *Usos, efeitos e potencial toxico dos agrotoxicos na qualidade do solo*. s.l.:s.n.
- Barros, 2013. *Uso de produtos naturais com efeito isecticida no controlo de pragas*. s.l.:s.n.
- BIODIVERSITY, A. C. F., 2018. *O milho Bt e a lagarta do funil em Africa: desmistificando as alegações da indústria*. South - Africa: s.n.
- Bueno, 1992. *Seleção de variedades de Milho em Moçambique. Série Investigação numero1 INIA*.. Maputo: s.n.
- Cambaza, M., 2007. *Estudos de datas de sementeira para reduzir o risco de falhas na cultura de milho em Agricultura de sequeiro no Distrito de Chókwè, UEM*.. Chókwè: s.n.
- Casela, A., Ferreira, N. & N.F, & P., 2006. *Doenças da cultura do milho*. Sete lagoas: Embrapa.
- Come, J. M. & Neto, C. D., 2017. → *Adopção da variedade de milho matuba pelos pequenos produtores do distrito de sussundenga*. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*., Moçambique: s.n.
- CRIAREPLANTAR, 2008. Disponível em: <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/milho>; Acessado a 23/09/2020. s.l.:s.n.
- Cruz, 2010 . *Sistema de produção. Cultivo de milho, Pragas*. Embrapa. s.l.:s.n.
- Cruz, I. A., 1995. *Lagarta-do-cartucho na cultura do milho*. EMBRAPA 45p.. s.l.:s.n.
- Da Rosa, A. P. S. A. & T, B. H., 2012. *Bioecologia e controle de Spodoptera frugiperda em milho*. Pelotas: s.n.

- Daronco, 2013. *Óleos essenciais no tratamento de sementes de soja*, Universidade Regional do Noroeste. rio Grande do Sul: s.n.
- Faggion, A., 2017. *Níveis de Acção de Controlo de S. frugiperda na cultura do milho*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná ed. s.l.:s.n.
- Fancelli, L. A. & N. D. D., 2000. *Produção de milho*. Guaíba Agropecuária;. s.l.:s.n.
- FAO, 2008. → FAO, (2000). *Tropical Maize Improvement and Production. Plant Production and Protection Series*. s.l.:s.n.
- FAO, 2015. *Programa da FAO em Moçambique no âmbito do programa das Nações Unidas ‘‘Delivering as One’’*. s.l.:s.n.
- FeedTheFuture, 2017. → *Lagarta do funil do milho em África: um guia para o manejo integrado de pragas |Primeira edição*.. Maputo: s.n.
- Figueiredo, 2006. *Relação entre a lagarta do funil e seus agentesde controlo biológico*.. Brasília: Universidade Federal de São Carlos. Embrapa.
- Figueiredo, e. a., 2006. *Relação entre a lagarta do funil e seus agentesde controlo biológico*. Universidade Federal de São Carlos. Brasília: s.n.
- Goergen G., 2016. *First report of outbreaks of the fall armyworm Spodoptera frugiperda (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in west and central Africa*. s.l.:s.n.
- Gremo, N., 1999. *Efeito de aplicação da seringueira em diferentes dosagens no controle da broca da couve*. Faculdade de Agronomia e Engenharia florestal. <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>.. s.l.:s.n.
- Guzzo, E., 2008. *Seleção de genótipos de feijoeiro Phaseolus vulgaris (L.) resistentes aos carunchos e Zabrotes (Coleoptera Bruchidae) e o seu uso associado com insecticidas botânicos*. Escola Superior de Agricultura Luís Queiroz ed. São Paulo: s.n.
- Hernandez, J. L., 1988. *Evaluation de la toxicite de Bacillius thuringiensis sur Spodoptera frugiperda*. Entomophaga. París: s.n.

- IIAM, 2016. *Rentabilidade da cultura de milho na zona Sul de Moçambique. Relatório Preliminar de Pesquisa, Moçambique.* s.l.:s.n.
- INE, 2002. *Censo Agro-pecuário 1999-2000.* Maputo: s.n.
- Inia, 1994. *Pragas e doenças da cultura de milho (Zea mays).* s.l.:s.n.
- INIA, 1994. *Pragas, Doenças e Ervas Daninhas nas culturas alimentares em Moçambique. Ministério da Agricultura.* s.l.:s.n.
- Kaur, T., Vasudev, A., Sohal, S. & K, & M. R., 2014. *Insecticidal and growth inhibitory potencial of Streptomyces hydrogenans DH16 on major pest of India, Spodoptera litura.* BMC Microbiology ed. s.l.:s.n.
- Lima, M. P. L., Oliveira, J. V. & Marques, J., 2009. *Manejo da lagarta-do-cartucho em milho com formulações de nim e Bacillus thuringiensis.* Santa Maria.: s.n.
- MAE., 2014. *Direcção Nacional da Administração. Perfil do Distrito do Chókwè Província de Gaza.* Maputo: s.n.
- Martinez, S. S., 2008. *O Nim - Azadirachta Indica, Um Insecticida Natural. Instituto Agronómico de Paraná;* s.l.:s.n.
- MASA, 2017. *Acesso em 15 de Abril de 2019. Disponível em*<http://www.masa.gov.mz/agricultura/sanidade-vegetal/>; s.l.:s.n.
- MASA, 2019. *Monitoria da Campanha Agraria 2018/19.* s.l.:s.n.
- McAgnan, R. e. a., 2012. *Eficacia de extractos vegetais no controlo de Spodoptera frugiperda em milho. Universidade do Contestado.* s.l.:s.n.
- Menezes, E., 2005. *Insecticidas botânicos: seus princípios activos, modo de acção e uso agrícola.* ; Rio de Janeiro: s.n.
- Munguambe, 2016. *Eficiência do extracto de folhas de margosa no controlo da broca do colmo do milho Chilo partellus., Monografia Científica.* Xai-xai.: s.n.
- Neto & Come, 2017. *Adopção da variedade de milho matuba pelos pequenos produtores do distrito de sussundenga. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Moçambique.* s.l.:s.n.

- NEVES B. P., e. a., 2003. *Cultivo e Utilização de Nim indiano*. Goiás : s.n.
- Oliveira, C. A., 2007 . *Ciências Geotécnicas. Eficiência de produtos vegetais no controlo da Spodoptera frugiperda (j.e.smith, 1797) (lepidoptera: noctuidae)*. s.l.:s.n.
- Paixão, M. F., 2012. *Efeito de formulações e métodos de aplicação de Bacillus thuringiensis (Berliner, 1915) Sobre Grapholita molesta (Busck, 1916) Lepidoptera*. s.l.:s.n.
- Pessoa, 2013. *Avaliação de toxicidade do extracto contendo Nim (Azadirachta Indica L.) na Cana-de-açucar (Saccharum officinarum L.)*. Recife: s.n.
- Polanczyk, e. a., 2004. *Isolamento de acillus thuringiensis Brrliner a partir de amostras de solos e sua patogenicidade para Spodopera frugiperda*. s.l.:s.n.
- POLANCZYK, R. A., 2004. *Estudos de Bacillus thuringiensis Berliner Visando ao Controlo de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)*. Estado de São Paulo Brasil: s.n.
- Pugazhvendan, S. R. e. t., 2009. *Repellent activity of chosen plant species against Tribolium castaneum*. *World Journal of Zoology, Egypt*;. s.l.:s.n.
- Queiroz, L. R., 2019. *Agentes de Controlo Biológico e Manejo de Lagartas na Cultura do Milho Verde, em Sistema Orgânico de Produção*. Embrapa Milho e Sorgo;. s.l.:s.n.
- Roel, A., 2001. *Utilização de plantas com propriedades insecticidas. Uma contribuição para o desenvolvimento sustentável*. s.l.:s.n.
- Schmutterer, H., 1988. *Potencial of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries*. *Journal of insect Physiology* ed. Amsterdam: s.n.
- SEGEREN, P., 1996. *Pesticidas naturais: uma alternativa para sector familiar? INIA, Maputo, Moçambique*.. s.l.:s.n.
- Teixeira, e. a., 2013. *Aspectos toxicológicos de Thevetia peruviana e perfil dos usuários em gurupi-to.*, *Revista Científica do ITPAC, Brasil*.. s.l.:s.n.
- Vainsencher, S. A., 2014. *Portugueses levaram milho para África e Ásia Pesquisadora da fundação Nabuco*. Recife: s.n.

Valicente, F. H., 2014. *Controlo da lagarta-do-cartucho em qualquer cultivo. Mapa - Secretaria De Defesa Agropecuária - Ato N° 6 (Biocontrolo)*. s.l.:s.n.

Vendramin, R. &, 1996. *Avaliação da bioatividade de extractos aquosos de Meliciae sobre S. frugiperda (J.E. Smith)*. Piracicaba: s.n.

Viana, P. A., Prates, H. T. & Ribeiro, P., 2006. *Uso do Extrato Aquoso de Folhas de NIM para o Controlo de Spodoptera frugiperda na Cultura do Milho. Embrapa*. s.l.:s.n.

Zorzetti, J. e. a., 2011. *Acção Insecticida De Extractos Vegetais Sobre Hypothenemus Hampei. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil;*. s.l.:s.n.

ANEXOS

Anexo 1: Escala visual de danos para *Spodoptera frugiperda* (Davis et al., 1992)

Nota	Descrição
0	Planta sem dano.
1	Planta com pontuações (mais que uma pontuação por planta).
2	Planta com pontuações; 1 a 3 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm).
3	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (até 1,5 cm).
4	Planta com 1 a 5 lesões circulares pequenas (até 1,5 cm); mais 1 a 3 lesões alongadas (maiores que 1,5 cm e menores que 3 cm).
5	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3 cm) em 1 a 2 folhas; mais 1 a 5 furos ou lesões alongadas até 1,5 cm.
6	Planta com 1 a 3 lesões alongadas grandes (maior que 3 cm) em 2 ou mais folhas; mais 1 a 3 furos grandes (maior que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas.
7	Planta com 3 a 5 lesões alongadas grandes (maior que 3,5 cm) em 2 ou mais folhas; mais 3 a 5 furos grandes (maior que 1,5 cm) em 2 ou mais folhas.
8	Planta com muitas lesões alongadas (mais que 5) de todos os tamanhos na maioria das folhas. Muitos furos médios a grandes (mais que 5) maiores que 3 cm em muitas folhas.
9	Plantas com muitas folhas, na quase totalidade, destruídas.



nota 0

Cartuchos sem lesões



nota 1

Folhas raspadas



nota 2

Folhas raspadas e pequenas lesões circulares



nota 3

Cartucho com poucas lesões circulares ou indefinidas de até 1,3 cm nas folhas expandidas e novas



nota 4

Cartucho com várias lesões entre 1,3 e 2,5 cm nas folhas expandidas e novas



nota 5

Cartucho com várias lesões maiores que 2,5 cm presentes em algumas folhas expandidas e novas



nota 6

Cartucho com várias lesões maiores que 2,5 cm presentes em várias folhas expandidas e novas



nota 7

Cartucho com várias lesões irregulares e algumas áreas das folhas completamente comidas



nota 8

Cartucho com várias lesões irregulares e várias folhas completamente comidas



nota 9

Planta completamente destruída

Referência: Davis et al. 1992, Technical Bulletin, 186.

Anexo 2: Ficha de observações para anotação de dados

TRATAMENTO I																																								
N° planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infestação																																								
Densidade da lagarta																																								
Presença do ovo																																								
Níveldedano/Severidade																																								
	TAR1					TAR2					TAR3					TAR4																								
TRATAMENTO II																																								
N° planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infestação																																								
Densidade da lagarta																																								
Presença do ovo																																								
Níveldedano/Severidade																																								
	TBR1					TBR2					TBR3					TBR4																								
TRATAMENTO III																																								
N° planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infestação																																								
Densidade da lagarta																																								
Presença do ovo																																								
Níveldedano/Severidade																																								
	TCR1					TCR2					TCR3					TCR4																								

Anexo 3: Fórmula para cálculo do talhão perdido

$$y = \frac{rB_o + tT - G_o}{(r - 1)(t - 1)}$$

Onde:

y – valor estimado para o talhão perdido

r – numero de repetições

B_o – total no bloco com o talhão perdido

t – numero de tratamentos

T – total do tratamento com informação perdida

G_o – grand total disponível

(6)

Anexo 4: Análise de variância para Percentagem (%) de Infestação

Number of obs = 20 R-squared = 0.2536
 Root MSE = 19.1485 Adj R-squared = -0.1818

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1495	7	213.571429	0.58	0.7582
trat	720	4	180	0.49	0.7427
bl	775	3	258.333333	0.70	0.5674
Residual	4400	12	366.666667		
Total	5895	19	310.263158		

erro,r

rro

Shapiro-Wilk W test for normal data

ble	Obs	W	V	z	Prob>z
rro	20	0.96186	0.903	-0.206	0.58166

erro

agan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 0.70
 Prob > chi2 = 0.4032

Number of obs = 20 R-squared = 0.7333
 Root MSE = 1.62411 Adj R-squared = 0.5778

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	87.0406818	7	12.4343831	4.71	0.0094
trat	78.7569055	4	19.6892264	7.46	0.0029
bl	8.28377639	3	2.7612588	1.05	0.4073
Residual	31.6529726	12	2.63774772		
Total	118.693654	19	6.24703445		

predict erro1,r

swilk erro1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro1	20	0.96793	0.759	-0.556	0.71073

hettest erro1

reusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro1

chi2(1) = 0.51
 Prob > chi2 = 0.4756

Number of obs = 20 R-squared = 0.4843
 Root MSE = 22.2111 Adj R-squared = 0.1835

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	5560	7	794.285714	1.61	0.2235
trat	4480	4	1120	2.27	0.1219
bl	1080	3	360	0.73	0.5538
Residual	5920	12	493.333333		
Total	11480	19	604.210526		

. predict erro, r

. rilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	20	0.95418	1.085	0.163	0.43507

. tttest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
 Variables: erro

chi2(1) = 1.67
 Prob > chi2 = 0.1964

Number of obs = 16 R-squared = 0.5833
 Root MSE = 10.5409 Adj R-squared = 0.3056

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1400	6	233.3333333	2.10	0.1525
trat	1250	3	416.6666667	3.75	0.0536
bl	150	3	50	0.45	0.7235
Residual	1000	9	111.1111111		
Total	2400	15	160		

. predict erro, r

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	16	0.97231	0.561	-1.148	0.87445

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
 Variables: erro

chi2(1) = 0.00
 Prob > chi2 = 1.0000

. anova ni trat bl

Number of obs = 16 R-squared = 0.7586
Root MSE = 7.63763 Adj R-squared = 0.5977

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1650	6	275	4.71	0.0192
trat	1525	3	508.333333	8.71	0.0050
bl	125	3	41.6666667	0.71	0.5678
Residual	525	9	58.3333333		
Total	2175	15	145		

. predict erro,r

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	16	0.96325	0.745	-0.586	0.72093

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

H0: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 1.12

Prob > chi2 = 0.2900

. anova nil trat bl

Number of obs = 10 R-squared = 0.8405
Root MSE = .384014 Adj R-squared = 0.5215

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	2.33146946	6	.388578244	2.64	0.2284
trat	.374290638	3	.124763546	0.85	0.5530
bl	.887849729	3	.29594991	2.01	0.2909
Residual	.442400751	3	.147466917		
Total	2.77387021	9	.308207801		

. swilk erro1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro1	16	0.97181	0.571	-1.113	0.86704

. hettest erro1

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

H0: Constant variance

Variables: erro1

chi2(1) = 0.03

Prob > chi2 = 0.8605

Anexo 5: Análise de variância para densidade populacional

```
. anova dpl trat bl
```

```
Number of obs = 20      R-squared   = 0.3458
Root MSE      = .290258  Adj R-squared = -0.0357
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.534499946	7	.076357135	0.91	0.5326
trat	.412999996	4	.103249999	1.23	0.3509
bl	.121499986	3	.040499995	0.48	0.7017
Residual	1.0109999	12	.084249992		
Total	1.545499985	19	.081342097		

```
. predict erro, r
```

```
. swilk erro
```

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

Variable	Obs	W	V	z	Prob>=z
erro	20	0.95125	1.154	0.288	0.38651

```
. hettest erro
```

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

```
Ho: Constant variance
```

```
Variables: erro
```

```
chi2(1) = 0.66
```

```
Prob > chi2 = 0.4172
```

```
Number of obs = 20      R-squared   = 0.6811
Root MSE      = .60337  Adj R-squared = 0.4951
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	9.33032166	7	1.33290309	3.66	0.0237
trat	8.64573254	4	2.16143313	5.94	0.0071
bl	.684589128	3	.228196376	0.63	0.6114
Residual	4.36866869	12	.364055724		
Total	13.6989904	19	.720999492		

```
. predict erro1, r
```

```
. swilk erro1
```

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

Variable	Obs	W	V	z	Prob>=z
erro1	20	0.98207	0.424	-1.727	0.95793

```
. hettest erro1
```

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

```
Ho: Constant variance
```

```
Variables: erro1
```

```
chi2(1) = 0.03
```

```
Prob > chi2 = 0.8717
```

anova dpl1 trat bl

Number of obs = 17 R-squared = 0.4718
Root MSE = .512178 Adj R-squared = 0.0610

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	2.10877074	7	.301252962	1.15	0.4134
trat	1.92490723	4	.481226808	1.83	0.2065
bl	.029655858	3	.009885286	0.04	0.9896
Residual	2.36094078	9	.262326754		
Total	4.46971152	16	.27935697		

. swilk erro1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro1	17	0.97587	0.510	-1.344	0.91052

. hettest erro1

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: erro1

chi2(1) = 1.08
Prob > chi2 = 0.2985

. anova dpl trat bl

Number of obs = 16 R-squared = 0.5000
Root MSE = .11547 Adj R-squared = 0.1667

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.120000005	6	.020000001	1.50	0.2804
trat	.105000004	3	.035000001	2.63	0.1145
bl	.015000001	3	.005	0.38	0.7733
Residual	.120000004	9	.013333334		
Total	.240000009	15	.016000001		

. predict erro,r

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	16	0.96002	0.810	-0.418	0.66211

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: erro

chi2(1) = 1.26
Prob > chi2 = 0.2616

. anova dpl trat bl

Number of obs = 16 R-squared = 0.6723
Root MSE = .104083 Adj R-squared = 0.4538

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.20000009	6	.033333335	3.08	0.0635
trat	.147500006	3	.049166669	4.54	0.0336
bl	.052500003	3	.017500001	1.62	0.2534
Residual	.097500007	9	.010833334		
Total	.297500016	15	.019833334		

. predict erro,r

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	16	0.97146	0.578	-1.088	0.86175

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: erro

chi2(1) = 1.24

Prob > chi2 = 0.2649

Number of obs = 16 R-squared = 0.7184
Root MSE = .125 Adj R-squared = 0.5307

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.35875002	6	.05979167	3.83	0.0354
trat	.291875015	3	.097291672	6.23	0.0141
bl	.066875005	3	.022291668	1.43	0.2980
Residual	.140625008	9	.015625001		
Total	.499375028	15	.033291669		

predict error,r

swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
error	16	0.92067	1.607	0.943	0.17294

hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: error

chi2(1) = 1.43

Prob > chi2 = 0.2314

Anexo 6: Análise de variância para nível médio de ataque

```

Number of obs = 25      R-squared = 0.1308
Root MSE = .647061     Adj R-squared = -0.3404

```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.368000194	7	.525714563	0.31	0.9363
trat	.680000053	4	.170000013	0.26	0.8901
bl	.000000122	3	.000000041	0.37	0.7730
Residual	5.34000015	12	.445000013		
Total	6.30800033	19	.332000017		

```

. predict erro_r
. swilk erro_r

```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>=z
erro_r	25	0.92614	1.793	1.071	0.14217

```

. hettest erro_r

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: erro_r

```

chi2(3) = 0.98
Prob = chi2 = 0.8265

```

```

. anova sevl trat bl

```

Number of obs = 17 R-squared = 0.8758
Root MSE = .265601 Adj R-squared = 0.7862

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	4.64514152	7	.663591644	9.41	0.0016
trat	4.42688313	4	1.10672078	15.69	0.0004
bl	.441731594	3	.147243865	2.09	0.1722
Residual	.634896678	9	.070544075		
Total	5.2800382	16	.330002388		

```

. swilk erro_r

```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>=z
erro_r	17	0.96097	0.825	-0.385	0.64974

```

. hettest erro_r

```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: erro_r

```

chi2(3) = 0.03
Prob = chi2 = 0.9630

```

anova sev trat bl

Number of obs = 20 R-squared = 0.6891
Root MSE = .54658 Adj R-squared = 0.5078

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	7.94700007	7	1.13528572	3.80	0.0208
trat	7.70700002	4	1.92675001	6.45	0.0052
bl	.240000045	3	.080000015	0.27	0.8474
Residual	3.58500005	12	.298750004		
Total	11.5320001	19	.606947374		

predict erro,r

swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	20	0.97514	0.588	-1.069	0.85739

hettest erro

reusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: erro

chi2(1) = 1.02
Prob > chi2 = 0.3120

Number of obs = 14 R-squared = 0.7436
Root MSE = .439173 Adj R-squared = 0.5239

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	3.91615097	6	.652691829	3.38	0.0679
trat	2.96450326	3	.988167754	5.12	0.0347
bl	.596009792	3	.198669931	1.03	0.4357
Residual	1.35010821	7	.192872602		
Total	5.26625919	13	.405096861		

. predict erro1,r
(2 missing values generated)

. swilk erro1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro1	14	0.96646	0.621	-0.939	0.82604

. hettest erro1

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
Variables: erro1

chi2(1) = 0.05
Prob > chi2 = 0.8314

Number of obs = 16 R-squared = 0.5553
 Root MSE = .571061 Adj R-squared = 0.2588

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	3.66500007	6	.610833345	1.87	0.1908
trat	1.50500003	3	.501666677	1.54	0.2706
bl	2.16000004	3	.720000013	2.21	0.1567
Residual	2.93499996	9	.326111107		
Total	6.60000003	15	.440000002		

. predict erro,r

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	16	0.92737	1.472	0.767	0.22144

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
 Variables: erro

chi2(1) = 2.19
 Prob > chi2 = 0.1393

. anova sev trat bl

Number of obs = 16 R-squared = 0.7732
 Root MSE = .279011 Adj R-squared = 0.6220

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	2.3887501	6	.398125017	5.11	0.0150
trat	2.13187511	3	.710625038	9.13	0.0043
bl	.256874986	3	.085624995	1.10	0.3984
Residual	.70062501	9	.077847223		
Total	3.08937511	15	.205958341		

. predict erro
 (option xb assumed; fitted values)

. swilk erro

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	16	0.91974	1.626	0.966	0.16706

. hettest erro

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
 Variables: erro

chi2(1) = 0.66
 Prob > chi2 = 0.4171

Anexo 7: Análise de variância para rendimento de grãos

Number of obs = 15 R-squared = 0.8767
 Root MSE = .268198 Adj R-squared = 0.7535

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	3.58158096	7	.511654423	7.11	0.0095
trat	3.53128381	4	.882820953	12.27	0.0028
bl	.57376999	3	.191256663	2.66	0.1294
Residual	.503511987	7	.071930284		
Total	4.08509295	14	.291792354		

```
. predict erro123,r
(5 missing values generated)
```

```
. swilk erro123
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro123	15	0.98148	0.359	-2.025	0.97857

```
. hettest erro123
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance
 Variables: erro123

chi2(1) = 0.06
 Prob > chi2 = 0.8040