



VITOR FAVARETO SILVA

**Níveis de controle para *Spodoptera frugiperda* utilizando óleo
de *Moringa oleífera* Lam**

Lavras – MG

2020

VITOR FAVARETO SILVA

**Níveis de controle para *Spodoptera frugiperda* utilizando óleo de *Moringa oleífera*
*Lam***

Controlling levels of *S. frugiperda* using *M. oleifera* seed oil

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Pedro Castro Neto
Orientador

Lavras – MG

2020

VITOR FAVARETO SILVA

**Níveis de controle para *Spodoptera frugiperda* utilizando óleo de *Moringa oleífera*
*Lam***

Controlling levels of *Spodoptera frugiperda* using *Moringa oleífera* seed oil

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 24 de agosto de 2020.

Dr. Pedro Castro Neto UFLA

Dr. Antônio Carlos Fraga UFLA

Doutorando Rafael Peron Castro UFLA

Prof. Dr. Pedro Castro Neto

Orientador

**Lavras –MG
2020**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Pedro Belarmino e Maria Madalena Favareto, meus exemplos de vida, determinação e força, bem como meus irmãos, Pedro Favareto. e Mariana Favareto, que apesar da distância sempre foram presentes em todos os momentos.

À Universidade Federal de Lavras, pela estrutura, qualidade e abundância de recursos disponibilizados.

Ao G-Óleo, que me proporcionou inúmeras oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

Aos orientares, Pedro Castro Neto e Antônio Carlos Fraga pelos ensinamentos e dedicação ao longo dessa caminhada; e também meu coorientador Rafael Peron por todos os trabalhos desenvolvidos em conjunto que foram de muito aprendizado e alto padrão científico.

Aos irmãos da República Zona Rural, pela amizade e companheirismo nesses anos em Lavras, bem como aos amigos e colegas de faculdade que estiveram presentes durante todo esse trajeto.

As instituições de fomento: CAPES, CNPq, RBTB, FAPEMIG, FINEP que participaram direta e indiretamente fornecendo recursos.

As empresas OLEA e PROCIPA, que possibilitaram experiências de alta dificuldades e recompensas maiores ainda.

A vocês, minha eterna gratidão.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O milho é uma das culturas pioneiras na agricultura, tendo atualmente um papel importante na produção agrícola do país. Na safra de 2019/20, o Brasil obteve uma marca histórica da produção do grão, cerca de 106 milhões de toneladas produzidas em quase 13 milhões de hectares, um volume muito expressivo que em seu contexto absorve muita mão de obra e investimentos. A produção do grão é praticada em sua maioria em sistema convencional de larga escala. Diante dos desafios em seu cultivo, sem dúvidas, a referência da cultura é a lagarta do cartucho ou militar (*Spodoptera frugiperda*), que causa danos expressivos e irreversíveis a cultura. O hábito de alimentação da lagarta e seu local de crescimento agravam as dificuldades em seu controle utilizando produtos de contato ou ingestão. A planta *Moringa oleífera* Lam é uma planta de múltiplo uso que apresenta bom desempenho agrônômico e grande potencial no uso de suas folhas e sementes. O óleo extraído das sementes de moringa tem alta estabilidade oxidativa e pode promover atividade inseticida, por possuir a proteína lectina em sua composição. Buscando alternativas menos agressivas ao meio ambiente e de menor custo, o presente trabalho objetivou encontrar um nível de controle para *S. frugiperda* utilizando óleo de *moringa oleífera*. O experimento foi realizado no departamento de entomologia da Universidade Federal de Lavras, dividido em 2 ensaios, ambas *in vitro*, e tinham como objetivo verificar a eficiência da letalidade das lagartas *S. frugiperda*. Os ensaios atenderam às expectativas de controle das lagartas, e confirmaram a eficiência de mortalidade.

Palavras-chave: Lagarta, Lectina, Letalidade.

Lista de Figuras

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Evolução da produção de milho x área plantada de milho no Brasil em 40 anos | 04 |
| Figura 3. Arranjo dos tubos de ensaio..... | 09 |
| Figura 4. Ilustração dos tratamentos..... | 11 |
| Figura 5. Taxa de mortalidade de lagartas (Fase 1) | 13 |
| Figura 6. Taxa de mortalidade de lagartas (Fase 2) | 14 |

Lista de Tabelas

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Análise de Mercado de milho para o mês de julho (2019/2020), expressa em milhões de toneladas | 03 |
| Tabela 2 – Eventos transgênicos de milho <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) | 06 |
| Tabela 3- Teste de Tukey para ensaio..... | 12 |

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| 2.1. Primeiro ensaio..... | 8 |
| 2.2. Segundo ensaio..... | 9 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 11 |
| 3.1. Primeiro ensaio..... | 11 |
| 3.2. Segundo ensaio..... | 14 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 15 |
| 5. Referências Bibliográficas: | 16 |

1.INTRODUÇÃO

A agricultura sempre foi uma das principais fontes de renda no Brasil desde o início da colonização até o século XXI. Atualmente é um dos países de maior referência mundial em termos de produção e possibilidade em expansão de área agrícola. Sendo assim a agricultura tem papel fundamental na economia brasileira, somente em 2016 a soma de bens e serviços gerados no agronegócio chegou a R\$1,3 trilhões representando cerca de 23,6% do PIB brasileiro¹. Mesmo contribuindo com uma fatia de 1/4 do PIB do país, extremamente expressivo, ainda conta com uma área de preservação de 61% da vegetação nativa do território nacional.

Assim o país vem progredindo e quebrando recordes ano após ano. De acordo com o relatório da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) em 2019, ao longo da última década a produção e a exportação de milho do Brasil sofreram um aumento fantástico em que a produção total teve um incremento de cerca de 53% de 2007/08 para 2017/18, chegando a quase 98 milhões de toneladas. Esse crescimento na produção permitiu que o país aumentasse suas exportações de milho quase continuamente alcançando 36 milhões de toneladas em 2015/16 uma época em que capturou quase 26% de participação no mercado mundial. ²

As primeiras estimativas para a safra de milho (*Zea mays L*) 2019/20 mostram que as exportações do Brasil aumentaram 29,5 milhões de toneladas, 15% a mais do que em 2018/19, de acordo com o mais recente Food Outlook da FAO. Isso coloca o Brasil como o segundo maior país exportador de milho do mundo com apenas 11% do território brasileiro cultivado, atrás apenas dos Estados Unidos. As remessas de milho do Brasil para a Ásia saltaram de 1,5 milhões de toneladas em 2007/08 para um pico de 27 milhões de toneladas em 2015/16, fazendo incursões notáveis em mercados importantes como a República Islâmica do Irã, Japão, República da Coreia, Vietnã e na Malásia.³

¹ EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 01/08/2020.

Novas variedades de milho, expansão da produção para regiões de maior produtividade como as novas fronteiras agrícolas a que se destaca o MATOPIBA, a capacidade climática do país de produzir duas safras no mesmo ano, mudanças geográficas na alimentação do gado e apoio governamental direcionado estão entre os principais fatores que contribuíram para um rápido aumento da produção de milho no Brasil na última década. Podemos ainda citar a evolução dos mercados de câmbio que também contribuíram para a expansão robusta das exportações. Além disso, o contínuo enfraquecimento da moeda nacional ajudou os exportadores a permanecerem competitivos e a expandir seus mercados muito além dos países vizinhos, da América Latina para a Ásia e África².

Baseado na produção nacional, em duas safras, em 2019/20, podemos destacar na primeira delas a região centro-oeste com um importante incremento na área cultivada apresentando elevação de 3,6% em relação ao plantio anterior. Como resultado, a produção atingiu a marca de 2,9 milhões toneladas, ou seja, 10,6% de incremento em relação à do ano passado.³

De maneira geral, a produção nacional atingiu margens histórica nos últimos anos, sempre se reinventando, contando com tecnologias de ponta e acompanhamento técnico. Na Tabela 1, podemos observar um incremento nos parâmetros avaliados entre as safras 2019/2020 versus 2020/2021.

² FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations .Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/05/1672201#:~:text=Sgundo%20a%20FAO%2C%20as%20remesas,o%20Vietn%C3%A3%20e%20Mal%C3%A1sia>. Acesso em: 01/08/2020.

³ CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de monitoramento agrícola**. – v.1 n.1 – (2013 -) – Brasília: Conab, 2014. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 01/08/2020.

Tabela 1: Análise de Mercado de milho para o mês de julho (2019/2020) expressa em mil toneladas.

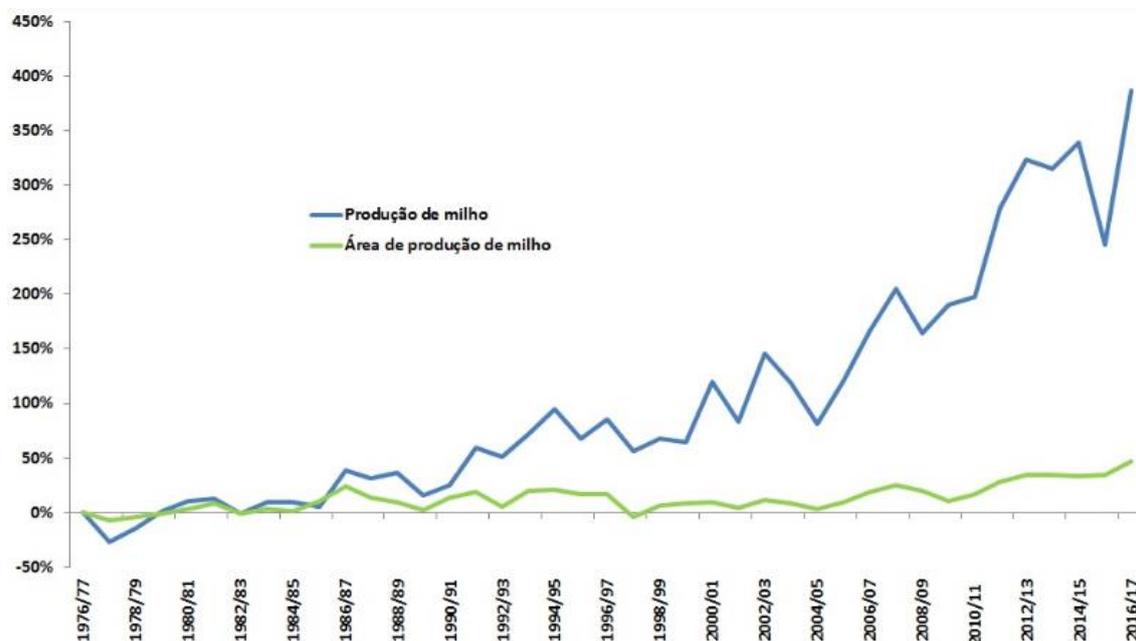
| PARÂMETROS | 2019/2020 | 2020/2021 |
|-------------------------|------------------|------------------|
| Estoque inicial | 10.931 | 11.144 |
| Produção | 102.336 | 106.000 |
| Importação | 900 | 1.500 |
| Consumo | 68.523 | 68.000 |
| Exportação | 34.500 | 38.000 |
| Estoque final | 11.144 | 12.644 |
| Relação estoque/consumo | 10,8% | 11,9% |

Fonte: CONAB (2020)

A estimativa de incremento na produção da safra 2020/2021 é de aproximadamente 3,5% quando comparado a 2019/2020 (CONAB 2020). É evidente o crescimento, quando olhamos para 2016/2017, que até então era a margem histórica do grão quando comparada a atual safra. Em apenas quatro anos, o Brasil apresentou um aumento de produção de aproximadamente 7,7%, o que se pode considerar um excelente resultado

Tendo em vista os últimos 40 anos a progressão é sensacional (Figura 1). A evolução da produtividade foi gigantesca, com um incremento de 231,5% nos últimos 40 anos. Isso representa um crescimento médio anual de cerca de 5,8% e colocou o país como referência do grão. A área de produção de milho no Brasil aumentou apenas 47%, enquanto, a produção do grão, 387,3%. Muitas variáveis tornaram isso possível, dentre elas podemos citar as condições agrometeorológicas, o melhoramento genético de plantas, tecnologia de maquinário e equipamentos, insumos cada vez mais eficientes, investimento na pesquisa e a perseverança do produtor rural.

Figura 2: Evolução da produção x área plantada de milho no Brasil em 40 anos.



Fonte: (CONAB, 2020)

Com a grande expansão da cultura pelo país diversas pestes foram acometendo a lavoura trazendo grandes perdas e instabilidade dentre as tais podemos destacar a *Spodoptera frugiperda* comumente conhecida como lagarta do cartucho ou militar. Por suas características de praga polífaga associado ao fato de se alojar no cartucho da planta de milho e casos de resistência a alguns métodos de controle, o produtor se depara com certa dificuldade em seu controle. Segundo Capinera (2002) o inseto acomete mais de oitenta espécies e 365 plantas hospedeiras diferentes. Entre elas muitas culturas de interesse agrônomo são afetadas, tais como milho, algodão, soja, arroz e trigo. Segundo Wangen (2015) a lagarta pode causar perdas de 17% a 55% na cultura do milho.

No milho, após eclodirem, no primeiro e segundo instares as lagartas alimentam-se raspando, no sentido longitudinal, o limbo foliar, formando pequenas galerias estriadas com a epiderme abaxial preservada, após o terceiro instar os danos aumentam de tamanho e furam as folhas. Posteriormente, seguem para o cartucho da planta, onde se alimentam perfurando as folhas jovens até completarem a fase larval. A larva de terceiro instar é de coloração marrom-clara no dorso, esverdeada na parte ventral, com linhas dorsais e subdorsais brancas e completamente visíveis. O comprimento do corpo varia de 6,35 a 6,50 mm e a cápsula cefálica mede cerca de 0,74 mm (Cruz, 1995).

Após o terceiro instar, apresentam comportamento canibal devido à restrição espacial para a alimentação, reduzindo o número de indivíduos por planta, tornando comum o desenvolvimento de apenas uma lagarta/planta (Chapman, *et al.* 1999).

Os problemas com esse inseto-praga foram agravados na medida em que houve evolução da resistência aos inseticidas e modificações no sistema de produção de cultivos. Com a intensificação da agricultura os cultivos sucessivos possibilitaram a sobrevivência de elevadas populações de *S. frugiperda* além do fluxo contínuo de mariposas entre culturas hospedeiras, o que resultou em grandes infestações da praga, independentemente da fase de desenvolvimento das plantas e época de cultivo.⁴

Com o avanço da engenharia genética e a criação de organismos geneticamente modificados (OGM) aplicados em culturas de interesse, novos métodos no combate a praga foram disponibilizados aos produtores, como é o caso dos milhos transgênicos. Houve uma grande evolução nos últimos 10 anos, sendo que, nas cultivares atuais, é possível encontrar materiais genéticos com até três tipos diferentes de proteínas. No entanto, a proteína Cry1Ab, Cry 1F e Cry1A.105 (Tabela 2), toxina extraída da bactéria *Bacillus thuringiensis*, não apresenta mais eficácia no controle da *S. frugiperda* (PROMIP, 2016), o que caracteriza uma resistência cruzada, o mesmo sítio de ação das tais.

As novas tecnologias transgênicas mostram-se uma via competente na contenção da praga, embora o seu alto custo limite o uso para produtores de menor nível tecnológico de produção.

Quanto ao controle químico da *S. frugiperda*, esses têm alto desempenho em fases iniciais da lagarta, quando geralmente ainda estão localizadas nas folhas da planta de milho. Apesar de existirem cerca de 215 produtos registrados para controle dessa praga na cultura do milho, poucos são realmente eficazes devido ao grande número de casos de resistência verificados. No entanto, ainda é um método muito utilizado.

No caso de controle biológicos no combate da lagarta, podemos citar *Doru luteipes* (tesourinha) que caso apresente presença em 70% das plantas amostradas no campo recomenda-se não aplicar produtos químicos para preservar a presença do inimigo

⁴ IRAC. Têm como objetivo fomentar pesquisas e desenvolvimento de trabalhos com produtos fitossanitários. Disponível em: <https://www.irac-br.org/spodoptera-frugiperda>. Acesso: 01/08/2020.

natural; e também o *Trichogramma pretiosum*, um parasitoide de ovos de lagartas. Todavia, ainda temos restrições quanto ao seu uso pois o número de empresas que comercializam tais insetos ainda é pouco expressivo no Brasil, embora seja possível observar um crescimento ano após ano.

O óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss, 1797) também possui toxinas eficientes no controle de *S. frugiperda*. A planta, de origem filipina, apresenta uma semente com 40% de óleo que contém azadiractina em sua maior composição (Abdel-Shafy, 2002). A azadiractina causa diversos efeitos sobre insetos, agindo como inibidoras de alimentação, reguladoras de crescimento (Nardo *et al.*, 1997) e esterilizantes (Schmutterer, 1988)

Existem alguns produtos registrados, no Ministério de Agricultura e Abastecimento -MAPA, a base de óleo de nim um deles é o azamax que é a base de azadiractina, 12g/L de ingrediente ativo, registrado para mais de 40 espécies de interesse agrônomo como milho, frutíferas, hortaliças e até ornamentais. Estudos realizados com o óleo de nim demonstraram que este produto pode ser eficaz para o controle de um grande número de insetos, principalmente pulgões (TANG *et al.*, 2002). Um fator importante é a possibilidade de utilização do produto em sistemas orgânicos de produção.

Também temos relatos da eficiência de óleo botânicos no controle de *Spodoptera littoralis* (Boisd) utilizando óleo de Moringa olífera Lam em ovos e lagartas da espécie (Moawad 2018).

Danos expressivos e irreparáveis, resultados da presença da *S. frugiperda*, trazem à tona a necessidade de formas eficientes de controle com menores custos e menor impacto ambiental.

A agricultura orgânica assim como o agronegócio necessitam de um aumento do portfólio de produtos de baixa toxidez e mais sustentável. Em relação à soja e ao milho o aprimoramento de sistemas de produção orgânica é também essencial para o estabelecimento de outros elos da cadeia produtiva, como a produção de ovos, leite e carne orgânica.⁵

⁵ AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fz5e6zsp02wx5ok0cpoo6agwc2gy1.html>. Acesso em: 01/08/2020.

A moringa, de uma maneira geral, possui características de alto valor agrônômico em sua folha, apresentando cerca de 30% de proteína, todos os aminoácidos essenciais, vitaminas, sais minerais e antioxidantes (Nkakwana, *et al.*, 2014)

O óleo de *Moringa oleífera* Lam. torna-se um potencial produto, uma vez que apresenta de lectina, que apresenta propriedades inseticidas. As lectinas são proteínas que se ligam irreversível e seletivamente a resíduos específicos de carboidratos através de ligações de hidrogênio e pontes de Van der Waals entre as faces hidrofóbicas do açúcar e as cadeias laterais aromáticas de aminoácidos (FRANCOFRAGUAS, *et al.*, 2003).

A composição de seu óleo (Santana 2010), é dada na tabela 2. Onde observamos a maior concentração de ácido oleico, apesar do baixo teor de insaturações apresenta alta estabilidade oxidativa.

Tabela 2. Composição do óleo de moringa.

| Ácido | Composição (%) |
|--------------|-----------------------|
| Palmítico | 7,0 |
| Palmitoleico | 2,0 |
| Esteárico | 4,0 |
| Oleico | 78,0 |
| Linoleico | 1,0 |
| Araquídico | 4,0 |
| Behênico | 4,0 |

Fonte: Santana 2010

As lectinas presentes na semente de *M. oleífera* são, cMoL- do inglês coagulant *M. oleífera* lectin- e WSMoL -do inglês watersoluble *M. oleífera* lectin- como descritas por (COELHO, *et al.*, 2009;). Foram observados (Oliveira, *et al.* 2011) efeitos deletérios de cMoL sobre larvas de *Anagasta kuehniella* (Traça da farinha) e os autores associaram tal fato à propriedade ligadora de quitina, à estabilização perante as enzimas digestivas e ligação a gliconjugados do intestino das lagartas cMoL foi ainda capaz de matar as pupas dessa espécie. Apesar da maior concentração de lectina estar na torta, o óleo também provou capacidade de controle de ovos e larvas de *Aedes aegypti* (Oliveira, 2016). Ainda não se tem conhecimento na literatura da ação da lectina de óleo de moringa em lagartas do cartucho.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a mortalidade de *S. frugiperda* submetida à ingestão de óleo de *M. oleífera* incorporadas a sua dieta.

2.MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na sala de crescimento do Laboratório de Toxicologia do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, no período de novembro de 2017 a maio de 2018. Os ensaios, em número de dois, foram conduzidos “in vitro”, em ambiente controlado a 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ UR (umidade relativa) e fotofase de 12 horas por dia, com inícios em 30/11/2017 e 01/05/2018.

2.1. Primeiro ensaio

Foi utilizado um total de 300 lagartas de *S. frugiperda* de 1º e 2º instar, fornecidas pelo laboratório de criação de insetos do departamento de entomologia da UFLA, acondicionadas individualmente em tubos de ensaio de fundo chato, com dimensões 25 por 70 mm, devidamente esterilizados por autoclavagem, como ambiente de desenvolvimento das lagartas.

Para alimentação das lagartas, foi preparada uma dieta artificial constituída de grãos de feijão do grupo Carioca (166,66 g); gérmen de trigo (79,20 g); levedo de cerveja (50,70 g); ácido sórbico (1,65 g); ácido ascórbico (5,10 g); 4-hidroxibenzoato de metila (3,15 g); ágar (27,0 g). Para o preparo da dieta, o feijão foi levado ao fogo até cozimento com 1,5 L de água. As proporções de ingredientes supracitadas foram empregadas para o volume de 750 mL de água destilada, usada para dissolução do ágar, mais 750 mL de caldo de feijão, proveniente do cozimento do feijão, de acordo com a metodologia de preparo de dietas utilizado por Alves (2014).⁶

O óleo de moringa oleífera foi obtido por processo de extração mecânica a frio em prensa “expeller” e posteriormente, foi submetido a filtração e degomagem, todo esse processo do óleo foi realizado na plataforma de energia e resíduos (PLAER) da UFLA .O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com 5 tratamentos e 60 repetições. Os tratamentos utilizados foram 1) Testemunha, sem

⁶ Cf. ALVES, D. S. **Prospecção de metabólitos de anonáceas ativos para *Spodoptera frugiperda* e *Tetranychus* spp.** Orientador: Geraldo Andrade Carvalho. Lavras, 2014. 262 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Programa de Pós Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 2014.

adição de óleo de moringa; 2) 5% de óleo de moringa; 3) 10% de óleo de moringa; 4) 15% de óleo de moringa; 5) 20% de óleo de moringa acrescentados à dieta.

As lagartas foram distribuídas aleatoriamente, uma em cada tubo, juntamente com 5g da dieta, sendo os tubos tapados com algodão hidrófilo para evitar fugas. Os tubos foram mantidos na sala de crescimento do laboratório de toxicologia, mantidos na vertical e em suportes para tubo de ensaio, como pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Foto geral do ensaio



Fonte: Do autor (2020)

A rotina de avaliação foi de 7 dias consecutivos com diferença de 24 horas entre as avaliações monitorando o número de óbitos e disponibilidade da dieta e evasões de lagartas. Foram utilizadas luvas de látex e pinça de aço cirúrgico para o manuseio dos tratamentos, a fim de evitar-contaminações.

Para verificar a eficácia do produto, foi estabelecido a DL50, tempo letal médio, como forma de parâmetro avaliativo. Terminada as avaliações foi utilizado o software R para analisar os dados.

2.2. Segundo ensaio

Neste ensaio foram utilizadas 96 lagartas de *S. frugiperda* de terceiro instar, fornecidas pelo laboratório de criação de insetos do departamento de entomologia da UFLA, acondicionadas em placas de petri com dimensões de 60 por 15 mm, devidamente esterilizadas por autoclavagem para receber os tratamentos.

Foram selecionadas folhas sadias de milho variedade AL Avaré em estágio fenológico entre V7-V10, ajustadas para o formato circular para o diâmetro de 60 mm com a utilização de tesoura.

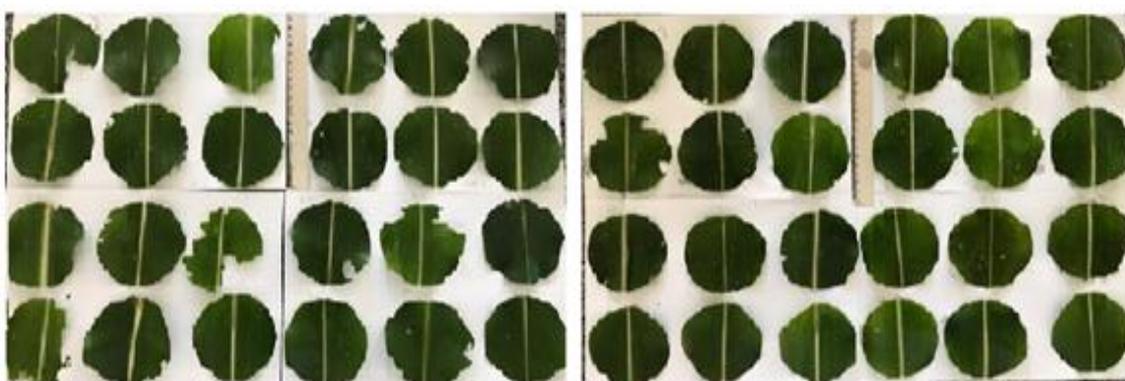
O delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente casualizados, com 4 tratamentos com 24 repetições. Os tratamentos utilizados foram as soluções contendo, em base de volume: 1) 5% de óleo de moringa; 2) 15% de óleo de moringa; 3) Testemunha, sem controle; 4) produto comercial Azamax a 3,5%, seguindo a recomendação de do produto para controle de *S. frugiperda* que é de 3 a 5mL por litro de calda.

A preparação das soluções foi realizada com a utilização de agitador de bancada, água destilada como solvente, sendo que, nas soluções contendo óleo de moringa filtrado e degomado, foi acrescentado emulsificante Tween 80 a 0,01g/mL.

Na montagem do ensaio, as folhas de milho foram tratadas nas soluções pelo método do mergulho (dipping) por 3 segundos. As lagartas foram distribuídas de maneira aleatória uma em cada placa de petri.

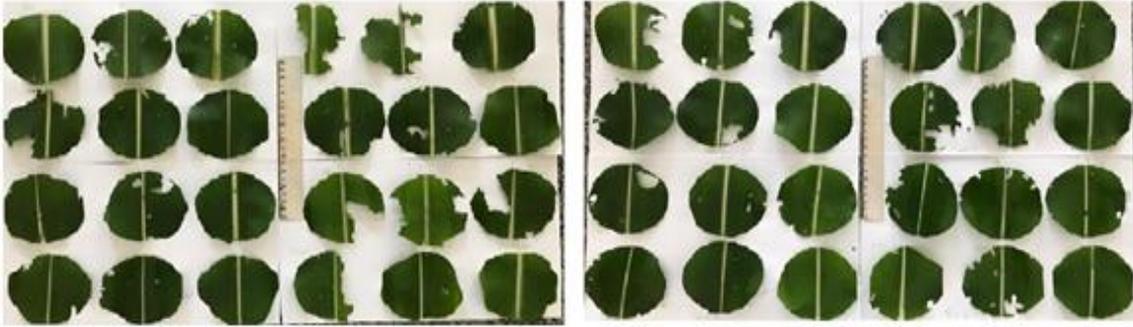
A figura 4 e 5 mostram a distribuição dos tratamentos, podendo-se observar a atividade das lagartas após 24 horas.

Figura 4: Foto dos tratamentos 1 (esquerda) e 2 (direita) após 24 horas.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 5: Foto dos tratamentos 3 (esquerda) e 4 (direita) após 24 horas.



Fonte: Do autor (2020)

A rotina de avaliação foi de 5 dias, tempo no qual todas as lagartas estavam mortas, espaçadas em 24 horas monitorando o número de óbitos, disponibilidade da dieta e evasões de lagartas. Foram utilizadas luvas de látex e pinça de aço cirúrgico para o manuseio dos tratamentos, afim de evitar a contaminação.

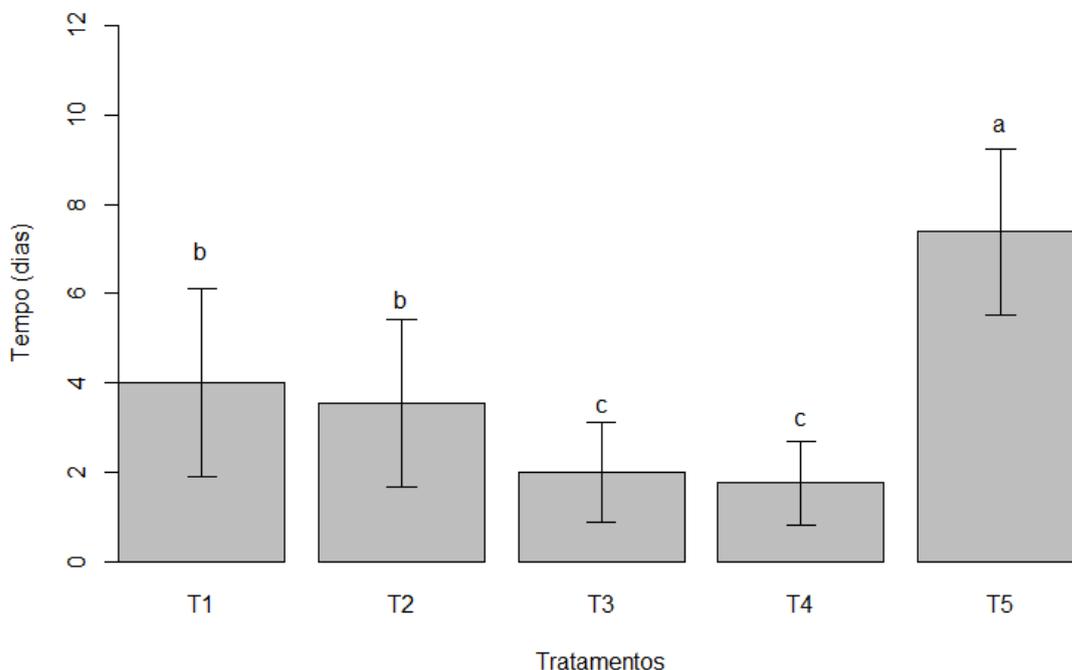
Para verificar a eficácia do produto, foi estabelecido a TL50, tempo letal médio, como forma de parâmetro avaliativo. Terminada as avaliações foi utilizado o software R para analisar os dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Primeiro ensaio

Analisando a tabela 3, um teste de Tukey gerado pelo software R, nota-se que houve diferença significativa no tempo de mortalidade de *Spodoptera frugiperda* alimentada com os 5 tratamentos com diferentes porcentagens do óleo de moringa. (45, 295 = 11,96; $P < 0.05$).

Tabela 3. Teste de Tukey para ensaio 1. Letras diferem estatisticamente.



Fonte: Software R

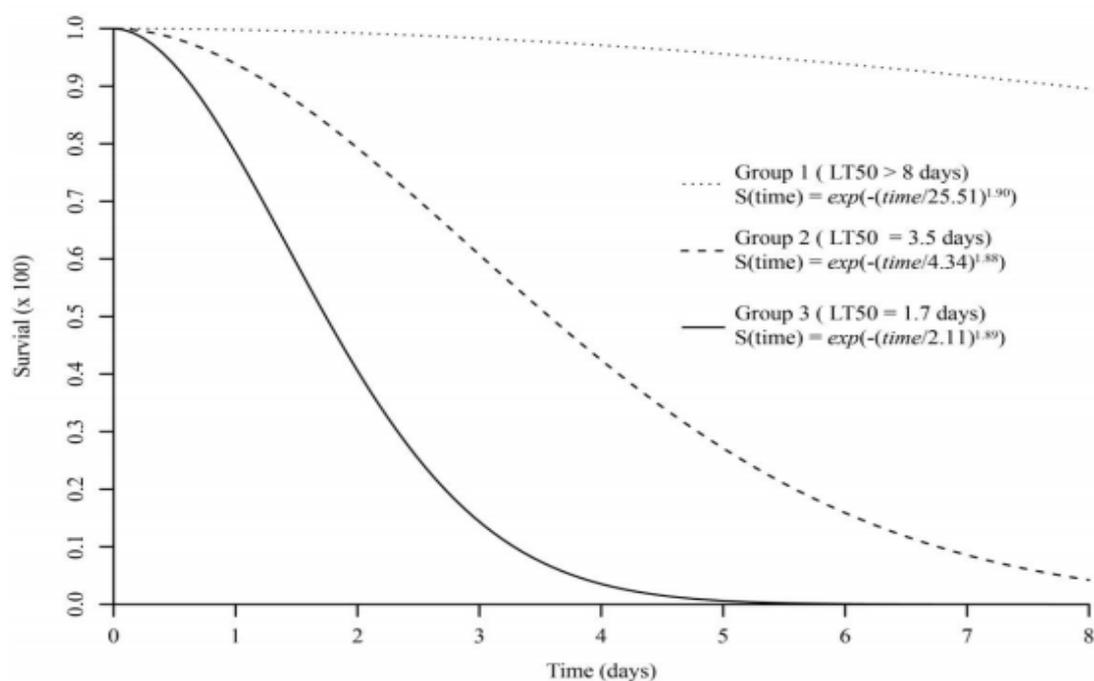
O tratamento controle (T5) apresentou média superior aos demais o que implica em um tempo (dias) maior para constatar o óbito das lagartas, tratamentos tendo em vista que no sétimo dia de avaliação apenas 7,2% tinham apresentado óbito.

As dosagens de 15% e 20% de óleo de moringa adicionado à dieta das lagartas não diferiram estatisticamente e mostraram a maior letalidade controlando 90% dos insetos em 48 horas.

No período de 7 dias no qual foram realizadas as avaliações, as dosagens de 5% e 10% de óleo de moringa adicionado à dieta das lagartas também apresentou letalidade em todas elas, controlando aproximadamente 70% dos insetos no quarto dia do. Assim pode-se inferir que todas as dosagens de óleo de moringa incorporada a dieta das lagartas apresentaram níveis satisfatórios de controle.

A figura 5 obtida com análise estatística do software R, mostra a curva de letalidade de lagartas de *S. frugiperda* para os agrupamentos dos tratamentos 5% e 10% e de 15% e 20% de adição de óleo de moringa à dieta das lagartas. Pode-se observar que no segundo agrupamento citado, a mortalidade das lagartas ocorre em menor tempo.

Figura 5: Taxa de mortalidade de lagartas.



Fonte: Software R

A mortalidade observada nos grupos 2 e 3 deve-se a ingestão da dieta que continha óleo de moringa. Como também observado por Moawad et al. (2018) o óleo de moringa causou redução na eclosão e mortalidade de lagartas de 1º e 2º íntares de *Spodoptera littoralis*.

A presença de atividade hemaglutinante nos extratos sugere que a lectina solúvel promove o retardo do desenvolvimento larval e mortalidade; além disso, a ausência de atividade larvicida em WSMoL desnaturado fortalece o envolvimento da lectina neste mecanismo de atividade (COELHO, J.S. et al. 2007, p. 934).

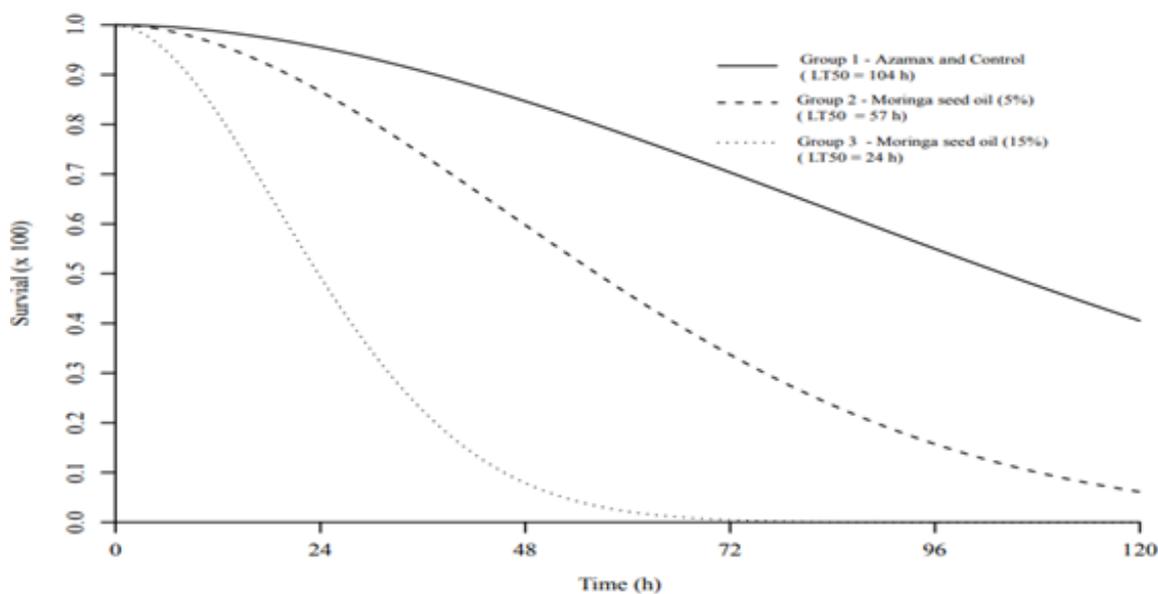
Todas as preparações contendo WSMoL e cMoL, provenientes da semente de *Moringa oleífera Lam* foram ativas na letalidade apenas nas concentrações de 1,0 e 1,5 mg ml⁻¹ na sobrevivência de *Nasutitermes corniger* (cupim) (PAIVA, P. et al. 2011). Resultados similares aos deste presente trabalho.

A eficiência da lectina presente no óleo de *M. oleífera Lam* teve a eficiência esperada para o controle da lagarta.

3.2. Segundo ensaio

No segundo ensaio, foram observados os dados presentes na figura 6 que mostra o comportamento letal dos tratamentos nas lagartas. O grupo 1 representa a testemunha e Azamax, que não apresentaram diferença estatística. O grupo 2 com concentração de 5% de óleo e o grupo 3 com concentração de 15% de óleo de moringa. A figura está em função da sobrevivência pelo tempo em horas.

Figura 6: Comportamento de letalidade dos tratamentos aplicados às lagartas.



Fonte: Software R

O grupo 3, com a concentração de 15% de óleo de moringa incorporado a dieta das lagartas apresentou melhor resultado na letalidade, controlando metade das repetições em 24 horas, onde se percebe uma redução do tempo da DL50 do primeiro ensaio.

O grupo 2 controlou 50% das lagartas em aproximadamente 57 horas, enquanto o grupo 3 após 24h havia controlado a metade das mesmas. Novamente a sua eficácia no controle de *S. frugiperda* foi constatada.

O grupo 1 não foi eficiente no controle da lagarta, quando comparado aos outros tratamentos, controlando 50% dos insetos em 104 horas. Os resultados observados na literatura revelaram azadiractina 1%, não apresentou boa eficiência no controle de

mosca-branca em melão (*Bemisia argentifolii*), causando mortalidade de ninfas inferiores a 25% (SILVA, et al. 2003).

Baseado nos resultados obtidos, verifica-se que o extrato aquoso de *M. oleifera* exerce atividade acaricida sobre *T. urticae*. Nesse contexto, o presente estudo colabora com resultados obtidos por Santos et al. (2012) e Prabhu et al. (2011), que, trabalhando com os dípteros *Aedes aegypti* (L.) e *Anopheles stephensis* L., respectivamente, verificaram ação inseticida de extratos de *M. oleifera*.

Segundo Santos *et al.* (2006) destacam que, dentre os compostos presentes nas sementes de *M. oleifera* Lam, existe uma proteína denominada lectina, que inibe os processos de digestão e absorção de nutrientes nos insetos, acarretando em complicações no desenvolvimento e evoluindo para morte por desnutrição.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que:

- Ensaio 1. Todas as dosagens de óleo de moringa incorporada à dieta das lagartas promoveram óbito. Sendo que as dosagens de 15% e 20% promovem a morte das lagartas em tempo 32 horas menor que as concentrações de 5% e 10% na dieta das lagartas. O tratamento testemunha apresentou baixa mortalidade o que era esperado. O efeito letal da lectina presente no óleo de *Moringa oleifera* Lam aplicada as lagartas de *Spodoptera frugiperda* foi constatado.

- Ensaio 2. A aplicações de solução aquosa de óleo de moringa a 5% e 15% em folhas de milho promoveram a morte das lagartas em 5 e 2 dias, respectivamente. A aplicação do produto comercial azamax na dose recomendada não promoveu a morte das lagartas, apresentado o mesmo efeito do tratamento testemunha (sem controle).

Vale ressaltar que as concentrações de óleo de moringa foram superiores ao do produto comercial azamax, e que estudos posteriores devem ser realizados para avaliar o efeito do desenvolvimento vegetativo de plantas de milho submetidas às doses utilizadas neste trabalho.

5. Referências Bibliográficas:

ABDEL-SHAFY, S.; ZAYED, A.A. In vitro acaricidal effect of plant extract of Neem seed oil (*Azadirachta indica*) on egg, immature, and adult stages of *Hyalomma anatolicum excavatum* (Ixodoidea: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v.106, n.1, p.89-96, 2002.

BERNARDI, Daniel, BERNARDI, Odirlei. HORIKOSHI, Renato J. OMOTO, C. **Manejo da Resistência de Insetos a Plantas** Bt. 1ª edição. Engenheiro Coelho/ SP, 2016.

CAPINERA, J.L. 2002. **Handbook of vegetable pests**. San Diego, Academic Press, 2700p.

CHAPMAN, J.W. *et al.* Fitness consequences of cannibalism in the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. **Behavioral Ecology**. v.10: p. 298-303, 1999.

COELHO, J. S., *et al.* Effect of *Moringa oleifera* lectin on development and mortality of *Aedes aegypti* larvae. **Chemosphere**, v. 77, p. 934-938, 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento [Site]. Acompanhamento de Safra Brasileira de grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 01/08/2020.

_____. **Boletim de monitoramento agrícola**. – v.1 n.1 – (2013 -) – Brasília: Conab, 2014.

CRUZ, J.C. *et al.* *Árvore do conhecimento: Milho*. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fz5e6zsp02wx5ok0cpoo6agwc2gy1.html>. Acesso em 01/08/2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Site]. Desenvolve pesquisas sobre agricultura. Disponível no site: <https://www.embrapa.br/car/sintese>. Acesso em: 01/08/2020.

_____. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas, 1995. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/475779>. Acesso em: 01/08/2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Site] Lidera os esforços de combate a fome e a insegurança alimentar. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/pt/> Acesso em: 01/08/2020

_____. **The State of Food Security and Nutrition in the World**. Rome, 2018.

FRANCO-FRAGUAS, L., PLA, A., FERREIRA, F., MASSALDI, H., SUAREZ, N., VIEIRA, F. B. Preparative purification of soybean agglutinin by affinity chromatography and its immobilization for polysaccharide isolation, **Journal of Chromatography B**, v. 790, p. 365-372, 2003.

IRAC. [Site] Têm como objetivo fomentar pesquisas e desenvolvimento de trabalhos com produtos fitossanitários. Disponível em: <https://www.irac-br.org/>. Acesso: 01/08/2020.

NARDO, E.A., COSTA, A.S., LOURENÇÃO, A.L. *Melia azedarach* extract as an antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Florida Entomologist**, v. 80, n. 1, p. 92-94, 1997.

OLIVEIRA J. T. A., SILVEIRA, S. B., VASCONCELOS, K. M., CAVADA, B. S., MOREIRA, R. A. Compositional and nutritional attributes of seeds from the multiple purpose 38 tree *Moringa oleifera* Lamarck. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 79, p. 815- 20, 1999.

PAIVA, Patrícia MG et al. Efeito de lectinas de *Opuntia ficus indica* cladodes e sementes de *Moringa oleifera* na sobrevivência de *Nasutitermes corniger*. **International Biodegradation and Biodeterioration**, 65, pág. 982-989.

PRABHU, K. et al. Larvicidal and repellent potencial of *Moringa oleifera* against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 1, p. 124-129, 2011.

PORTILLA, M.; BLANCO, C, A.; ARIAS, R.; CHENG ZHU, Y.. Effect of Two *Bacillus thuringiensis*1 Proteins on Development of the Fall Armyworm2 after Seven-Day Exposure. **Southwestern Entomologist**. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342395621_Effect_of_Two_Bacillus_thuringiensis1_Proteins_on_Development_of_the_Fall_Armyworm2_after_Seven-Day_Exposure. Acesso em: 01/08/2020.

SANTOS, N.D.L. *et al.* **Oviposition-stimulant and ovicidal activities of *Moringa oleifera* lectin on *Aedes aegypti***. 2012. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0044840#s1>. Acesso em: 01/08/2020.

SCHMUTTERER, H. Potential of Azadiractina-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**. Elmsford, v. 34, n. 7. P 713-719, 1988.

SILVA, Leonardo D. da; BLEICHER, Ervino; ARAÚJO, Adriana C. Eficiência de azadiractina no controle de mosca-branca em meloeiro sob condições de casa de vegetação e de campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 198-201, 2003.

TANG, Y.Q.; WEATHERSBEE, A.A.; MAYER, R.T. Effect of neem seed extract on the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) and its parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae). **Environmental Entomology**, Fort Pierce, v.31, n.2, p.172-176, 2002.

WANGEN, D. R. B., P. H. S. PEREIRA JÚNIOR, SANTANA, W.S. Controle de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) na cultura do milho com inseticidas de diferentes grupos químicos. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.11, n.22, p.802-808, 2015.