

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
MESTRADO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

AGRIPINO EMANUEL OLIVEIRA ALVES

**ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE
EUCALYPTUS SOBRE *Zabrotes Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais*
(MOTSCHULSKY, 1855)**

Marechal Deodoro

2021

AGRIPINO EMANUEL OLIVEIRA ALVES

**ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE
EUCALYPTUS SOBRE *Zabrotes Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais*
(MOTSCHULSKY, 1855)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Orientador: Prof. Dr^a. Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha

Coorientador: Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima

Marechal Deodoro

2021



**Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação**
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

A474a

Alves, Agripino Emanuel Oliveira.

Atividade inseticida e repelência de óleos essenciais de eucalyptus sobre *Zabrotes Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) e *Sitophilus Zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855) / Agripino Emanuel Oliveira Alves. – 2021.

78 f.; il., col.

1 CD-ROM : 23 megabytes (PDF) ; 4 ¼ pol. ; caixa acrílica (12,5 cm x 14 cm).

Inclui bibliografia e figuras.

Anexo: p. 64-78.

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha.

Coorientador: Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima.

1. Controle alternativo. 2. Inseticida natural. 3. Praga do feijão. 4. Praga do milho. I. Título. II. Cunha, Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da. III. Lima, André Suêlto Tavares de.

CDD: 632.9517

Maria Jôse Nascimento Leite Machado
Bibliotecária – CRB-4/2125

AGRIPINO EMANUEL OLIVEIRA ALVES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Aprovado em 21 de julho de 2021.

Orientadora: Dr^a Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha

Dr^a Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha - IFAL / Campus Arapiraca

Banca examinadora:

Dr^a. Ellen Carine Neves Valente – UFAL

Dr. Ricardo Brainer Martins – UFAL / Campus Arapiraca

Dr. José Oliveira Dantas - IFS / Campus São Cristóvão

Marechal Deodoro, AL

2021

Aos meus pais que sempre foram meus principais incentivadores e mestres em minha caminhada pessoal e acadêmica.

Dedico em especial a minha Esposa e minha filha Maria Eduarda.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, e não somente nestes anos na caminhada acadêmica, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço a minha mãe dona Rosemeire Oliveira Santos, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai Sr. João Alves Neto, que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Obrigada meus irmãos, Maria Raimunda, Anderson, Everton e Moisés, minha filha Maria Eduarda, minha esposa Sara Amanda, sobrinhos, amigo irmão Rodrigo, tios e primos, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Ao Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia de Alagoas – Campus Marechal Deodoro e o Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia de Sergipe – Campus São Cristóvão por contribuir na minha vida acadêmica e profissional.

A professora Dr^a. Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha, pela orientação, apoio e confiança.

Ao coordenador Prof^o Dr. André Suêlto Tavares de Lima, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Ao Prof^o. Dr. José Oliveira Dantas, por todo suporte técnico e sobre tudo pela amizade.

A todos os professores que colaboraram para minha formação.

Meus agradecimentos aos amigos da turma PPGTEC 2018.1, companheiros de trabalhos e que se fizeram irmãos nos momentos que mais precisei. Fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Destaco meus agradecimentos em especial ao meu amigo Renato Lobo, pela hospitalidade, com certeza foi usado por Deus nessa jornada acadêmica.

De modo em geral agradeço a todas as pessoas que participaram em algum momento dessa caminhada, que de alguma forma me incentivou e acreditaram em mim.

“Lembre-se: aquele que semeia pouco também colherá pouco, e aquele que semeia com fartura também colherá fartamente.”

I Coríntios 9:6

ALVES, Agripino Emanuel Oliveira. ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALYPTUS SOBRE *Zabrotes Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855). 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2021.

RESUMO

Armazenar alimentos é uma prática observada desde os primórdios da produção e exploração agrícola, é estratégia fundamental para garantir a alimentação da sociedade por certo período. Atualmente na agricultura, seja corporativa ou familiar, o armazenamento é utilizado para garantir a qualidade do produto e comércio. Contudo, esses alimentos estocados e armazenados são alvos de pragas e insetos que comprometem a produção. Com isso, são necessárias medidas de controle e eliminação dessas pragas, por meio de diversos métodos, seja com controle químico ou biológico. Portanto, com este trabalho, objetivou-se analisar o potencial bioinseticida de óleos essenciais extraídos de genótipos de *Eucalyptus* para o controle de pragas do armazenamento da produção de grãos de feijão (*Zabrotes Subfasciatus*) e milho (*Sitophilus zeamais*), em condições laboratoriais, utilizando óleos essenciais de 4 genótipos de *Eucalyptus* (1249, 1250, 1277 e 0292). Os óleos foram testados na ação de repelência e as concentrações letais no controle das pragas. Os estudos de mortalidade por contato dos insetos praga, foram analisados 4 genótipos de *Eucalyptus*, com 3 concentrações diferentes sendo para *Z. Subfasciatus* (1%, 2%, 2,5%), e para *Sitophilus zeamais* (5%, 10%, 20%), mais um controle positivo e um negativo, com 10 repetições em blocos ao acaso. Para os estudos de ação repelente por chance de escolha sobre os insetos praga *Z. subfasciatus* e *S. zeamais*, foram testados óleos essências de 4 genótipos de *Eucalyptus* com 5 repetições para cada tratamento, em blocos inteiramente casualizados. Todos os óleos testados apresentaram ação repelente sobre os insetos e apresentaram eficiência na mortalidade dos insetos praga *Z. subfasciatus* e *S. zeamais*.

Palavras-chave: Controle alternativo, inseticida natural, praga do feijão, praga do milho.

ALVES, Agripino Emanuel Oliveira. ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALYPTUS SOBRE *Z. Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855). 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2021.

ABSTRACT

Storing food is a practice observed since the beginnings of production and agricultural exploitation, it is a fundamental strategy to ensure society's food for a certain period. Currently in agriculture, whether corporate or family, storage is used to ensure the quality of the product and trade. However, these stored and stored foods are targets of pests and insects that compromise production. Thus, measures to control and eliminate these pests are necessary, through various methods, whether with chemical or biological control. Therefore, this work aimed to analyze the bioinsecticide potential of essential oils extracted from Eucalyptus genotypes for the control of storage pests in the production of beans (*Zabrotes Subfasciatus*) and corn (*Sitophilus zeamais*), under laboratory conditions, using essential oils from 4 Eucalyptus genotypes (1249, 1250, 1277 and 0292). The oils were tested for repelling action and lethal concentrations for pest control. In the studies of mortality by contact of pest insects, 4 Eucalyptus genotypes were analyzed, with 3 different concentrations being for *Z. subfasciatus* (1%, 2%, 2.5%), and for *Sitophilus zeamais* (5%, 10%, 20%), plus one positive and one negative control, with 10 replicates in randomized blocks. For the free-choice repellent action studies on the pest insects *Z. subfasciatus* and *S. zeamais*, essential oils from 4 Eucalyptus genotypes were tested with 5 replications for each treatment, in a completely randomized block design. All tested oils showed repellent action on insects and were efficient in the mortality of insect pests *Z. subfasciatus* and *S. zeamais*.

Key words: alternative control; Natural insecticide; Bean pest; corn pest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura I. Grão de feijão danificado pelo <i>Z. Subfasciatus</i>	25
Figura II. <i>Z. Subfasciatus</i>	25
Figura III. Grão de milho sendo consumido por <i>Sitophilus zeamais</i>	26
Figura IV. <i>Sitophilus zeamais</i>	26
Figura V. Arena de chance de escolha	50

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Genótipos de <i>Eucalyptus</i> e parentais utilizados para extração de óleos essenciais.	47
Tabela 2. Teores (%) dos constituintes dos óleos essenciais de genótipos de <i>Eucalyptus</i> . IR: Índice de retenção.	51
Tabela 3. Mortalidade média de <i>Z. Subfasciatus</i> em exposição ao óleo essencial de eucalipto em três momentos de avaliação. C+ controle positivo com Gastoxi B 57 [®] em pastilha; C-: controle negativo com Twin 80 [®] e álcool etílico (1:1).	52
Tabela 4. Teste quiquadrado aplicado às médias de mortalidade de <i>Z. Subfasciatus</i> , em contato com óleo essencial de <i>Eucalyptus</i> .	52
Tabela 5. Resultados dos testes de dosagem letal dos óleos essenciais de genótipos de <i>Eucalyptus</i> sobre <i>Z. Subfasciatus</i> .	53
Tabela 6. Mortalidade média de <i>Sitophilus zeamais</i> em exposição ao óleo essencial de eucalipto em três momentos de avaliação. C+ controle positivo com Gastoxi B 57 [®] na dose recomendada; C-: controle negativo com Twin 80 [®] e álcool etílico (1:1).	54
Tabela 7. Teste de mortalidade por contato aplicando óleo essencial de <i>Eucalyptus</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i> .	54
Tabela 8. Concentrações letais dos óleos essenciais de genótipos de <i>Eucalyptus</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i> .	56
Tabela 9. Teste de repelência aplicando óleo essencial de <i>Eucalyptus</i> sobre <i>Sitophilus zeamais</i> e <i>Z. Subfasciatus</i> . SCO: grãos com aplicação de óleo essencial, SSO: grãos sem óleo essencial; n: número de insetos, %: porcentagem correspondente, m: média.	57

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Produção de milho e feijão	16
2.2 Armazenamento de grãos de milho e feijão	20
2.3 Pragas de grãos de milho e feijão	22
2.4 Controle comercial e químico de pragas de armazenamento	27
2.5 Controle biológico de pragas de armazenamento	32
2.6 Óleos essenciais no controle de pragas de armazenamento	34
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
4. CAPÍTULO I	44
4.1 Introdução	46
4.2 Metodologia	47
4.3 Resultados e Discussão	50
4.4 Conclusões	57
4.5 Referências Bibliográficas	59
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6. ANEXOS	64

1. INTRODUÇÃO

A estocagem de alimentos é uma prática comum desde os pequenos produtores agrícolas às grandes empresas do agronegócio e de distribuição de alimentos para garantir assim a segurança alimentar da humanidade, uma vez que a produção de alimentos agrícola se dá por períodos anuais de acordo com as variações das estações climáticas.

Segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), empresa pública, responsável pelo levantamento estatístico de produção e armazenamento de grãos da agropecuária brasileira, o Brasil tem aumentado sua produção de grãos o qual tem entrado entre os maiores produtores mundiais do seguimento (CONAB, 2017). Associado ao aumento da produção faz-se necessário a adoção de medidas na demanda de armazenamento desses produtos para que preservem por longos períodos as características de qualidade dos grãos colhidos, portanto se faz necessário o armazenar em locais com fatores que garantam a qualidade primária dos grãos tendo controle de umidade e livres do ataque de pragas de armazém (Baroni et al., 2017)

Dentre os principais alimentos que são estocados por longos períodos, principalmente na região Nordeste estão os grãos de feijão e milho, que fazem parte da principal base nutricional da alimentação como fonte de energia, seja ela consumida *in natura* ou em seus mais variados subprodutos.

Dentro desta perspectiva, se faz necessário à adoção de medidas que preservem a qualidade nutricional e comercial dos alimentos no período pós-colheita, tais como, controle de umidade, acondicionamento em ambientes livres de fungos e bactérias, e um dos maiores desafios no armazenamento de grãos está no controle de insetos da ordem Coleoptera que se alimentam de grãos armazenados, comprometendo sua qualidade e até mesmo promovendo contaminação por patógenos transmitidos por estes insetos, comprometendo o comércio e o consumo dos grãos infestados (Silva et al., 2012).

As técnicas mais utilizadas no Brasil e no mundo para controle de pragas de grãos armazenados são os métodos físicos e químicos. Assim, objetivando-se reduzir ou eliminar infestações de pragas em produtos armazenados são utilizadas diversas técnicas tais como remoção direta de insetos, controle da temperatura, da umidade relativa e da composição da atmosfera (CO₂, O₂, N₂), uso de pós-inertes, radiação ionizante, luz e som (Brito, 2015).

Para o controle de pragas de grãos armazenados se faz necessário à utilização de insumos que neutralizem o ataque dos insetos nos produtos estocados de forma que levem a mortalidade das pragas ou até mesmo que causem efeito de repelência destas. No mercado já

existem produtos à base de fosfeto de alumínio e magnésio que proporcionam efeitos de fumigação. Apesar de efetivos ao controle de praga, o uso desses produtos, além de enorme impacto ambiental, deixa resíduos nos grãos que podem vir a ser prejudiciais à saúde humana. (Brasil, 2015). Como destaca Finkler (2012), o uso intensivo dos produtos sintéticos no combate de pragas tem uma grande eficiência, e tem favorecido o aumento da produção, no entanto os compostos químicos destes pesticidas permanecem por muito tempo no meio ambiente, afetando de maneira negativa o ecossistema e até a saúde humana.

Os prejuízos causados pelo uso excessivo dos inseticidas químicos têm aumentado à preocupação dos consumidores do que diz respeito à segurança alimentar no tocante a qualidade dos produtos. Portanto tem crescido a motivação de estudos relacionados a novas técnicas de controle dessas pragas e, entre estas, o uso de inseticidas de origem vegetal (Otani et al., 2011).

Estudos realizados mostram que os produtos extraídos de plantas mais utilizados são óleos essenciais, óleos emulsionáveis, pós, extratos aquosos ou orgânicos, que apresentam toxicidade por contato, ingestão e fumigação, podendo provocar mortalidade, repelência, deterrência na alimentação e oviposição e podem afetar o crescimento dos insetos (Ootani et al., 2011). No entanto, a ação de toxicidade dos óleos essenciais é influenciada por sua composição química, a qual depende de diversos fatores como, recurso vegetal, estação do ano, condições ecológicas, métodos de extração, tempo de extração e parte da planta utilizada (Ootani et al., 2011).

A partir dessas considerações, no presente trabalho, buscou-se avaliar o potencial (bioinseticida) dos óleos essenciais (extraídos) de genótipos de *Eucalyptus* no controle de pragas do armazenamento de grãos de feijão e milho, em condições de laboratório, determinando a dose letal e o tempo de ação das variedades analisadas, além da ação repelentes dos mesmos sobre os insetos pragas..

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de milho e feijão

A produção e cultura do milho representam uma das mais importantes atividades comerciais iniciadas nas Américas, e isso se deve principalmente pelas diversas formas de produção: o milho serve como composto para uma infinidade de produtos alimentícios, polímeros, bebidas e combustíveis (Miranda, 2018).

Segundo dados de um estudo realizado por Contini et. al (2019) que observou a produção mundial de milho entre as safras de 2000/01 e 2017/18, houve um aumento de 82% na produção, que passou de 591 milhões de toneladas para 1,076 bilhão de toneladas. O referido estudo revela, ainda, a relativa concentração da produção em poucos países, destaque para os Estados Unidos, com 371 milhões de toneladas (34,5% da produção mundial), e para a China, com 263 milhões (24,5%), que somados ao Brasil e à União Europeia são responsáveis por 72,3% da atividade a nível global. Outros países também se destacam na produção de milho, como a Argentina (32.000 toneladas na safra 2017/18), a Índia (28.720 ton), o México (27.450), a Ucrânia (24.115) e o Canadá (14.100). Todos esses países obtiveram um grande aumento entre as safras de 2000/01 e 2017/8, sendo este crescimento equivalente a respectivamente 108,35%, 138,54%, 53,21%, 526,99% e 106,53%.

No mercado brasileiro, o milho é cultivado em todas as regiões, e sua oferta e demanda durante as duas primeiras décadas do século XXI sofreu expressiva reestruturação (CONAB, 2018a). O aumento da produção por unidade de área e a mudança da época de semeadura para o pós-colheita de soja potencializaram os ganhos e beneficiaram os períodos de disponibilidade do produto (CONAB, 2018b). Além disso, o crescimento interno da procura por produtos de proteína animal e o alto excedente doméstico auxiliam a demanda de novos mercados produtores, como é o caso da exportação.

O milho é o segundo grão mais cultivado e exportado em território brasileiro, perdendo apenas para a soja. Seu cultivo figura como um dos mais lucrativos segmentos do agronegócio no país, tendo como fator contribuinte a implantação de modernas tecnologias de plantio, a expansão das áreas cultivadas e o aumento da produtividade. Todos esses elementos inserem o Brasil em lugar de destaque no mercado internacional (CONAB, 2017).

A produção do milho no Brasil ocorre em duas etapas, conhecidas como Primeira e Segunda safra, sendo que esta última é conhecida como safrinha e representa 60% da

produção nacional, ao passo que a primeira é responsável pelos outros 40%. O produto é cultivado em todas as regiões do país, em diferentes épocas do ano e de acordo com as condições climáticas de cada lugar. A primeira safra, por exemplo, é conhecida como cultivo de verão e representa o semeio concentrado nas estações primavera e verão; ocorre em todas as regiões produtoras, exceto Norte e Nordeste, já que, nessas regiões a época de maior índice pluviométrico é a partir de janeiro e por isso a produção predominante é a de safrinha (Contini et. al, 2019).

A safrinha acontece após a colheita da soja e seu semeio é concentrado no verão e no outono. A Conab considera como de segunda safra todas as produções ocorridas após o mês de janeiro. A ocorrência da produção em diferentes meses do ano confere à atividade um caráter complexo e interferem no entendimento do equilíbrio tanto da oferta quanto da demanda.

No caso específico do Nordeste, a produção de milho atende às populações de baixa renda. De acordo com pesquisas feitas pelo BNB- Etene (2019), as áreas nordestinas são adequadas em termos de solo e de clima para bem receberem a expansão do cultivo e a atuação de instituições de pesquisa, crédito e infraestrutura para escoamento das safras.

Mesmo com essa capacidade, a cadeia nordestina de produção de milho se encontra desestruturada com relação a outras regiões, e isso requer esforços para atingir a eficiência necessária e derrubar os obstáculos que hoje a colocam nesse patamar. Sua fragilidade se concentra especialmente no âmbito organizacional, o que desestimula os investimentos de novos e antigos produtores, que se sentem seduzidos pelas ofertas advindas de outros mercados (BNB-Etene, 2019).

Uma das vantagens que o Nordeste apresenta para a produção de milho é o acessível custo das terras, e áreas que em alguns casos são apropriadas à mecanização da lavoura. Além disso, merece destaque fatores como a qualidade da infraestrutura que pode ser utilizada para escoamento da produção, o clima favorável ao sistema sequeiro e as instituições de pesquisa voltadas para o desenvolvimento desse setor (Contini et. al, 2019).

A produção de milho no Nordeste acontece atualmente de forma pulverizada, ou seja, espalhada por toda a região; mas as atividades estão majoritariamente concentradas nas pequenas propriedades, onde a tecnologia tradicional ainda é predominante. Em oposição a esse cenário, regiões como os cerrados baianos, o Maranhão e o Piauí já fazem uso de técnicas mais aperfeiçoadas e modernas no cultivo de grãos. Esses locais detêm os maiores números da produção nordestina (Contini et. al, 2019).

O Oeste da Bahia é o principal polo do milho na região, especialmente as cidades de São Desidério, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, Formosa do Rio Preto, Correntina, Adustina e Jaborandi. Já no estado do Sergipe, os maiores municípios produtores são Nossa Senhora Aparecida, Carira, Frei Paulo, Pinhão e Simão Dias. Dados da Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil (CNA) estimam que a produção de milho no Sergipe em 2020 atinja 241,5 milhões de toneladas¹, um número 6,6% superior ao alcance obtido em 2018 segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os demais municípios nordestinos que se destacam na produção de milho são: Loreto e Santa Luzia (MA), Mauriti (CE) e as cidades piauienses Uruçuí e Baixa Grande do Ribeiro (Contini et. al, 2019).

O leste, o agreste e o sertão alagoano são territórios onde a produção de milho tem apresentado grandes avanços (RIBEIRO; COUTO, s.d.). Fazem parte de uma região conhecida como SEALBA, que engloba também o estado do Sergipe e o nordeste da Bahia. Essa região possui um calendário agrícola diferente das demais áreas do país, sendo que os meses mais favoráveis ao plantio são junho e julho (RIBEIRO; COUTO, s.d.).

A produção é destacada pela atuação de pequenos e médios produtores rurais, que se sobressaem no cultivo do milho e do feijão de cores e utilizam variadas tecnologias.

O mapa a seguir mostra a produção da 3ª safra de milho na região da SEALBA entre os anos de 2019 e 2020 a partir de dados da Conab. O mapa evidencia que o estado do Sergipe se destaca em relação aos demais, já que alcança maiores produtividades pela homogeneidade de suas condições climáticas e do perfil de seus produtores (RIBEIRO; COUTO, s.d.).

Mapa I- Distribuição na produção do milho 3ª safra na região SEALBA do oitavo levantamento entre os anos de 2019 e 2020



Fonte: Ribeiro e Couto (s.d).

No caso específico do estado de Alagoas, dados do IBGE mostram que, no ano de 2019, foram produzidos 53.822 toneladas de grãos de milho em lavoura temporária, com valor de produção de R\$ 30.087,00 (x 1000), área plantada de 38.627 hectares, área colhida de 21.766 hectares e rendimento médio de 2.473 kg/hectar (IBGE CIDADES)

Já no caso do cerrado baiano, dados coletados pelo BNB mostraram crescimentos na relação custo/receita, e em Uruçuí (PI), já se observa o uso de adubação química e o processo de mecanização das lavouras, o que potencializa os rendimentos coletados.

Em se tratando da produção de feijão, Alagoas produziu, em 2019, segundo informações do IBGE, 9.802 toneladas de grãos, numa produção cujo valor foi R\$ 24.965,00 (x 1000), em área plantada de 28.873 hectares, área colhida de 18.162 hectares e rendimento médio de 540 kg/hectar (IBGE CIDADES).

Os feijões e lentilhas estão incluídos no grupo das leguminosas, que são alguns dos alimentos vegetais mais ricos em proteínas. Os feijões são fontes de carboidratos complexos, fibra alimentar, vitaminas do complexo B, ferro, cálcio e compostos bioativos, além de conterem lipídios em pequenas quantidades. Junto ao arroz, compõem a maior parte das proteínas alimentícias da culinária brasileira.

Entre os anos de 1961 e 2005, a produção mundial de feijão aumentou consideravelmente. Dados da FAO (2007) apontam que os cinco países com maior produção média entre os anos de 2003 e 2005 são: Brasil, Índia, China, Myanmar e México. Juntos, esses países representam mais de 65% da produção mundial. Uma década depois esses mesmos países mantinham esse status, ao lado dos Estados Unidos e Tanzânia, que juntos foram responsáveis por 57% da produção mundial. (Faostat, 2019).

Segundo a pesquisa de Wander et.al (2007), o Brasil deixou de ocupar o segundo lugar no ranking da produção e passou a ser o primeiro, vencendo a China e a Índia. Os resultados

brasileiros cresceram 76,3% durante o período analisado. Em contrapartida, a Índia cresceu em termos de importância, tendo liderado as colocações durante a década de 70 até aproximadamente meados da década de 90.

Enquanto o cultivo de milho no Brasil é feito em duas safras, a produção de feijão ocorre em três etapas: a primeira é conhecida como “safra das águas”, seu plantio acontece entre os meses de agosto e novembro e a colheita, de novembro a fevereiro. A segunda etapa é a chamada “safra da seca” ou “safrinha”, com plantio que ocorre de dezembro a março e colheita realizada entre março e junho. A terceira e última fase é a “safra de inverno” ou “irrigada”, com plantio que acontece de abril a junho e colheita realizada de julho a outubro.

As três maiores regiões produtoras de feijão no Brasil são o Sul (estados do Paraná e Santa Catarina), Sudeste, Brasil Central (Rondônia, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso) e o Nordeste (Piauí, Ceará e Paraíba). Este último, apesar de não figurar entre os maiores produtores de feijão do país, tem, historicamente, uma área de produção maior que a soma das áreas Sul, Sudeste e Centro-oeste. (CONAB, 2019). A primeira safra produz feijão comum; a segunda, feijoeiro comum e caupi no Norte e no Nordeste; e a terceira, o feijoeiro comum irrigado.

No Nordeste, é comum a produção de feijão-caupi. Esse tipo de feijão atua como uma das principais alternativas de fonte de renda e de alimentos para a população nordestina. Ele possui propriedades alimentícias que auxiliam no combate à fome e à desnutrição. Grande parte dessa produção advém da agricultura familiar.

Um dos grandes destaques nesse setor produtivo é o estado do Pernambuco, que tem um dos maiores polos produtores a mesorregião do Agreste de Pernambuco. A cultura acontece em quase todos os estados da região, em níveis de produtividade que, apesar da larga escala de cultivo, são inferiores ao potencial nordestino (Rosolem, 1987). Os resultados inferiores estão possivelmente ligados à falta de assistência técnica e de um programa de produção de grãos qualificadas, já que grande parte da produção de feijoeiro provém da agricultura familiar (aproximadamente 80%) e os recursos limitados faz com que os produtores muitas vezes utilizem grãos de qualidade inferior e não desfrutem de assistência técnica.

A produção de feijão no Sergipe teve um declínio significativo entre os anos de 2009 e 2019, de acordo com dados da Conab (2018b). Em 2009, a produção foi de 27,1; no ano seguinte, subiu para 31,1, e os anos posteriores iniciaram uma queda considerável, até que, em 2019, a produção foi de apenas 7,1.

Segundo Braccini e Picanço (1995), o armazenamento feito de forma inadequada, bem como as poucas condições do campo, potencializa as perdas que ocorrem no sistema de produção. Vale destacar, entretanto, que a espécie tem facilidade de se adaptar às condições de clima e de solo presentes na região e é detentora de vasta variabilidade genética, que confere a ela um caráter versátil e permite que seja usada tanto em sistemas de produção tradicionais quanto em sistemas modernos.

2.2. Armazenamento de grãos de milho e feijão

Em se tratando da produção de grãos em geral, é sabido que grande parte é armazenada por um período determinado e com múltiplos objetivos. O armazenamento acontece com a finalidade de evitar perdas, garantir a qualidade do produto e atender às demandas de safra e de mercado, principalmente na busca por melhores preços, e ao pequeno agricultor, para garantir a alimentação nas entressafras (Sauer, 1992).

O armazenamento ideal deve manter importantes características do grão após o pré-processamento, como as propriedades nutritivas, a qualidade da moagem e a viabilidade dos grãos (Sauer, 1992).

Assim, podemos compreender o ecossistema de armazenamento de grãos como o processo em que podem ocorrer significativas mudanças de caráter quantitativo e qualitativo, por meio de interações entre fatores químicos, físicos e biológicos, tais como: concentração de dióxido de carbono e oxigênio no ar intersticial, temperatura, umidade, ocorrência de microrganismos, insetos, condições climáticas e algumas características do grão (Sinha, 1973).

No caso específico dos insetos, a massa do grão é o meio ideal para seu habitat, o que faz com que haja perda de peso, desvalorização e contaminação da massa de grãos, crescimento da atividade respiratória dos grãos e aquecimento do local de infestação, culminando em importante perda de matéria seca, em detrimento da perda de peso, afetando intensamente os locais de armazenamento (Alves et. al, 2008).

Diante dessa realidade, a CONAB propôs um novo modelo, que foi posto em prática a partir de 01 de julho de 1992, previsto no artigo 37 do Decreto n. 1.102, de 21 de novembro de 1993:

Podem os armazéns gerais se obrigarem, por convenção com os depositantes e mediante a especificação prévia de uma taxa, indenizar os prejuízos acontecidos à mercadoria por avarias, vícios intrínsecos, falta de acondicionamento e mesmo casos de força maior (BRASIL, 1993).

Um dos principais fatores para o adequado armazenamento de grãos é a observação da temperatura; diante disso, a fim de preservar a qualidade do produto por mais tempo e diminuir sua deterioração, há alguns anos vêm sendo aplicadas técnicas de resfriamento artificial, por meio da refrigeração dos silos que são usados para o armazenamento; esse processo permite que haja troca de ar entre o interior das massas de grão e o ambiente externo, jogando o ar refrigerado para o interior do silo através da areação e garantindo seu funcionamento até que as massas atinjam as temperaturas ideais, o que auxilia no combate e controle de pragas. (Paraginski et. al, 2015).

Com essa redução de temperatura, as reações bioquímicas e metabólicas dos grãos ficam mais lentas; essas reações são responsáveis pelo desdobramento, transporte e ressintetização das reservas armazenadas no tecido de sustentação. Tudo isso faz com que sejam mantidas as características iniciais dos grãos armazenados por períodos maiores (Paraginski et. al, 2015).

Para a estocagem de milhos, a temperatura é um fator crucial para a manutenção da qualidade final do produto. De acordo com Paraginski (et. al, 2015), temperaturas mais elevadas de armazenamento provocam um percentual aumento dos processos metabólicos dos grãos, resultando em uma redução do percentual de germinação.

O armazenamento de grãos de feijão pode levar à perda de importantes características que contribuem para a garantia da qualidade do produto, e isso pode inviabilizar o uso do processo como estrutura de produção. Carvalho (1980) identificou diversos elementos que interferem no comportamento do grão durante seu armazenamento, tais como a qualidade inicial da grão, o grau de maturação e de injúria mecânica no ato da colheita, as condições climáticas durante o processo de maturação, o tipo de embalagem usado, a forma de secagem e as características do ambiente em que a armazenagem acontece.

Entre os fatores mais importantes para o bom armazenamento de grãos de feijão, estão a qualidade fisiológica, que é mensurada por meio de testes de germinação e vigor, e a qualidade sanitária, avaliada através dos chamados testes de sanidade. Esses testes são responsáveis por avaliar a condição sanitária de um lote de grãos e fornecer subsídios para a certificação e os serviços da vigilância vegetal, e contribuem também para o tratamento das grãos e o melhoramento das plantas (Henning, 1994; Machado, 2000).

Uma das principais características do feijão armazenado é que ele tende a cozinhar mais lentamente e isso faz com que haja maior consumo de tempo e de energia. Seu tegumento fica impermeável durante o período de armazenamento, tornando a cocção mais

demorada. O sabor e a cor também são alterados e o caldo do feijão fica menos consistente. Tudo isso é descoberto pela análise da quantidade de sólidos solúveis presentes no caldo.

A alteração da cor dos grãos (que ficam mais escuros) é fator sem reversão e afeta a aceitação do produto no mercado, principalmente para os feijões de cor natural mais clara, como é o caso do feijão carioca. Esse fenômeno acontece por vários motivos, como reações químicas enzimáticas e não-enzimáticas. O armazenamento inadequado altera as propriedades químicas do feijão (Bragantini, 2005).

2.3. Pragas de armazenamento de grãos de milho e feijão

Durante a estadia dos alimentos em grãos nos armazéns, muitos são os fatores que podem ocasionar a perda da qualidade dos produtos. Um dos principais elementos responsáveis por essa perda são as pragas, que representam danos de até 78% do produto armazenado, já que agregam inclusive o aumento do teor da água nos grãos, ocasionando um ambiente favorável à proliferação de fungos (Lima Júnior et. al, 2012).

Os insetos que atacam os grãos armazenados são classificados em pragas primárias e pragas secundárias. As pragas primárias atacam grãos não danificados e se alimentam de grãos danificados. Grande parte delas inicia suas atividades de ataque no próprio campo, antes da colheita. Já as pragas secundárias atacam o interior de grãos que já foram invadidos pelas pragas primárias (SENAR, 2018).

Uma técnica de controle bastante utilizada no combate às pragas é a chamada fumigação. Essa técnica consiste basicamente no tratamento das massas de grãos por meio de gás inseticida composto por brometo de metila ou fosfeto de alumínio/magnésio.

As pragas mais comuns para grãos de milho e feijão armazenados são os gorgulhos e os carunchos (coleoptera) e as traças (lepidoptera). A broca de cereais (*Prostephanus truncatus* (Horn, 1878) (*Coleoptera: Bostrichidae*) é uma praga primária. É um besouro que ataca grãos das regiões tropicais e subtropicais. Tem coloração castanho-escura ou preta. É uma das pragas mais perigosas para o milho, principalmente os armazenados em espiga. Seu prejuízo é tão grande que tem feito com que a armazenagem em espiga já não seja mais tão utilizada, tendo substituída em alguns locais por armazenamento sem palha. Sua infestação começa antes da colheita e perdura durante o tempo de armazenamento, produzindo grandes quantidades de poeira no interior dos grãos e levando à perda de até 30% da produção (Lorini et. al, 2010).

O besouro dos cereais (*Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (*Coleoptera: Bostrichidae*) também figura entre as pragas primárias mais comuns. É de cor castanha ou preta e está presente em todos os locais do mundo com climas quentes e úmidos. Ataca praticamente todos os grãos de cereais, se desenvolvendo no interior deles. As adultas perfuram os grãos e se alimentam de endospermas, provocando poeiras. Têm um ciclo de vida significativo. (Lorini et. al, 2010).

Por último, destacamos o chamado caruncho ou gorgulho do feijão (*Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (*Coleoptera: Chrysomelidae*). É uma praga de cor vermelho-acastanhada e ataca preferencialmente leguminosas como o feijão, a soja, o grão-de-bico e o feijão-de-corda. Também infesta alimentos de farinha animal e rações que contêm cereais. Sua infestação começa ainda no campo, onde são depositados ovos nas vagens em amadurecimento. As larvas causam danos que podem afetar até 90% dos grãos de leguminosas, e podem ser evitadas por meio da rotação de culturas, não cultivando uma mesma espécie na mesma área por muitos anos (Souza et. al, 2016).

Já nas pragas secundárias, temos como primeiro exemplo o besouro castanho (*Tribolium sp.*). (*Coleoptera: Tenebrionidae*). Ele é encontrado nas principais regiões tropicais e subtropicais; tem coloração vermelho-acastanhada, e suas larvas são amarelo-esbranquiçadas. Ataca preferencialmente o milho, o amendoim, o feijão, o arroz, o grão-de-bico, o trigo e o sorgo, optando por grãos danificados. Eles se alimentam primeiro do gérmen e depois do endosperma, e se espalham em armazéns com índices de temperatura e umidade fora de controle, condições estas que causam ambientes muito propícios à proliferação de insetos que provocam aumento na temperatura da massa dos grãos (Picanço, 2010).

O segundo exemplo das pragas secundárias é a traça de farinha (*Ephestia sp.*): (*Lepidoptera: Pyralidae*). Ela atua em diversos climas e ataca todos os tipos de grãos secos, se alimentando da parte externa dos grãos e contaminando-os com fios de seda expelidos pelas larvas e compostos inclusive por fezes, cascas de ovos e películas (Lorini et. al, 2010).

Por fim, destacamos os chamados térmitas ou cupins (*Macrotermes*), (*Blattodea: Termitidae*) que representam as múltiplas espécies de insetos populares que danificam grãos armazenados e estruturas de madeira. Suas culturas prediletas são fundamentalmente as de milho, cana-de-açúcar, sorgo e os plantios florestais. No caso específico do milho, o ataque acontece já logo após a sementeira, que é destruída antes da germinação e acarreta danos no referido processo, afetando o produto e o local de armazenamento (Lorini et. al, 2010).

Os *Z. Subfasciatus* são espécies de besouros pequenos, que medem entre 1,8 e 2,5 mm e possuem coloração castanho-escura. As fêmeas desta espécie possuem quatro nítidas manchas no pronoto, que contrastam com o aspecto brilhante de seu corpo, e são maiores que os machos; estes têm apenas uma mancha em seu escutelo. São pragas cosmopolitas e de clima tropical. Atacam e causam grandes prejuízos aos grãos armazenados de feijão (Paraginski et. al, 2015).

Seus danos são causados pelo ataque aos cotilédones, locais em que essas pragas abrem buracos que podem destruir totalmente os grãos. Não obstante, a presença de ovos e de buracos, bem como de insetos mortos e dejetos, afeta significativamente a qualidade do produto. Como o embrião é destruído, os grãos também são danificados (Paraginski et. al, 2015).

Os *Z. Subfasciatus* são carunchos do feijão e se originam zonas tropicais e subtropicais da América Central e da América do Sul. É uma das principais pragas que atacam o feijão durante o período de armazenamento, e vem sendo introduzida em países europeus por meio de feijões já infectados, o que amplia o registro de hospedeiros e infecta outras leguminosas (Barbosa et. al, 2002).

Esse tipo de praga também pode se manifestar ainda dentro da grão, por meio de perfurações feitas por outros insetos (Credland; Deny, 1992). As fêmeas dessa espécie precisam ter contato com a grão para estimular a ovogênese. Após isso, a larva abre um buraco no tegumento da grão e consome seu conteúdo, completando, assim, seu desenvolvimento no grão.

Os prejuízos causados pelos *Z. Subfasciatus* são incontáveis. Dentre eles, destacamos redução de peso dos grãos, diminuição de seu valor nutricional, declínio da capacidade de germinação das grãos e queda do valor comercial do produto por conta de insetos e fragmentos e excrementos. Além disso, ocorrem também danos indiretos, como a entrada de ácaros e fungos que possibilitam o aumento da temperatura dos grãos (Barbosa et. al, 2002).

A espécie vem sendo largamente utilizada em testes de resistência de cultivares e linhagens de *Proteus vulgaris* em território brasileiro (Mazzoneto; Boiça JR, 1999). Além disso, alguns estudos consideram o controle da proliferação dessa espécie com o uso de óleos essenciais ou no período pós-vegetal. Ainda são incipientes os trabalhos que analisam os parâmetros biológicos de diferentes populações dos *Z. Subfasciatus*.

Os *Z. Subfasciatus* ocorrem nas regiões mais quentes dos trópicos e seus ovos aderem firmemente às grãos, infestando os grãos no pós-colheita, durante o armazenamento (Barbosa et. al, 2002).

A espécie é de praga primária, já que afeta substancialmente o interior dos grãos, prejudicando sua aparência, sua palatabilidade e sua aceitação por parte do consumidor. Em algumas grãos de feijão, ocorre perda de germinação e vigor por conta do ataque dos insetos, que possuem forma globular e pernas e antenas longas (Silva et. al, 2013). Suas larvas são curculioniformes e penetram o interior do produto logo após sua eclosão (Athié; Pauça, 2002).

Figura I- Grão de feijão danificado pelo *Z. Subfasciatus*



Fonte: Agrolink (2020)

Z. Subfasciatus



Higicontrol (2019)

Já o gorgulho *S. zeamais* é um besouro pequeno de cor castanho-escuro que mede entre 3 e 5 mm de comprimento e possui uma protuberância que sai da cabeça. Seu aparelho bucal tem fortes mandíbulas que conseguem quebrar a dureza dos grãos e penetrar seu interior (Antunes; Dionelo, 2010).

É uma das principais pragas de cereais armazenados do Brasil. Afeta culturas como o arroz, a aveia, o café, a cevada, o farelo de soja, a farinha de trigo e o feijão, mas seu principal alvo é o milho. Atacam grãos inteiros, provocando redução de peso e prejudicando a qualidade do produto (Antunes; Dionelo, 2010).

Figura III- Grão de milho sendo consumida por *Sitophilus zeamais*



Fonte: Agrolink (2020)



Fonte: Agrolink (2020)

O *Sitophilus zeamais* é popularmente conhecido como gorgulho do milho e é um inseto de praga primária, pois ataca os grãos não-danificados, inserindo ovos no interior dos grãos (do qual as larvas se alimentam). Entretanto, o inseto adulto também pode colocar seus

ovos no exterior dos grãos, as larvas perfuram o revestimento duro do grão e se alimentam de seu interior (Antunes; Dionelo, 2010).

Esse tipo de praga contamina mais do que consome, e danifica aproximadamente 10% da produção mundial de grãos. Essa porcentagem prejudicada inviabiliza consumo humano. Algumas delas atacam o milho ainda no campo, antes da colheita, e outras o infestam durante seu processo de armazenagem. Junto às pragas da ordem dos lepidópteros, os *Sitophilus zeamais* e as demais espécies coleópteras são as principais pragas que danificam o milho (Fernandes, 2015).

2.4. Controle comercial e químico de pragas de armazenamento

O controle pragas de armazenamento é um processo de caráter coadjuvante que acontecem por meio da inserção de medidas auxiliares no combate a pragas e do uso de inseticidas, que deixa de ser um fator essencial e passa a ser apenas uma etapa componente do processo.

Em decorrência das pragas, durante o processo de armazenagem são gerados resíduos e pó, que se acumulam nas moegas, nas máquinas de pré-limpeza e de limpeza, nos secadores, nos elevadores, nas estruturas metálicas das correias transportadoras e dos caracóis, nos túneis, nas passarelas, nos fundos e montantes internos de silos nos fundos de armazéns e graneleiros. (Agrolink, 2020).

O primeiro passo para esse processo de controle de pragas de armazenamento é realizar a higienização do local por meio da eliminação desses resíduos. Após isso, para remover os insetos locais, inicia-se a aplicação de inseticidas residuais. Para esse tratamento, é necessária a adequada instalação de equipamentos de pulverização, que tanto podem ser específicos para limpeza de locais de armazenamento quanto adaptados a partir de um pulverizador de campo. (Agrolink, 2020).

O controle preventivo é um passo muito importante na garantia da qualidade do produto armazenado, e depende da compreensão do papel que exercem os fatores ecológicos já citados, tais como a temperatura e o tempo de armazenagem. Outros elementos determinantes para o controle preventivo são o processo de colheita, a recepção e limpeza do produto, a secagem dos grãos e a aeração e refrigeração (Santos, 2006).

O processo de Monitoramento do Manejo da Manifestação tem como objetivo principal registrar por meio de amostragens a ocorrência de insetos ou outros microrganismos com frequência pré-definida durante determinado período de tempo e sob certas condições

ambientais. Todos os fatores que afetam a movimentação dos insetos influenciam na amostragem e devem ser registrados (Agrolink, 2020).

A gravidade dos efeitos está relacionada à espécie capturada, bem como do tipo de grão, de sua temperatura e de sua umidade (Santos, 2006). Essa amostragem é, portanto, ponto célebre das técnicas de controle de pragas em grãos armazenados e contribui para o controle dessas pragas.

Além das etapas já mencionadas de observação da cultura, da escolha do momento certo de colheita e da limpeza dos armazéns, outras técnicas devem ser aplicadas na prevenção. Uma delas é a chamada aeração, que visa inibir o desenvolvimento de pragas que já se instalaram nos grãos e que já é utilizada há algum tempo. Ela consegue reduzir a temperatura da massa de grãos de forma a impedir que os insetos se multipliquem. Fogem à regra insetos que conseguem sobreviver mesmo em temperaturas mais baixas; nesses casos, a aeração sozinha não consegue os efeitos necessários (Agrolink, 2020).

O momento ideal para que a realização dessa técnica é quanto a temperatura ambiente estiver mais baixa e o ar mais seco (Santos, 2006). A aeração pode ser realizada de forma ininterrupta ou em etapas com intervalos de tempo fixados, levando em conta a temperatura ideal ou a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura dos grãos.

Outro processo bastante considerado para controle de pragas em sistemas de armazenagem é o resfriamento. Por meio dessa técnica, ocorre a passagem forçada do ar frio e seco pela massa de grãos armazenados em silos; os grãos permanecem resfriados por vários meses. Essa técnica oferece vários benefícios, dentre eles a diminuição dos custos de secagem, a redução de perdas fisiológicas causadas pela respiração do grão, a manutenção da qualidade e a proteção contra pragas (Santos, 2006).

O processo de respiração dos grãos continua mesmo após a colheita. Através dele, o oxigênio é absorvido e os carboidratos se transformam em gás carbônico, água e calor durante o metabolismo; como consequência disso, ocorre a perda de massa seca e a redução do peso.

Se considerarmos que a produção do calor e a intensidade da respiração granular dependem da temperatura e da umidade desse grão, compreenderemos a influência que o resfriamento exerce sobre a perda de matéria seca e de peso (Santos, 2006).

Santos (2006) analisou a influência do resfriamento na perda de matéria seca, considerando 1000t de milho a 15% de umidade e tempo de armazenamento de 30 dias, sob diferentes temperaturas. De acordo com a pesquisa, sob temperatura de 35°C, houve perda de 5,4t de matéria seca após 1 mês armazenado. Caso a umidade fosse maior, os danos seriam

ainda mais intensos. Quando a temperatura é reduzida para 10°C, as perdas caem para 0,2t. Com isso, conclui-se que o resfriamento dos grãos também pode contribuir para a redução e perda de 80% ou 90% em um mês de armazenagem.

O processo de resfriamento de grãos era antigamente usado para condicionar grãos e/ou grãos colhidos com excesso de umidade enquanto eles aguardavam entrada no secador. Em termos de proporção, em tempos atuais são mais frequentemente resfriados grãos secos que grãos úmidos.

Outro sistema bastante eficaz no combate a pragas é a higienização espacial, que consiste em técnicas de limpeza dos grãos e dos granuleiros antes do início do processo de armazenamento. Alguns levantamentos mostram que mesmo ambientes vazios podem estar infestados de ácaros e insetos de diferentes espécies (Santos, 2006); além disso, vale destacar que muitos desses insetos são capazes de voar, o que aumenta sua habilidade de contaminar grãos e ambientes.

Algumas das principais medidas preventivas que devem ser adotadas para controle de pragas são: limpeza dos grãos antes do armazenamento (já que os insetos têm grande dificuldade de contaminar grãos limpos), limpeza do ambiente com jatos de ar que desalojem as sujeiras acumuladas em paredes e equipamentos; recolhimento de material fino com aspirador de pó; inspeção do teto do local e conserto de goteiras; evitar acúmulo de lixo dentro e fora do armazém; pulverização das paredes, do teto e do piso com inseticidas específicos; monitoramento da temperatura da massa de grãos, bem como de sua umidade e da presença de insetos em determinados pontos; armazenar grãos de safras novas apenas em unidades vazias, a fim de evitar contato com grãos que já estejam infectados (EMBRAPA, 2015).

Os métodos de controle químico de pragas de armazenamento são baseados na aplicação de inseticidas e podem ser aplicados de forma preventiva ou curativa. O tratamento preventivo em grãos e grãos acontece após os produtos terem sido devidamente limpos, secos e expurgados. Eles são limpos, higienizados e guardados nas unidades de armazenamento por um período que pode variar de acordo com o consumo e o interesse do armazenador (Santos, 2006).

Caso o tempo de armazenamento for maior que dois ou três meses, o tratamento químico preventivo de grãos e grãos é adequado. Ele acontece por meio da aplicação de inseticidas líquidos sobre os grãos na correia transportadora quando são levados para o

armazém ou durante o ensaque das grãos. O produto protegerá contra o ataque de pragas e a pulverização será realizada com os grãos descascados (Lorini et. al, 2010).

Já o tratamento curativo das grãos é representado pela técnica conhecida como fumigação. A técnica utiliza um gás e é realizada em diferentes ambientes, desde que sejam obedecidos os critérios de vedação do local e as normas de segurança para realização do procedimento.

O gás que for liberado ou introduzido no interior dos grãos e grãos permanece no local em concentração para eliminar as pragas. Isso justifica o fato de que qualquer entrada ou saída de ar deve ser inibida por meio de materiais adequados, como por exemplo, as lonas de expurgo.

Os principais métodos de controle químico de pragas de armazenamento são a fumigação e a pulverização. A seguir, trataremos das especificidades de cada uma dessas técnicas e os riscos por elas oferecidos.

Os fumigantes são atualmente considerados substâncias químicas que podem se apresentar em estado gasoso de acordo com sua temperatura e pressão. Caso sejam utilizados em concentrações corretas e adequados níveis de exposição, eles podem provocar a morte dos insetos independente do estágio de desenvolvimento. Eles são bastante expansíveis e não deixam resíduos sólidos. Segundo Annis (1999), “a fumigação é o único método curativo de controle de pragas”.

No Brasil, entretanto, apenas a fosfina (fosfito de alumínio e fosfito de magnésio) é autorizada para fumigação em grãos e em outros produtos, e mesmo assim, é preciso que seja aplicada por empresas credenciadas e com severo acompanhamento de um responsável técnico que seja treinado para sua manipulação e uso (Lima Júnior et. al, 2012).

O processo de fumigação acontece através de desinfecção por via seca em um sistema hermético, objetivando higienizar materiais, objetos e instalações, que, por várias razões, não possam ser submetidos a outras técnicas de tratamento.

Os gases usados na fumigação são: brometo de metila (em casos de armazenamento em cilindros e em aplicações feitas em contêineres e em produtos de madeira) e a fosfina (aplicada em forma de pastilhas e utilizada em porões e navios de silo).

Essas operações devem ser realizadas com todos os meios possíveis de segurança: uso de máscaras, capacetes, botas, cones de segurança, coletes reflexivos e práticas de advertência. Além disso, é recomendado que a fosfina seja utilizada antes do brometo, já que

existem contraindicações do uso deste produto para fumigação das grãos devido a seu efeito nocivo à germinação e ao vigor.

É importante que, ao longo de todo o processo de fumigação (também conhecida como expurgo), os gases tóxicos fiquem bem confinados em ambientes vedados e herméticos, assim como a grão contaminada. A vedação deve ser feita com metal, concreto e alvenaria e impedir que esse gás escape para outras áreas onde possa prejudicar a saúde dos seres humanos e dos animais, além de que o gás fumigante deve ser retido por tempo suficiente para combater as pragas.

Os fumigantes representam alto perigo para as pessoas que os aplicam e para o meio ambiente. Os riscos de intoxicação são reais. Os fosfetos são especialmente perigosos porque liberam fosfina venenosa quando entram em contato com gotículas de água no ar. Caso seja inalado, esse gás produz reações químicas específicas quando em contato com a umidade dos pulmões, causando bolhas e acúmulo de líquido nos referidos órgãos, o que pode até mesmo levar o paciente a óbito (Lima Júnior et. al, 2012).

A exposição à fosfina também pode causar fortes dores de cabeça, no peito, náuseas, cólicas, vômitos e tonturas, levando as vítimas a cambalear e a ter confusões mentais. Quando atinge as células do corpo, a fosfina pode destruir a membrana celular e interferir em enzimas que são indispensáveis para o bom funcionamento do organismo (Lima Júnior et. al, 2012).

Além disso, alguns fumigantes são voláteis e podem explodir e provocar graves queimaduras. Por isso, é extremamente importante que o procedimento seja realizado de forma correta a fim de evitar danos à saúde e à vida das pessoas e dos animais e perdas financeiras.

Já a pulverização é um processo químico realizado com grãos que não tenham sido tratados com massa de grão quente, já que os grãos quentes apresentam malefícios para o tratamento e podem resultar na ineficiência do combate. Nesse caso, os grãos devem esfriar antes de serem pulverizados com inseticida e armazenados.

Como supracitado, o equipamento de pulverização pode ser específico ou herdado de pulverizadores de lavouras, e deve estar adequadamente instalado por meio de uma barra de pulverização sobre a correia transportadora, como mostra a figura VIII. Não obstante, devem ser colocados tombadores sobre essa correia a fim de que os grãos sejam misturados quando passarem sobre a barra de pulverização.

Os profissionais responsáveis pelo procedimento devem estar atentos à vazão dos bicos e da correia transportadora, e caso julguem necessário, ajustarem de acordo com as doses de inseticidas e de caldas por tonelada de grão (Lorini et. al, 2002).

Também é importante ressaltar que não deve ser realizado nenhum tratamento por vias líquidas na correia transportadora em casos de infestação de pragas na massa de grãos, já que isso pode provocar falhas de controle e resistência da praga aos inseticidas.

Assim como a fumigação, a pulverização também exige cuidados ligados à higiene e manutenção da saúde, tais como o uso adequado dos equipamentos de proteção individual (EPI's), o preparado da calda em local sombreado, aberto e com boa ventilação; obediência às instruções apresentadas nos rótulos dos produtos; evitar a inalação o respingo e qualquer tipo de contato com a substância; não utilizar a boca para desentupir os bicos ou orifícios; não ingerir os produtos; não pulverizar em horas muito quentes; não pulverizar em sentido contrário à direção do vento e nem em dias chuvosos; abrir as embalagens com cuidado para evitar o derramamento do produto; fazer uso de balanças, copos graduados, baldes e funis adequados para o preparo da calda (não usar os mesmos equipamentos para outras atividades depois); lavar as embalagens vazias após o uso do produto e longe de locais em que possa contaminar; lavar os utensílios e secá-los ao sol após o processo de secagem; para misturar a calda, usar apenas o agitador do pulverizador; verificar o pH da área de pulverização e, caso seja necessário corrigi-lo, seguir as instruções do fabricante; garantir que todas as embalagens estejam fechadas; guardar essas embalagens no depósito.

A pulverização, bem como qualquer processo de controle químico, apresenta como contras os fatos de ter efeitos temporários, causar resistências, deixar resíduos (exceto a fumigação), produzir efeitos colaterais em organismos que não são o alvo e oferecer risco direto através de determinados inseticidas.

2.5. Controle biológico de pragas de armazenamento

O controle biológico das pragas de armazenamento é um dos métodos de maior eficácia no combate a muitos insetos no campo, mas seus resultados nas unidades de armazenamento não são muito satisfatórios. Mesmo que o uso ainda seja limitado (Zdárková et. al, 2013), seu papel é fundamental nos programas que visam a redução do uso de agrotóxicos.

Esse processo envolve a utilização de predadores, parasitoides ou patógenos com o objetivo de extinguir as populações de pragas, e sua aplicação requer muito planejamento e

cuidado. É preciso identificar quais pragas estão causando os maiores danos, e para isso, são selecionadas as espécies de agentes de controles biológicos que serão liberadas nas massas de grão, bem como a quantidade desses agentes e a época mais adequada para a realização do procedimento (Zdárková et. al, 2013).

Também é importante que sejam pensadas técnicas econômicas que possibilitem a criação, o armazenamento, o transporte e a liberação desses agentes, além de voltar a atenção para o monitoramento das pragas presentes nas massas de grãos e desenvolver estudos biológicos básicos que caracterizem as relações ecológicas entre as pragas e seus agentes destruidores (Soares et. al, 2009).

O controle biológico apresenta, dentre suas vantagens, a proteção dos combatentes contra as condições adversas do meio externo, a ausência de resíduos químicos nos grãos e grãos e a colocação e combate das pragas em armazéns onde os inseticidas não poderiam atuar.

A viabilidade e a efetividade da técnica surgem quando é utilizada como ferramenta de prevenção de pragas nos granuleiros e, quando age como remediação, se integra a outras estratégias de manejo, como por exemplo a chamada atmosfera modificada (AM) ou o já discutido controle químico.

Uma das restrições à aplicação do controle biológico é a possibilidade de contaminação dos produtos através de fragmentos próprios que os agentes liberam depois de mortos; em contrapartida, esses fragmentos podem ser eliminados por procedimentos comuns de limpeza dos grãos (Flinn; Hagstrum, 2001).

A ação do controle biológico é determinantemente afetada pelos tipos de produto, pelo meio ambiente e pelas condições de armazenamento. A qualidade dos produtos a serem utilizados deve ser levada a sério e sua eficiência pode ser impactada pela genética, pela situação da produção, pela criação, pelas formas de armazenamento e pelos custos e condições de manuseio dos produtos (Soares et. al, 2009).

No caso dos Estados Unidos, por exemplo, a legislação já permite o uso de alguns agentes de controle biológico em situações de armazenagem de alimentos. Como exemplo, temos o *Bacillus thuringiensis* (Bt), bactéria usada como agente de controle entomopatogênico de pragas e que é utilizada comercialmente. Entretanto, sua aplicação depende de um sistema de regulamentação de parasitoides e predadores, estabelecendo a eficácia, as medidas de segurança e os métodos de aplicação (Filho; Macedo, 2011).

Temos como exemplos de parasitoides de insetos o *Thecolax elegans*, o *Anisopteromalus calandrae*, algumas espécies de *Trichogramma*, o *Bracon hebetor*, o *Venturia canescens* e o ácaro *Acarophenax lacunatus* (Soares et. al, 2009).

O *Thecolax elegans* parasita a larva de coleópteras, e sua ação pode reduzir até três vezes o custo gerado com aplicações de *R. dominica* (Soares et. al, 2009).

Já o *Anisopteromalus calandrae* é um parasitoide de gorgulho de grãos de trigo de inverno armazenados. Eles possuem cutícula esclerotizada que facilita a penetração nas massas de grãos para iniciar seu parasitismo. O *Trichogramma evanescens* é uma espécie de *Trichogramma* com grande capacidade de percorrer e parasitar pragas de grãos. É muito barato, seguro, consistente e fácil de encontrar no mercado (Soares et. al, 2009). O *Bracon hebetor* parasita ovos de *Plodia interpunctella*, reduzindo o número de traças que a presença dessa praga faz surgir na primavera.

O *Venturia canescens* é encontrado em moinhos de farinha, em farinha armazenada ou em grãos armazenados, e também parasita mariposas da *Plodia interpunctella*, além da *Cadra cautella* e de espécies de *Ephestia*. Ele inativa as defesas de seus hospedeiros através da produção de proteínas sintetizadas em glândulas acessórias do ovário. Quando seus ovos atingem essas glândulas, a superfície se cobre das partículas proteicas, que protegem os ovos contra reações de defesa celular do hospedeiro. Por último, o ácaro *Acarophenax lacunatus* reproduz de forma rápida e domina os armazéns, controlando a proliferação dos coleópteros.

2.6. Óleos essenciais no controle de pragas de armazenamento

As plantas produzem óleos essenciais que também podem atuar como mecanismos de comunicação química e de defesa. Esses óleos possuem como principais componentes o mono, os sesquiterpenos e os fenilpropanoides. Esses elementos conferem aos óleos um caráter organoléptico e apresentam propriedades inseticidas, como por exemplo, repelência, inibição de crescimento e toxicidade (Silva, 2016).

Alguns exemplos de plantas que produzem esses óleos essenciais são o gengibre, a menta e o orégano. Suas propriedades medicinais são bem difundidas no Brasil e os óleos extraídos delas têm ação deletéria sobre os insetos e microrganismos. Além disso, eles possuem substâncias que são menos densas do que a água, o que facilita sua difusão pela membrana celular e as relações interativas com os locais de hospedagem.

No Manejo Integrado de Pragas, os chamados inseticidas botânicos e o processo de controle biológico, se usados simultaneamente, podem beneficiar as atividades agrícolas

sustentáveis e reduzir a quantidade de aplicação de inseticidas sintéticos. Desta forma, o controle biológico diminui a necessidade de intervenção humana direta no controle das pragas e favorece a reprodução no campo por meio do hábito generalista dos insetos (Silva, 2016).

Os inseticidas botânicos também podem contribuir para a diminuição da contaminação de polinizadores que ocorre pelos inseticidas sintéticos e evitar que as colônias de abelha sejam reduzidas por essas perdas, beneficiando assim a fabricação de produtos apícolas e a polinização.

Em contrapartida, os pontos negativos consistem no fato de que muitas vezes os inseticidas são incompatíveis ao controle biológico, já que eles podem afetar os parasitoides e os predadores de maneira mais intensa que os danos causados pela praga-alvo. Isso pode ser resolvido com o uso das chamadas formulações de alta seletividade, que produzem reações mais tóxicas nas próprias pragas que nos agentes de controle biológico.

Assim, a quantidade de agentes de controle biológico e o tempo em que esse processo será executado são determinados a partir do tipo de produto, do meio ambiente e das condições do armazenamento.

Os produtos originários das plantas têm alto potencial no combate às pragas de armazenamento, já que o conhecimento de sua atividade biológica pode levar a seu uso no manejo de pragas.

Através da ecologia química, houve a descoberta de que muitos óleos naturais podem atuar como importantes aliados nesse processo, reduzindo a produtividade de insetos que invadem produtos armazenados e danificando o crescimento, o desenvolvimento e a reprodução de insetos herbívoros.

Merece destaque o óleo piretro que é extraído da planta de nome científico *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Esse óleo foi usado como inseticida pela primeira vez em 1850 (Silva, 2016). Um de seus benefícios é o rápido efeito que possui contra insetos voadores, em contraste com os baixos riscos oferecidos a mamíferos. Mas por ser muito instável na presença de ar e luz, seu uso para fins agrícolas tem sido reduzido (Silva, 2016). Isso fez com que novos inseticidas fossem desenvolvidos, dando início a uma geração de derivados que ficaram conhecidos como piretróides sintéticos (Cremllyn, 1979).

A eficácia de óleos essenciais e de seus compostos constituintes no combate às pragas de grãos armazenados vem sendo bastante pesquisada por cientistas e estudiosos da biologia e da agronomia (Coitinho et. al, 2010).

Os óleos geralmente possuem baixo custo financeiro, são pouco nocivos aos homens e aos animais, se degradam no ambiente de forma rápida e não deixam resíduos tóxicos que possam contaminar o ambiente (Isman, 2006).

Sua atuação nos insetos pode acontecer tanto por contato direto quanto por ingestão e fumigação, e os efeitos provocados variam de mortalidade a repelência, deterrência em sua alimentação e oviposição, bem como diminuição do seu crescimento e deformações estruturais (Isman, 2006).

A durabilidade dos óleos no processo de expurgo das pragas varia de acordo com sua volatilidade, sua toxicidade e seu tipo (que pode ser essencial ou fixo).

Os óleos essenciais levam esse nome porque carregam a essência da planta. Eles são extraídos na maioria das vezes por meio de técnicas de arraste a vapor ou pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos. No Brasil, essas práticas são muito rentáveis no mercado de exportação.

Segundo Bizzo e Rezende (2009), os países que mais consomem óleos essenciais são os Estados Unidos (40% de consumo) e a União Europeia (30%). Os autores afirmam ainda que a França é líder no mercado produtor mundial de óleos essenciais (OE), seguido do Japão, do Reino Unido, da Irlanda, da Alemanha, da China, da Suíça, da Espanha e da Cingapura.

Segundo Bizzo e Rezende (2009), os principais óleos essenciais presentes no mercado são: Laranja (Brasil), Menta japonesa (Índia), *Eucalyptus* (tipo cineol), Citronela, Hortelã-pimenta, Limão, *Eucalyptus* (tipo citronela), Cravo-da-índia, Cedro (Estados Unidos e China), Lima destilada (Brasil), Spearmint (nativa), Lavandim, Sassafrás (China), Cânfora, Coentro, Grapefruit e Patchouli.

Em termos de mercado, o capital anual investido em óleos essenciais gira em torno de 15 milhões de dólares, com crescimento aproximado de 11% por ano.

A imagem a seguir mostra a importação de óleos essenciais na União Europeia em 2004, tomando como funil de análise os países em desenvolvimento. Através de sua observação, podemos notar que o Brasil está entre os principais fornecedores de óleos essenciais de laranja, de limão e de outros frutos cítricos, e que contribui com 5% do total de óleos importados. Além disso, como supracitado, o país figura entre os principais exportadores internacionais.

Em 2004, dentre os mais importantes fornecedores de óleos essenciais para a União Europeia, a distribuição seguiu os seguintes números: Estados Unidos (19%), França (10%), China (6%), Brasil (5%) e Reino Unido (5%).

Mesmo se destacando na produção mundial de OE, o Brasil encontra como obstáculos como, por exemplo, a ausência da manutenção do padrão de qualidade desses óleos, a fraca representatividade nacional e os poucos investimentos governamentais na área.

Diante disso, foi fundada a Associação Brasileira de Produtores de Óleos Essenciais-ABRAPOE, que tem como principal meta aproximar os produtores de OE aos centros de pesquisa nacionais a fim de potencializar a qualidade dos produtos por meio de pesquisas científicas e estudos de padronização, bem como conseguir informações atualizadas do mercado e fortalecer sua representatividade frente aos institutos e programas governamentais.

Destacam-se como produtoras brasileiras de OE a Raros, a Dierberger e a Ioto Internacional, que produzem grandes taxas de exportação mesmo com atividades iniciadas recentemente (Bizzo; Rezende, 2009).

Os óleos essenciais que provêm do *Eucalyptus* são produzidos em pequenas cavidades globulares das folhas. Essas cavidades globulares são chamadas de glândulas e estão presentes em todo o parênquima foliar das espécies de *Eucalyptus*. Em alguns casos, essas glândulas são avistadas com pequenos pontos translúcidos ao se posicionar a folha contra a luz.

Os óleos essenciais de *Eucalyptus* têm sua origem biossintética ligada ao metabolismo secundário, que traz como benefício o fato de permitir que as plantas se adaptem a distintas condições do meio em que vivem. Eles servem para proteger a planta contra a ação de insetos e para auxiliar na resistência ao frio durante o estágio de plântulas, bem como diminuir a perda de água (Doran, 1991).

Vitti e Brito (2003) destacam que os óleos essenciais de *Eucalyptus* estão divididos em basicamente três grupos principais, tendo como critério de divisão o seu uso final. Eles podem ser classificados em óleos medicinais, óleos industriais e óleos para perfumaria.

Os óleos medicinais têm como principal componente o cineol, que está presente em cerca de 70% do líquido. Eles atendem às demandas da indústria farmacêutica, atuando, por exemplo, por estimulantes de secreção nasal, inalantes, produto de higiene bucal ou dando sabor e aroma aos produtos. No Brasil, esse tipo de óleo é representado pelo *Eucalyptus globulus* e pelo *Eucalyptus smithii*.

Em contrapartida, os óleos industriais são compostos fundamentalmente por felandreno, componente utilizado como solvente e como matéria-prima na fabricação do timol (anti-helmíntico para colas, pastas e gomas) e do mentol (aromatizante de produtos medicinais). Esse tipo de óleo não é muito explorado no Brasil (Vitti; Brito, 2003).

Por último, temos os óleos com fins de perfumaria, compondo aromas para múltiplas finalidades. Esse óleo é mais comumente utilizado em produtos de limpeza e seus principais representantes no Brasil são o *Eucalyptus citriodora* e o *Eucalyptus staigeriana*. Esse último é cultivado no país em configuração de pequenas escalas e tem como principal componente químico o citral.

Diversos fatores influenciam na qualidade do óleo essencial de *Eucalyptus*; dentre eles, os mais importantes são a variabilidade genética, a idade das folhas, as condições ambientais, o tipo de manejo florestal, os métodos empregados na amostragem das folhas e os processos de extração e análise do óleo (Vitti; Brito, 2003).

A variabilidade genética é uma importante ferramenta na melhoria da qualidade dos óleos. Tem como finalidade o incremento na produção e o aumento da presença de componentes químicos específicos. Esse fator tem sido bastante estudado e já mostra resultados positivos na produção de óleos de certas espécies de eucaliptos.

Com relação à idade da folha, é observada a presença de glândulas desde os primórdios de seu desenvolvimento; o teor dessas glândulas muda de acordo com essa idade. Assim, Penfold e Wills (1961) propuseram a existência de 5 tipos de folha morfologicamente distintas durante o tempo de vida da árvore. São elas: folhas cotiledonares, folhas de plântulas, folhas juvenis, folhas intermediárias e folhas adultas. Cada um desses tipos se relaciona a um estágio específico de desenvolvimento.

No que tange ao ambiente, fenômenos como a umidade relativa, a temperatura, o tempo de exposição ao sol e o regime de ventos interferem diretamente em todas as espécies, especialmente naquelas que possuem “estruturas histológicas de estocagem de óleo na superfície da folha” (Vitti; Brito, 2003, p. 6). Para conter as perdas de óleo, Simões e Spitzer (1999) recomendam que as plantas sejam coletadas pela manhã logo cedo ou pela noite. Isso faz com que elas sofram menos riscos de exposição ao sol.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, et al. **Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 3, p. 364-396, 2010.
- ALVES, et al. **Influência do inseto-praga *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera-curculionidae) na taxa respiratória e na perda de matéria seca durante o armazenamento de milho**. Engenharia na Agricultura, Viçosa- MG, v. 16, n. 3, jul-set. 2008.
- ANNIS, D.Allen, et al. **Method for Identifying Compounds in a Chemical Mixture**. 1999.
- ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. **Bioecologia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae)**. 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/Sitophilus/index.htm>. Acesso em 07 de maio de 2020.
- ATHIE, I.; de PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. São Paulo: Livraria Varela, 2002.
- BANCO DO NORDESTE- BNB Etene. **Publicações**. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/etene/publicacoes>>. Acesso em: 05 de maio de 2020.
- BARBOSA, et al. **Controle do caruncho-do-feijoeiro *Z. Subfasciatus* com óleos vegetais, munha, materiais inertes e malathion**. Pesq. Agropec. Brasileira, vol. 37, n. 9, 2002.
- BARONI et al. **Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil**. CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, Volume 14, Nº 4, Pág. 55 a 64, 2017.
- BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de grãos e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás, GO: EMBRAPA, 2005.
- BASSINELLO, P. Z. **Qualidade dos grãos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_2_28102004161635.html>. Acesso em: 07 de maio de 2020.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, A. M. H. e C. M. **Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas**. Revista Química Nova, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BRACINNI, A.; PICANÇO, M. **Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento**. Revista Brasileira de Armazenamento, v. 20, p. 37-43, 1995.
- BRASIL. Decreto nº 1.102, de 21 de novembro de 1903. **Institui regras para o estabelecimento de empresas de armazéns gerais, determinando os direitos e obrigações dessas empresas**. Diário Oficial da União, seção 01, Brasília, DF, 21 nov. 1903.
- BRITO, Sanderson Melo. **“Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose”**. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2015. 37 páginas.

COITINHO, et al. **Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho.** Revista Online Ciência Rural, Santa Maria, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Estimativa do escoamento da produção de soja e milho pelos portos internacionais na safra 2016/17.** Brasília. 2017.-E

_____. **Série histórica das safras.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 06 de maio de 2020. 2018a.

_____. **Boletim da safra de grãos.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 06 de maio de 2020. 2018b.

CONTINI, et al. **Milho- Caracterização e Desafios Tecnológicos.** Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT2), Embrapa, 2019.

CREDLAND, P. F.; DENDY, J. **Intraespecific variation in bionomic characters of the Mexican bean weevil, *Z. Subfasciatus*.** Entomologia Experimentalis Applicata, v. 65, p. 39-47, 1992.

CREMLYN, R. J. W. **Pesticides: Preparation and Mode of Action.** 1978.

DORAN, J.C. **Commercial sources, uses, formation, and biology.** In: BOLAND, D.J.; BROPHY, J.J.; HOUSE, A.P.N. **Eucalyptus leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing.** Mel-bourne: Inkata, 1991. p.11-28.

DUARTE, J. de O. **Importância econômica.** Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1. 2004.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** FAOSTAT. 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 07 de maio de 2020.

FERNANDES, J. R. C. **Sitophilus zeamais e Sitotroga cerealella: Pragas do Milho. Agronegócios.** 23 de janeiro de 2015. Disponível em: <<http://www.agronegocios.eu/noticias/sitophilus-zeamais-e-sitotroga-cerealella-pragas-do-milho/>>. Acesso em: 07 de maio de 2020.

FILHO, E. B.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga.** Natal: IFRN Editora, 2011.

FINKLER, C. L. L. **Controle de insetos: uma breve revisão.** Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v. 8 e 9, p.169-189, 2011/2012

FLINN, P. W.; HAGSTRUM, D. W. **Augumentative realeases of parasitoid waps in stored wheat reduces insect fragments in flour.** Journal of Stored Products Research, v. 37, n. 2, p. 179-186, 2001.

GORGULHO. AGROLINK. Disponível em: <
https://www.agrolink.com.br/problemas/gorgulho_1902.html>. Acesso em: 07 de maio de 2020.

Hajnal JV, Doran M., Hall AS, et al. **Imagem de RM da difusão anisotropicamente restrita de água no sistema nervoso: considerações técnicas, anatômicas e patológicas.** Journal of Computer Assisted Tomography. Janeiro a fevereiro de 1991; 15 (1): 1-18. DOI: 10.1097 / 00004728-199101000-00001.

HENNING, A.A. **Patologia de Grãos.** Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 1994.

IBGE Cidades. Alagoas. **Produção agrícola- Lavoura temporária.** 2019. Disponível em: <
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/pesquisa/14/10193?ano=2019>>. Acesso em: 07 de setembro de 2021.

ISMAN, M. B. **Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and na increasingly regulated world.** Annual Review of Entomology, v. 51, n. 1, p. 45-66, 2006.

LIMA JÚNIOR, et al. **Controle de pragas de grãos armazenados: uso e aplicação de fosfetos.** Revista Faculdade Montes Belos, v. 5, n. 4, agosto de 2012.

LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos.** Campinas: IBG, 2002.

LORINI, et al. **Principais pragas e métodos de controle em grãos durante o armazenamento-** Série Grãos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. Circular Técnica. Londrina, PR. Janeiro de 2010.

LORINI, et al. **Manejo integrado de pragas de grãos e grãos armazenadas.** Brasília-DF: EMBRAPA, 2015.

MAZZONETO, F.; BOIÇA JR, A. **Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque Z. *Subfasciatus*.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.

MIRANDA, R. A. de. **Uma história de sucesso da civilização.** A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

OOTANI, et al. **TOXICIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALYPTUS E CITRONELA SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (Coleoptera: Curculionidae).** Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 609-618, July/Aug. 2011,

PARAGINSKI, R. T, et al. **Qualidades de grão de milho armazenados em diferentes temperaturas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 4, 2015.

PENFOLD, A. R.; WILLIS, J. L. **The eucalypts: botany, cultivation, chemistry and utilization.** London: Leonard Hill, 1961.

PICANÇO, M. C. **Manejo integrado de pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Animal, 2010.

PRAGAS DE ARMAZENAMENTO. Higicontrol, 2020. Disponível em: <https://www.higicontrol.com.br/pragas-dos-graos/#>. Acesso em: 30 de maio de 2021.

RIBEIRO, M.; COUTO, J. L. do. A produção de milho na Nova Fronteira Agrícola: SEALBA. **Indicadores da Agropecuária**. Conab- Companhia Nacional de Abastecimento. s.d. Disponível em: <file:///C:/Users/Emanuel/Downloads/AZProducaoZdeZMilhoZnaZNovaZFronteiraZAgricolaZ-ZZSEALBA.pdf>. Acesso em: 09 de setembro de 2021.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. 93p.

SANTOS, J. P. **Pragas de grãos armazenados**. EMBRAPA: Agência de Informação. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/>. Acesso em: 06 de maio de 2020.

SAUER, D. B. **Storage of cereal grains and their products**. Fourth Edition, St. Paul, MN: AACC, 1992.

SANTOS, J. P. **Controle de praga durante o armazenamento do milho**. Sete-Lagoas, MG: EMBRAPA, 2006.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café**. Coleção SENAR. Brasília: SENAR, 2018.

SILVA, et al. **Dados biológicos de *Z. Subfasciatus* (Bohemman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em dois genótipos de *Phaseolus vulgaris* L.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, n. 3, p. 06-09, jul.-set. 2013.

SILVA, et al. **Um estudo acerca da capacidade de armazenagem de grãos no município de Palmital-SP**, Palmital, 2012. Disponível em: http://www.etecpalmital.com.br/_biblioteca/_tcc/_logistica/_2012/_arquivos/UMESTUDOACERCA DACAPACIDADEDEARMAZENAGEMDEGRAOSNOMUNICIPIODEPALMITAL.pdf. Acesso em 5 de fev. 2020.

SILVA, I. M. da. **Óleos essenciais no controle de praga e seletividade a organismos não alvos**. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 82p. 2016.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et. al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, Editora da UFSC, 1999.

SINHA,R;N.; MUIR,W.E. **Grain Storage: Part of a System**. Connecticut. 1973 481p

SOARES, et al. **Controle biológico de pragas em armazenamento: uma alternativa para reduzir o uso de agrotóxicos no Brasil?** *Unimontes científica*, Montes Claros, v. 11, n.1, jan-dez. 2009.

SOUSA, M. de, et al. **Seleção de genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) para resistência a *Callosobruchus maculatus***. Ver. Cienc. Agrar., vol. 59, n. 2, abr-jun. 2016.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. **Óleo essencial de eucalyptus**. Documentos florestais, n. 17, p. 1-26, agosto de 2003.

WANDER, A. E, et al. **Evolução da produção e do mercado mundial de feijão**. XLV Congresso da SOBER. **Conhecimento para a agricultura do futuro**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina, 22 a 25 de julho de 2007.

ZDÁRKOVÁ, E.; LUKAS, J.; HORÁK, P. **Compatibility of *Cheyletus eruditus* (Schrank) (Acari: Cheyletidae) and *Cephalonomia tarsalis* (Ashmead) (Hymenoptera: Bethyridae) in biological control of stored grain pests**. Plante Protection Science, v. 39, n. 1, p. 29-34, 2013.

4. CAPÍTULO I
ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSECIAIS DE
EUCALYPTUS SOBRE *Z. Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais*
(MOTSCHULSKY, 1855)

**ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE
EUCALYPTUS SOBRE *Z. Subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais*
(MOTSCHULSKY, 1855)**

¹ALVES, Agripino E. O.; ²CUNHA, Ana C. M. C. M. da; ³LIMA, André S. T.

¹Instituto Federal de Alagoas – IFAL, aeoalves@gmail.com; Instituto Federal de Alagoas – IFAL, catarina_mori@yahoo.com.br; ³Instituto Federal de Alagoas – IFAL, andre.sueldo.tavares@gmail.com

RESUMO: O armazenamento de grãos garante a qualidade do produto e o comércio. Contudo, esses alimentos estocados e armazenados são alvos de pragas e insetos que acabam com a produção. Para isso, são necessárias medidas de controle e extermínio dessas pragas, por meio de diversos métodos. Com isso, neste trabalho objetivou-se analisar o potencial de óleos essenciais de 4 genótipos de *Eucalyptus* no controle de pragas do armazenamento de grãos de feijão (*Z. Subfasciatus*) e milho (*Sitophilus zeamais*), na condição de laboratório. Foram testados a ação repelente dos óleos essenciais testados; e as doses letais no controle das pragas. Os estudos de mortalidade por contato dos insetos praga, foram analisadas com 3 concentrações sendo para *Z. Subfasciatus* (1%, 2%, 2,5%), e para *Sitophilus zeamais* (5%, 10%, 20%), além dos controles positivo e um negativo, com 10 repetições em blocos inteiramente casualizados. Para os estudos de ação repelente por chance de escolha sobre os insetos praga *Z. subfasciatus* e *S. zeamais*, os óleos foram testados a 100% de concentração com 5 repetições para cada tratamento, em blocos inteiramente casualizados. Todos os óleos testados apresentaram ação repelente sobre os insetos e eficácia na mortalidade de *Z. subfasciatus* e *S. zeamais*.

Palavras-chave: Bioatividade. Pragas de grãos armazenados. Gorgulho do milho. Caruncho do feijão.

1. INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais apresentam substâncias capazes de interromper as funções do sistema nervoso dos insetos, interferindo nos receptores de octopamina (Ennan et al., 1998; Dubrey et al., 2010), alterando os movimentos, comportamento e metabolismos dos insetos (Roeder, 1999). Octopamina é um neurotransmissor excitatório que tem função similar à da adrenalina em vertebrados (Isman, 2006).

A lipoflicidade dos óleos essenciais facilita a penetração no tegumento dos insetos e as substâncias com potencial de inseticidas agem com mais eficiência no metabolismo fisiológico e comportamental destes (Isman, 2006; Mohamed; Abdelgaleil, 2008). Segundo SANTOS et al. (2007), a mortalidade dos insetos também pode ocorrer por asfixia, quando o óleo obstrui os espiráculos.

Óleos essenciais extraídos de 7 espécies de eucaliptos de 3 regiões diferentes na Tunisia possuem a capacidade de inibir a atividade de bactérias, destacando que este efeito foi majoritariamente devido ao composto 1,8 cineol presente em grande quantidade nestes óleos (49.07 a 83.59%) (Sebei et. al. 2015). Chagas et al. (2002) apontaram o alfa-pineno, o 1,8 cineol e o citronelal como principais inseticidas e acaricidas dos óleos comercializados de *E. globulus* (85% 1,8 cineol), *E. citriodora* e *E. staigeriana*, no controle do ácaro *Boophilus microplus*. Em adição, Lee et al. (2004) mostraram que óleos essenciais com maior concentração de 1,8 cineol tem potencializa a mortalidade dos gorgulhos de cereais *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica*, apontando o constituinte 1,8 cineol como inseticida, e destacando que em seu trabalho, o óleo de *E. blakelyi* que foi um dos mais potentes bioinseticidas apresentou 56,92% de 1,8 cineol.

Coitinho et al. (2006) mostraram que 0,05ml de óleo de *E. globulus* aplicado direto sobre 20 g de grãos de milho provocaram 100% de mortalidade do gorgulho *S. zeamais* após 5 dias de observação. Até mesmo quando se utiliza folhas de eucaliptos, num trabalho desenvolvido por Mazzonetto e Vendramin (2003) observaram que folhas secas de *E. citriodora* repeliram o caruncho do feijão. Mossi et al. (2011), mostraram o efeito inseticida do óleo de *Eucalyptus saligna* para o controle de *S. zeamais* com 50% da mortalidade em concentração de 0.029 ml por cm⁻² e 100% de mortalidade na concentração de 0.065ml por cm⁻² no período de 24 horas.

No presente trabalho testou-se potencial bioinseticida e repelência de óleos essenciais de 4 genótipos de *Eucalyptus*, no controle de pragas de armazenamento de grãos de milho e feijão.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia Animal do Instituto Federal de Sergipe (IFS), Campus São Cristóvão, junto ao Grupo de Pesquisa em Entomologia (ENTOMOIFS) e a análise da composição química dos óleos essenciais foram realizados no Laboratório de Química da Universidade Federal de Sergipe.

2.1 Origem dos Óleos Essenciais

Os óleos foram extraídos de genótipos de *Eucalyptus* híbridos codificados por 1250, 0292, 1249, 1277 (Tabela 1), adquiridos junto à Bahia Specialty Cellulose (BSC/Copener), Empresa produtora de celulose, situada no município de Alagoinhas, Bahia.

Tabela 1: Genótipos de *Eucalyptus* e parentais utilizados para extração de óleos essenciais.

Genótipos	Filiação		Procedência
	Espécie mãe	Espécie pai	
1249	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1250	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1277	<i>E. grandis</i>	<i>E. camaldulensis</i>	Sátiro Dias/Copener
0292	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Entre Rios/Copener

2.2 Extração e análise da composição química dos óleos essenciais

As folhas maduras dos genótipos de *Eucalyptus* foram desidratadas a sombra por 5 dias e trituradas em processador industrial. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação usando um aparelho Clevenger modificado. Cada amostra de 50 g de folhas secas foi destilada durante 140 minutos (EHLERT et al., 2006). Foram utilizadas três repetições. O óleo essencial extraído foi devidamente coletado e armazenado em frascos âmbar a -20 ° C até a análise.

As análises da composição química dos óleos essenciais foram realizadas através de ~~uma~~ cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, utilizando um CG/EM/DIC (GCMSQP2010 Ultra, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) equipado com um amostrador com injeção automática AOC-20i (Shimadzu). As separações foram realizadas em uma coluna capilar de sílica fundida Rtx®-5MS Restek (5%-difenil-95%-dimetilpolisiloxano) 30

mm x 0,25 mm de diâmetro interno, 0,25 µm de espessura de filme, em um fluxo constante de Hélio 5.0 com taxa de 1,0 mL min⁻¹. A temperatura de injeção foi de 280°C, 1,0 µL (10 mg mL⁻¹) de amostra foi injetado, com uma razão de *split* de 1:30. A programação de temperatura do forno iniciou-se a partir de 50 °C (isoterma durante 1,5 min), com um aumento de 4°C min⁻¹, até 200°C, em seguida, a 10°C min⁻¹ até 300°C, permanecendo por 5 min. Para o CG/EM as moléculas foram ionizadas por ionização por elétrons com energia de 70 eV. Os fragmentos analisados por um sistema quadrupolar programado para filtrar fragmentos/íons com *m/z* na ordem de 40 a 500 Da e detectados por um multiplicador de elétrons. O processamento de dados foi realizado com software CGMS Postrun Analysis (Labsolutions- Shimadzu). O processo de ionização para o CG/DIC foi realizado pela chama proveniente dos gases hidrogênio 5.0 (30 mL min⁻¹) e ar sintético (300 mL min⁻¹). As espécies coletadas e a corrente elétrica gerada foi amplificada e processada. O processamento de dados foi realizado utilizando o software CG Postrun Analysis (Labsolutions- Shimadzu) (Oliveira et. al., 2020).

A identificação dos constituintes foi realizada com base na comparação dos índices de retenção da literatura (ADAMS, 2007). Para o índice de retenção foi utilizando a equação de Van den Dool e Kratz 1963 em relação a uma série homóloga de *n*-alcanos (*n*C9- *n*C18). Também foi utilizadas três bibliotecas do equipamento WILEY8, NIST107 e NIST21 que permite a comparação dos dados dos espectros com aqueles constantes das bibliotecas utilizando um índice de similaridade de 80%.

2.3 Obtenção e Criação dos insetos *Sitophilus zeamais* e *Z. Subfasciatus*

Os Insetos foram obtidos de grãos de Milho e Feijão, armazenados por produtores locais, naturalmente infestados com os insetos praga, *S. zeamais* e *Z. subfasciatus*, respectivos de cada cultura.

Os insetos foram criados no laboratório de Biologia animal do Instituto Federal de Sergipe, para aumentar a população, semelhante adaptação da metodologia descrita por Moraes *et al.* (2011), sendo mantida em sala climatizada à temperatura de 27 ± 1 °C e 70 ± 5% de umidade relativa.

2.4. Ensaio biológico

2.4.1. Teste de mortalidade

Foram utilizados óleos essenciais de quatro genótipos de *Eucalyptus*. (1249, 1250, 1277 e 0292) em 3 concentrações, sendo para *Z. subfasciatus* (1%, 2%, 2,5%), e para *S.*

zeamais (5%, 10%, 20%). Os óleos essenciais foram diluídos em água e tenso ativo. Tenso ativo é uma mistura de Twin 80[®] e álcool etílico (1:1), sendo utilizado para homogeneizar o óleo a água. Para o controle positivo foi utilizado o inseticida Gastoxin B 57[®], já utilizado pelos produtores locais para controle de pragas de grãos de armazenados, seguindo a dosagem recomendada pelo fabricante (0,0012mg/Kg), e para o controle negativo utilizou-se o diluente (água e tenso ativo). Para todos os tratamentos foram utilizados 10 repetições, cada repetição era constituída de um pote plástico com 10 insetos adultos não sexados de *Z. subfasciatus* e 20 insetos de *S. zeamais*, inteiramente casualizado. Em cada pote plástico (200 ml) foi colocado em pipetador um disco de papel de filtro e sobre ele 0,25 ml de óleo essencial nas concentrações supracitadas. Em seguida, os insetos foram transferidos para cada recipiente, sendo que essa transferência aconteceu, para o *S. zeamais*, com 30 dias, e para o *Z. subfasciatus*, com 7 dias. As avaliações de mortalidade foram feitas em intervalos de 24, 48 e 72 horas, sendo considerados mortos os insetos sem movimento dentro dos potes.

Foi feita a média de mortalidade dos insetos (*S. zeamais*, *Z. subfasciatus*), em relação às concentrações dos óleos essenciais aplicados sobre os mesmos. As médias foram submetidas ao teste de χ^2 a 5% de significância.

2.4.2 Determinação da CL₅₀ e CL₉₀

Inicialmente foram realizados testes preliminares para determinar os limites superior e inferior, ou seja, uma concentração que causasse mortalidade de 100% dos insetos e outra com mortalidade próxima à testemunha (Bliss, 1934). Sendo 2,5% e 1% de óleo essencial para *Z. subfasciatus* e 20% e 5% para *S. zeamais*, respectivamente. Para o cálculo da CL₅₀ e CL₉₀ estimadas, os dados de mortalidade de concentração resposta foram submetidos à análise de Probit (Finney, 1971, Ootani et al., 2011, Rodrigues, 2015, Valiatti et al., 2018, Mallmann et al., 2020), utilizou-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

2.4.3 Teste de repelência

Os bioensaios de repelência dos óleos essenciais sobre *S. zeamais* e *Z. subfasciatus*, foram realizados em arena, composta por um pote central e 4 potes menores conectados por mangueiras transparentes (Figura 1). Foram aplicados 0,10 ml de óleo essencial de genótipos de *Eucalyptus* (1249, 1250, 1277 e 0292), sobre 10g de grãos de milho para os testes com *S. zeamais* e 10g de grãos de feijão para os testes com *Z. subfasciatus*, após a aplicação dos óleos nos grãos, estes foram dinamizados manualmente em recipiente plástico por dois

minutos para homogeneização do óleo na superfície dos grãos. Na arena dois potes receberam grãos sem óleo e os outros dois receberam grãos com óleo, alternadamente. Logo após, 20 insetos adultos não sexados foram liberados no centro da arena para que tivessem chance de escolha.

Foram utilizadas 5 repetições, sendo cada pote uma unidade amostral, inteiramente casualizado. A avaliação foi realizada depois de 24 horas, contabilizando o número de insetos que estavam em contato com os grãos impregnados com os óleos essenciais e os grãos sem aplicação do óleo.



Figura 1: Arena de chance de escolha

Os dados foram submetidos à análise de frequência de escolha, adotando o Proc Freq do SAS (SAS Institute 1999-2001) e submetidos ao χ^2 a 5% de significância. As médias foram submetidas ao teste de Tukay. O percentual médio de repelência foi calculado, segundo a fórmula:

$$PR = [(NC-NT)/(NC+NT) \times 100]$$

sendo PR= Percentual médio de repelência, NC= média de insetos na testemunha e NT= média de insetos no tratamento (Obeng-Ofori 1995).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Composição dos Óleos essenciais de *Eucalyptus*

Foi observada uma pequena variação no teor (%) de óleos essenciais dos genótipos de *Eucalyptus*, variando de 1,8 a 1,73. De acordo com a análise química 35 compostos foram identificados nos óleos essenciais de *Eucalyptus*, tendo como principais constituintes nos genótipos 1249 (α -pineno 22,26% e 1,8 cineol 56,37%); 1250 (α -pineno 42,37% e 1,8 cineol 31,14%); 1277 (α -pineno 39,42% e 1,8 cineol 47,12%) a apresentaram basicamente os mesmos compostos e o genótipo 0292 (*p*-cimeno 32,17% e γ -terpineno 42,22%) tem seus compostos majoritários diferenciados (Tabela 2).

Tabela 2: Teores (%) dos constituintes dos óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus*. IR: Índice de retenção.

Composto	IR	1249	1250	1277	0292
α -pineno	932	22,26	42,37	39,42	1,60
Canfeno	946	0,62	1,06	0,75	-
β -pineno	974	0,12	0,23	2,60	-
α -felandreno	1002	0,18	0,17	-	-
Isoamil isobutirato	1007	0,30	0,12	-	-
<i>p</i> -cimeno	1020	-	0,33	0,37	32,17
1,8 cineol	1026	56,37	31,14	47,12	14,18
(Z)-b-ocimeno	1032	0,47	1,57	-	0,43
γ -terpineno	1054	0,30	-	0,27	42,22
(Z)-óxido de linalol	1067	0,24	-	-	-
Terpinoleno	1086	0,66	0,49	0,33	0,26
Linalol	1095	0,37	0,17	-	-
Endo-fenhol	1114	0,43	0,89	0,66	-
α -canfolenal	1122	0,28	0,35	0,13	-
Allo-ocimeno	1128	-	0,39	-	-
Trans-pinocarveol	1135	1,55	2,68	1,98	-
Pinocarvona	1160	0,55	0,81	0,61	-
Borneol	1165	0,92	2,03	0,98	-
Terpinen-4-ol	1174	0,90	2,07	0,53	3,07
α -terpineol	1186	2,29	4,02	2,40	0,94
Mirtenol	1194	-	-	0,17	-
γ -terpineol	1199	-	-	-	-
(Z)-carveol	1226	0,59	0,24	-	-
Menta-1(7),8-dien-2-ol	1227	1,60	0,26	0,26	-
(E)-óxido acetato de linalol	1287	0,17	0,13	-	-
α -terpinil acetato	1346	2,23	5,57	-	-
(E)-cariofileno	1417	0,37	0,54	-	0,16
Biciclogermacreno	1500	-	0,23	-	-
(Z)-calameneno	1528	-	-	-	-
Espatulenol	1577	0,38	0,15	-	0,24
Globulol	1590	0,49	0,69	-	0,16

Viridiflorol	1592	0,28	0,53	-	-
Iso-leptospermona + (?)	1621	1,41	1,43	-	1,49
Leptospermona	1629	0,38	0,32	-	0,43
Sesquiterpeno oxigenado	1637	0,27	0,39	-	-
Teor de óleo (%)	-	1,73 _{ab}	1,80 _{ab}	1,73 _{ab}	1,73 _{ab}

Os óleos essenciais são substâncias lipídicas com combinações complexas de compostos químicos voláteis, sendo na sua maioria mono e sesquiterpeno de baixo peso molecular (Zahran et al, 2017; Charles e Simon, 1990). No entanto essa variação na composição dos óleos essenciais é comum e depende de vários fatores, tais como genética das plantas, idade da folha, época de colheita, método de extração, local e época da colheita (Vitti e Brito, 2003; Brasil, 2013).

3.2 Teste de Mortalidade por contato dos Óleos essenciais sobre *Z. Subfasciatus*

Observou-se que as diluições de 2,5% em todos os genótipos tiveram melhores taxas de mortalidade, chegando a 100% dos indivíduos após 24 horas. Na dosagem 2% os genótipos 1250 e 1249 tiveram resultado semelhantes, contudo o genótipo 1277 foi eficiente em todas as dosagens, não diferindo estatisticamente ($P < 0,05$). No controle positivo obteve-se 100% de mortalidade em 24 horas e o controle negativo com tenso ativo a mortalidade foi de 0,1% (Tabelas 3 e 4). Desta forma, a recomendação para o produtor é do uso óleo essencial do genótipo 1277 em menor concentração por ser mais econômica e ter boa eficiência na mortalidade dos insetos.

Tabela 3: Mortalidade média de *Z. Subfasciatus* em exposição ao óleo essencial de eucalipto em três momentos de avaliação. C+ controle positivo com Gastoxi B 57[®] em pastilha; C-: controle negativo com Twin 80[®] e álcool etílico (1:1).

Genótipos		1250			1277			0292			1249			
		Conc. %			Conc. %			Conc. %			Conc. %			
Tempo	C+	C-	1	2	2,5	1	2	2,5	1	2	2,5	1	2	2,5
24 h	10	0	2,7	9,9	10,0	7,5	7,1	7,3	2,8	3,5	10,0	2,4	9,0	9,2
48 h	10	0	3,7	9,9	10,0	8,3	7,8	8,3	3,7	4,2	10,0	3,0	9,4	9,6
72 h	10	0	4,1	9,9	10,0	8,5	8,3	8,5	4,7	4,6	10,0	3,5	9,5	9,7

Tabela 4: Teste quiquadrado aplicado às médias de mortalidade de *Z. Subfasciatus*, em contato com óleo essencial de *Eucalyptus*.

CONCENTRAÇÃO (%)	GENÓTIPO			
	1250	1277	0292	1249

1	1,83 b B (2,7)	2,90 a A (7,5)	1,87 b B (2,8)	1,81 b B (2,4)
2	3,30 a A (9,9)	2,81 b A (7,1)	2,05 c B (3,5)	3,15 ab A (9,0)
2,5	3,31 a A (10,0)	2,87 b A (7,3)	3,31 a A (10,0)	3,19 ab A (9,2)
CV (%)		12,69 (21,91)		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.

* Dados transformados entre parênteses; dados reais sem parênteses.

Os resultados demonstrados por Oliveira et al (2020) constataam que os óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus*, *Baccharis trimera* e *Pimpinella anisum* nas amostras causaram mortalidade dos insetos *Z. Subfasciatus* de mais de 50% da população, com a aplicação de concentrações a partir de 2,5%, concentrações semelhantes ao presente estudo.

Foi verificado que houve uma mudança no comportamento dos *Z. subfasciatus* quando em contato com a superfície impregnada por óleo essencial de *Eucalyptus*. Logo após a exposição os insetos tornaram-se bastante agitados e em minutos após ocorreu perda de equilíbrio dos mesmos. O sistema respiratório dos insetos favorece a absorção dos componentes voláteis dos óleos essenciais, principalmente em ambiente fechado, como neste experimento, criando uma atmosfera de compostos e consequentemente asfixiado os insetos.

Os compostos presentes nos óleos essenciais de *Eucalyptus* possuem capacidade de interromper as funções do sistema nervoso dos insetos, interferindo nos receptores de octopamina alterando os movimentos, comportamento e metabolismo dos insetos (Ennan et al. 1998; Roeder, 1999; -Dubrey et. al., 2010). Octopamina é um neurotransmissor excitatório similar à adrenalina dos vertebrados (Isman, 2006).

A concentração letal que mata 50% dos insetos pragas do feijão (CL₅₀) foi em média 1,18 %, enquanto que a CL₉₀ teve como média 2,15%, sendo que não houve diferença significativa ($P_p < 0,05$), na CL₅₀ e CL₉₀ entre os óleos essenciais dos genótipos estudados (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados dos testes de dosagem letal dos óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus* sobre *Z. Subfasciatus*.

Genótipos	1250	1277	0292	1249
CL ₅₀	1,10 %	1,10 %	1,31 %	1,22 %
CL ₉₀	2,09 %	2,10 %	2,32 %	2,09 %

CL₅₀ e CL₉₀ calculadas por Probit, médias não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Para Oliveira et. al.(2019), os testes realizados com óleos essenciais de *Eucalyptus* no controle de *Z. subfasciatus*, atingiram a CL₅₀ nas concentrações de 1%, e a CL₉₅ a partir da dosagem de 2,5%, contudo houve a morte de 100% dos insetos, resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo.

3.3 Teste de mortalidade por contato dos Óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais*

O experimento de mortalidade por contato dos óleos essenciais de *Eucalyptus* apresentou atividade inseticida sobre *Sitophilus zeamais*. Observou-se que os tratamentos com concentrações 5 e 10% tiveram as menores taxas de mortalidade entre os genótipos testados com as mesmas concentrações, sendo que o genótipo 0292 na concentração a 10% apresentou diferença estatística entre os demais genótipos para o mesmo tratamento, com melhor taxa de mortalidade entre os tratamentos. Os tratamentos com diluição a 20% apresentaram as melhores taxas de mortalidade entre os genótipos testados chegando a matar 100% dos insetos adultos de *Sitophilus zeamais*, comprovando assim sua eficiência no controle da praga de grãos armazenados (Tabelas 6 e 7). O tratamento de controle positivo Gastoxi B 57[®], matou 100% dos indivíduos, já o tratamento controle negativo, não mostrou atividade inseticida.

Tabela 6: Mortalidade média de *Sitophilus zeamais* em exposição ao óleo essencial de eucalipto em três momentos de avaliação. C+ controle positivo com Gastoxi B 57[®] na dose recomendada; C-: controle negativo com Twin 80[®] e álcool etílico (1:1).

Genótipos		1250			1277			0292			1249			
		Conc. %			Conc. %			Conc. %			Conc. %			
Tempo	C+	C-	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20
24 h	10	0	0,1	1,6	8,4	0,3	2,2	8,8	1,3	4,7	10,0	0,1	0,6	8,8
48 h	10	0	0,1	2,3	8,8	0,7	3,3	9,1	1,9	5,9	10,0	0,1	1,0	9,4
72 h	10	0	4,0	2,8	9,0	0,9	3,5	9,3	2,0	6,7	10,0	0,1	2,1	9,4

Tabela 7: Teste de mortalidade por contato aplicando óleo essencial de *Eucalyptus* sobre *Sitophilus zeamais*.

CONCENTRAÇÃO (%)	GENÓTIPOS			
	1250	1277	0292	1249
5	1,04 a A (0,1)	1,14 a A (0,3)	1,51 a A (1,3)	1,04 a A (0,1)
10	1,61 a A (1,6)	1,78 a A (2,2)	2,38 b A (4,7)	1,26 a A (0,6)

20	3,06 a B (8,4)	3,13 a B (8,8)	3,31 a B (10)	3,13 a B (8,8)
CV (%)	21,81			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Oliveira et al (2005) aponta que o uso intensivo dos inseticidas convencionais, a exemplo dos piretróides, conferiram resistência aos insetos em estudo. Além de possivelmente ter provocado modificações nos genes responsáveis pela expressão do fenômeno da resistência reduzindo seus custos fisiológicos associados.

De acordo com trabalhos realizados por Ribeiro et al. (2003); Fragozo et al. (2003, 2005), a resistência a inseticidas em, *Sitophilus zeamais*, tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis pelo aparecimento de falhas no controle dessa praga. Justificando assim os resultados obtidos nos experimentos de mortalidade do presente estudo, com relação às concentrações utilizadas para as pragas *Z. Subfasciatus* e *Sitophilus zeamais*.

Vários estudos comprovam que Óleos Essenciais de espécies de *Eucalyptus*, sendo um dos principais gêneros da família Myrtaceae, possuem potencial inseticida contra diversas pragas de grãos armazenados como *Sitophilus zeamais* (Mossi et al., 2011, p. 119), *Ephestia kuehniella*, *Ephestia cautella*, *Ectomyeloides ceratoniae* (Jemaa et al., 2012), *Rhyzopertha dominica*, *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum* (Hamdi et al., 2015), *Oryzaephilus surinamensis* (Aref et al., 2015), *Sitophilus oryzae* (Lee et al., 2001).

A concentração letal que mata 50% dos insetos pragas do feijão (CL₅₀) foi em média 11,22%, enquanto que a CL₉₀ teve como média 19,42%, houve diferença significativa para o genótipo 0292 tanto na CL₅₀ quanto CL₉₀, não houve diferença significativa para os demais óleos essências dos genótipos estudados (P<0,05) (Tabela 8).

Tabela 8: Concentrações letais dos óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus* sobre *Sitophilus zeamais*.

Genótipos	1250	1277	0292	1249
CL ₅₀	12,78 %a	11,23 %a	8,00 %b	12,88%a
CL ₉₀	22,33 %a	20,77 %a	13,75 %b	20,83 %a

Estudos realizados por Araújo (2014), com relação à toxicidade de óleo essencial de *Eucalyptus globulus* por contato sobre *S. zeamais*, atingiu a CL₅₀ na concentração de 2,08µL cm², resultado que corrobora com o presente estudo, tendo em vista que a composição dos óleos essenciais dos genótipos de *Eucalyptus* estudados no presente trabalho é diferente.

Diversos trabalhos mostram que a-pineno e 1,8-cineol, são os principais componentes inseticidas e acaricidas dos óleos essenciais de eucaliptos comercializados (Chagas et al., 2002; Lee et al., 2004), sendo que quanto maior a concentração de 1,8-cineol, maior a mortalidade dos gorgulhos *S. oryzae* e *Rhizopertha dominica*.

3.4 Teste de repelência

Os óleos essenciais dos genótipos de *Eucalyptus* tiveram ação repelente sobre o *S. zeamais*, não diferindo estatisticamente ($P_p < 0,05$), apesar de que o genótipo 1250 ter efeito menor sobre os insetos, no entanto o genótipo 0292 apresentou 94% de eficiência na repelência.

Com relação aos *Z. subfasciatus*, o menor efeito foi com o genótipo 1277, no entanto não houve diferença estatística ($p < 0,05$) da ação repelente dos óleos essenciais, comprovando que todos eles apresentaram resultados positivos relacionados a repelência das pragas, sendo que o genótipo 0292 apresentou 96% de eficiência na repelência (Tabela 9).

Tabela 9: Teste de repelência aplicando óleo essencial de *Eucalyptus* sobre *Sitophilus zeamais* e *Z. Subfasciatus*. SCO: grãos com aplicação de óleo essencial, SSO: grãos sem óleo essencial; n: número de insetos, %: porcentagem correspondente, m: média.

Genótipos de <i>Eucalyptus</i>	<i>Sitophilus zeamais</i>						<i>Z. Subfasciatus</i>					
	SCO		SSO				SCO		SSO			
	n	%	M	N	%	m	n	%	M	N	%	M
1250	33	16,5	3,3	167	83,5	16,7	10	5,0	1,0	190	95,0	19,0
0292	12	6,0	12,2	188	94,0	18,8	8	4,0	0,8	192	96,0	19,2
1249	15	7,5	1,5	185	92,5	18,5	12	6,0	1,2	188	94,0	18,8
1277	14	7,0	1,4	186	93,0	18,6	17	8,5	1,7	183	91,5	18,3
Total	74	9,25	-	726	90,75	-	47	5,87	-	753	94,12	-

Médias não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey. [Letras nas médias](#)

Esses resultados corroboram com os encontrados por França et al. 2012, utilizando *Eucalyptus citriodora* sobre *Z. Subfasciatus*, e Alves 2012, que testou diversos óleos e constatou que o óleo de *Eucalyptus* foi mais eficiente na repelência destes insetos.

Coitinho et al 2006, constatou que óleo de *E. citriodora* teve eficácia de 87% nos testes de livre chance de escolha em *S. Zeamais*. Esses óleos tinha composição relativamente semelhante, sendo que os compostos majoritários eram 1,8-cineol e α -pineno. Diferentemente deste trabalho onde o monoterpene 1,8 cineol é majoritário nos genótipos 1249, 1250 e 1277, sendo que o genótipo 0292 tem como compostos majoritários p-cimeno e γ -terpineno. Possivelmente esta ausência na diferença de ação repelente seja devido ao fato da proximidade de sua composição, uma vez que os compostos majoritários supracitados são utilizados como inseticidas (Chagas et al. 2002). Além da ação conhecida dos compostos majoritários, faz-se necessário ressaltar que os compostos agem sinergicamente potencializando seus efeitos.

4. CONCLUSÕES

Houve diferença nos teores e componentes dos óleos essenciais de *Eucalyptus*. Os óleos essenciais dos genótipos de *Eucalyptus* apresentaram eficiência na repelência e mortalidade dos insetos praga *Z. subfasciatus* e *S. zeamais*. Os *Z. subfasciatus* são mais sensíveis a ação dos óleos essenciais visto que 50% de mortalidade (CL₅₀) ocorreu com concentração a partir de 1,10% do óleo enquanto que a 2,09% matou 90% dos insetos (CL₉₀), no entanto, os *S. zeamais* são mais resistentes a ação do óleo visto que a CL₅₀ ocorreu a partir de 8% de concentração do óleo e a CL₉₀ a partir de 13,75% de concentração do óleo. Como recomendação ao produtor para controle do *Z. subfasciatus* sugere-se a utilização do óleo do genótipo 1277 em menor concentração uma vez que a mesma foi eficiente e de menor custo no controle dos insetos. Para controle dos *S. zeamais* recomenda-se uma dosagem maior uma vez que os insetos são mais resistentes.

5. REFERÊNCIAS

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy, 4th Edition**. Illinois USA: Allured Publishing Corporation, Carol Stream, p 804, 2007.

ALVES, S. M. **Toxicidade e Repelência de Óleos Essenciais No Manejo de Z. Subfasciatus (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) Em Grãos de Phaseolus Vulgaris L. 2012.**

AREF, S.P., V., O., F., M.E., 2015. **Eucalyptus dundasii Maiden essential oil, chemical composition and insecticidal values against Rhyzopertha dominica (F.) and Oryzaephilus surinamensis (L.)**. J. Pl. Prot. Res. 55, 35-41.

ARAÚJO, A. M. N. **Toxicidade, efeitos comportamentais e sinergismo de óleos essenciais em Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**. 2014. 72 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

BLISS, C. I. **The method of probits**. Science, Washington, v. 79, p. 38-39, 1934.

FINNEY, D.J. 1971. **Probit analysis. 3th ed**. Cambridge University Press, London. 25pp

Brito, S. S. S., et al. **“Atividade Inseticida e Repelente de Óleos Essenciais Sobre Z. Subfasciatus (Bohemann, 1833).” Agrarian**, vol. 12, no. 46, 2019, pp. 443–448.

COITINHO, R. L. B. de C., et al. **“Atividade Inseticida de Óleos Vegetais Sobre Sitophilus Zeamais MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em Milho Armazenado.”** Revista Caatinga, vol. 19, no. 2, 2006, pp. 176–182.

CHARLES, D.J.; SIMON, J.E. **Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil**. Journal of American Society of Horticultural Science, v.115, p.458-462, 1990.

CHAGAS, A. C. de S. et al. **Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de Eucalyptus spp em Boophilus microplus**. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., São Paulo, v. 39, n. 5, p. 247-253, 2002.

DUBEY, N. K.; SHUKLA, R.; KUMAR, A.; SINGH, P.; PRAKASH, B. **Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture**. Current Science, v. 98, n. 4, p. 479-480, 2010.

EHLERT PAD; B. A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F. P. J. W. A; C. da; ALVIANO, C. S. 2006. **Tempo de hidrodestilação na extração de óleo essencial de sete espécies de plantas medicinais.** Revista Brasileira de Plantas Medicinaias 8:79-80.

ENNAN, E.; B.; M.; K. A. 1998. **Insecticidal action of terpenes and phenols to cockroaches: effects on octopamine receptors.** In: **International Symposium on Plant Protection. European and Mediterranean Plant Protection Organization.** Gent, Belgium.

FINNEY, D.J. (1971) **Probit Analysis.** 3rd Edition, Cambridge University Press, Cambridge.

RAGOSO, D.B., R.N.C. Guedes & L.A. Peternelli. 2005. **Developmental rates and population growth of insecticide-resistant and susceptible populations of *Sitophilus zeamais* J. Stored Prod. Res.** 41: 271-281.

FRAGOSO, D.B., R.N.C. Guedes & S.T. Rezende. 2003. **Biochemical mechanisms of insecticides resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae).** Entomol. Exp. Appl. 109: 21-29.

FRANÇA, S. M. de. et al. **“Toxicity and Repellency of Essential Oils to *Z. Subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus Vulgaris* L.”** Acta Amazonica, vol. 42, no. 3, 2012, pp. 381–386.

HAMDI, S.H., HEDJAL-CHEBHEB, M., KELLOUCHE, A., KHOUJA, M.L., BOUDABOUS, A., JEMAA, J.M.B., 2015. **Management of three pests’ population strains from Tunisia and Algeria using Eucalyptus essential oils.** Ind. Crops Prod. 74, 551-556.

ISMAN, M. B. **Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world.** Annual Review of Entomology, v. 51, p. 45-66, 2006.

JEMAA, J.M.B., HAOUEL, S., BOUAZIZ, M., KHOUJA, M.L., 2012. **Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five Eucalyptus EOs against three moth pests of stored dates in Tunisia.** J. Stored Prod. Res. 48, 61-67.

LEE, B., CHOI, W., LEE, S., PARK, B., 2001. **Fumigant toxicity of EOs and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.).** Crop Prot. 20, 317-320.

LEE, B. H.; ANNIS, P.C.; TUMAALLI, F.; CHOI, W.S. **Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1, 8-cineole against 3 major stored-grain insects.** Journal of Stored Products Research, v.40, n.5, p.553-564, 2004.

MALLMANN, V. et al. **“Avaliação Química e Biológica de Óleo Essencial de *Ocotea Corymbosa* (Meisn.) Mez.”** Brazilian Journal of Development, vol. 6, no. 4, 2020, pp. 19621–19636.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. **“Efeito de Pós de Origem Vegetal Sobre *Acanthoscelides Obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) Em Feijão Armazenado.”** Neotropical Entomology, vol. 32, no. 1, 2003, pp. 145–149.

MOHAMED, M. I. E.; ABDELGALEIL, S. A. M. **Chemical composition and insecticidal potential of essential oils from Egyptian plants against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).** Applied Entomology and Zoology, v. 43, n. 4, p. 599-607, 2008.

MORAES, C. P. B. de, et al. **“Determinação Dos Tipos de Resistência Em Genótipos de Feijoeiro Ao Ataque de *Z. Subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae).”** Revista Ceres, vol. 58, no. 4, 2011, pp. 419–424.

MOSSI, A.J., ASTOLFI, V., KUBIAK, G., LERIN, L., ZANELLA, C., TONIAZZO, G., OLIVEIRA, D., TREICHEL, H., DEVILLA, I.A., CANSIANA, R., RESTELLO, R., 2011. **Insecticidal and repellency activity of essential oil of *Eucalyptus* ssp. against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae).** J. Sci. Food Agr. 91, 273-277.

NASCIMENTO, F. J.; E. T. Diniz Filho; L. X. Mesquita; A. M. de Oliveira & T. F. C. Pereira. 2008. **Extractos Vegetales en el Control De Plagas.** Revista Verde 3: 01–05.

OBENG-OFORI, D. **“Plant Oils as Grain Protectants against Infestations of *Cryptolestes Pusillus* and *Rhyzopertha Dominica* in Stored Grain.”** Entomologia Experimentalis Et Applicata, vol. 77, no. 2, 1995, pp. 133–139.

OLIVEIRA, G. L. de. et al. **“Plantas Mediciniais Utilizadas Nas PICS.”** REVISE - Revista Integrativa Em Inovações Tecnológicas Nas Ciências Da Saúde, vol. 5, 2020, pp. 195–218.

Oliveira, M. R. S. de. **Óleo Essencial de Eucalipto No Controle de Zabrotes Subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae).** 2019.

OLIVEIRA, E. E. et al. **“Resistência vs Susceptibilidade a Piretróides Em *Sitophilus Zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): Há Vencedor?”** Neotropical Entomology, vol. 34, no. 6, 2005, pp. 981–990.

OOTANI, M. A.; et al. **TOXICIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALYPTUS E CITRONELA SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (Coleoptera: Curculionidae).** Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 609-618, July/Aug. 2011,

PRATES, H. T. & J. P. Santos. P. 2000. **Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados,** p. 443–461. In:

RESTELLO, R. M. et al. **“Efeito Do Óleo Essencial de *Tagetes Patula* L. (Asteraceae) Sobre *Sitophilus Zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae).”** Revista Brasileira de Entomologia, vol. 53, no. 2, 2009, pp. 304–307.

RIBEIRO, B.M., R.N.C. GUEDES, E.E. OLIVEIRA, J.P. Santos. 2003. **Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).** J. Stored. Prod. Res. 39: 21-31.

ROEDER, T. **Octopamine in invertebrates.** *Progress in Neurobiology*, v.59, n.5, p.533-561, 1999.

SEBEI, K. et al. **Chemical Composition and Antibacterial Activities of Seven Eucalyptus Species Essential Oils Leaves.** *Biological Research*, vol. 48, no. 1, 2015, pp. 7–7.

VALIATTI, T. B. et al. **“Estudo Fitoquímico e Análise das Atividades Citotóxica e Antibacteriana das Flores Masculinas de Carica Sp.”** *Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde*, vol. 16, no. 2, 2018.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. **Óleo essencial de eucalyptus.** *Documentos florestais*, n. 17, p. 1-26, agosto de 2003.

RODRIGUES, C.A.S. **Análise morfológica do cérebro de abelhas sem ferrão *Melípona scutellaris* expostas ao tiametoxam.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Campus Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ZAHARAN, H. E.D. M.; ABOU-TALEB, H. K.; ABDELGALEIL, S.A.M. **Adulticidal, larvicidal and biochemical properties of essential oils against *Culex pipiens* L.** *Journal of Asia-Pacific Entomology*, v.20, p.133–139, 2017.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto no presente estudo, é possível observar algumas inferências no que diz respeito aos resultados alcançados pela pesquisa que são essenciais para novos estudos com os óleos essenciais dos genótipos estudados. Como por exemplo, testes de persistência dos óleos essenciais nos grãos armazenados para determinar o tempo de proteção dos grãos armazenados, testes em grãos para avaliação de viabilidade germinativa, podendo ser testado o potencial inseticida dos óleos essenciais de *Eucalyptus* em outras espécies de insetos.

Essas pesquisas precisam ser incentivadas com intuito de construir novos bancos de dados de estudos de atividade inseticida dos genótipos estudados, uma vez que este é pioneiro para esses genótipos.

Vale ressaltar que o estudo produziu uma Cartilha de extração e aplicação de óleos essenciais de eucaliptos sobre gorgulho do milho e feijão, com uma linguagem de fácil interpretação pelos produtores.

7. ANEXOS

MANUAL TÉCNICO DE EXTRAÇÃO E APLICAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE EUCALIPTOS SOBRE GORGULHO DO MILHO E DO FEIJÃO

Agripino Emanuel Oliveira Alves
Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha
André Sueldo Tavares de Lima
José Oliveira Dantas



EXPEDIENTE TÉCNICO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

Reitor: Carlos Guedes de Lacerda
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação:
Dr^a Eunice Palmeira da Silva

Autores:

Tecnólogo em Agroecologia Agripino Emanuel Oliveira Alves (aeolives@gmail.com)
Prof^a. Dr^a. Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha (caterina.mori@ifal.edu.br)
Prof. Dr. André Suêlto Tavares de Lima (andre.suelto.tavares@gmail.com)
Prof. Dr. José Oliveira Dantas (josedantas336@gmail.com)

Projeto gráfico e diagramação: Alan Fagner Ferreira

Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais
Rua Lourival Alfredo, 176 - Poeira, Marechal Deodoro - AL. CEP: 57160-000
IFAL/Campus Marechal Deodoro
Coordenador: Prof. Dr. Daniel de Magalhães Araújo

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).



**Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação**
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

M294

Manual técnico de extração e aplicação de óleo essencial de eucaliptos sobre gorgulho do milho e feijão / Agripino Emanuel Oliveira Alves, Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha, André Suêlto Tavares de Lima. – 2021.

14 f. : il., col.

1 CD-ROM : 22,6 megabytes (PDF) ; 4 ¼ pol. ; caixa acrílica (12,5 cm x 14 cm).

Inclui bibliografia e figuras.

Produto Educacional (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2021.

1. Controle alternativo. 2. Inseticida natural. 3. Praga do feijão. 4. Praga do milho. I. Título. II. Cunha, Ana Catarina Monteiro Carvalho Mori da. III. Lima, André Suêlto Tavares de. IV. Dantas, José Oliveira.

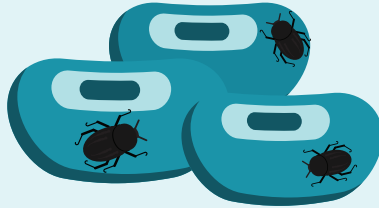
CDD: 632

Maria Jôse Nascimento Leite Machado
Bibliotecária – CRB-4/2125

O Manual apresenta técnicas usadas no desenvolvimento da pesquisa: **ATIVIDADE INSETICIDA E REPELÊNCIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALYPTUS SOBRE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) E *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855)**, apresentada ao Instituto Federal de Alagoas, por meio do Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais (PPGTEC), em parceria com o Instituto Federal de Sergipe, por meio do Grupo de Pesquisa ENTOMOIFS no Laboratório de Biologia Animal no Campus São Cristóvão/SE. Além destes gostaria de destacar o apoio Técnico do Prf^o Dr. José Oliveira Dantas, e dos demais colaboradores no desenvolvimento dos trabalhos: Esposa, Pais, irmãos e amigos Rodrigo Oliveira e Thainá Lisboa. A todos, nossos mais sinceros agradecimentos.



APRESENTAÇÃO



Esse Manual é um instrumento de uso prático em laboratório, produzida a partir do desenvolvimento de um estudo científico focado no controle do gorgulho do milho e feijão.

O objetivo principal desse documento é proporcionar ao produtor o conhecimento do processo e extração dos óleos essenciais de Eucaliptos, até o preparo e sua aplicação do Bioinseticida a base do óleo essencial para o controle dos insetos praga.



Sitophilus zeamais



Zabrotes subfasciatus



ÍNDICE

1. Introdução	6
2. Metodologia	7
2.1 Preparo das folhas pra extração do óleo essencial por arraste a vapor	7
2.2 Processo de extração	9
2.3 Preparo de 1L Bioinseticida e recomendação de aplicação	11
3. Registros fotográficos da pesquisa	12
4. Bibliografia consultada	14



1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas do produtor rural é manter a qualidade dos grãos armazenados no período pós-colheita, tendo em vista que para manter a integridade da produção em condições sanitárias adequadas até o consumidor final, faz-se necessário o uso de inseticidas químicos no controle de pragas, podendo estes oferecer riscos ao meio ambiente, saúde humana e animal (Baroni et al., 2017).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas pelas universidades a fim de reduzir os impactos ambientais causados pelo uso indiscriminado de insumos químicos nos setores produtivos da agropecuária, e dentre estes destaque os estudos focados em produtos de base biológica os quais apresentam resultados satisfatórios no controle das pragas, dentre estes se encontram pesquisas desenvolvidas com óleos essenciais (Silva et al., 2013).

Os óleos essenciais são compostos orgânicos aromáticos extraídos de plantas com metabólitos secundários, os quais são usados por estes grupos de vegetais para os processos de crescimento, desenvolvimento, reprodução e defesa.

Dotados dos conhecimentos dos usos naturais desses compostos orgânicos, os pesquisadores tem testados os óleos essenciais em diversas linhas de pesquisa tais como na indústria cosmética, na farmacologia, indústria alimentícia, e na agricultura, sendo amplamente usado na composição de bioinseticidas, podendo estes ser menos danoso ao meio ambiente e a saúde humana e animal, por serem produtos biológicos. O presente manual traz os passos para extração de óleo essencial de eucaliptos até sua aplicação no controle de gorgulhos de milho e feijão (Ootani et al., 2011).



O que são óleos essenciais?

- 💧 O óleo essencial é um líquido extraído das folhas, cascas, raízes ou outros elementos de uma planta;
- 💧 O óleo essencial tem a função de proteção para a planta, assim como nosso sistema imunológico;
- 💧 O óleo essencial é altamente concentrado.



2. METODOLOGIA

Na Tabela 1 são apresentados os 4 genótipos utilizados na pesquisa para extração de óleos essenciais.

Tabela 1 – Genótipos de *Eucalyptus* e parentais utilizados para extração de óleos essenciais.

Genótipos	Filiação		Procedência
	Espécie mãe	Espécie pai	
1249	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1250	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1277	<i>E. grandis</i>	<i>E. camaldulensis</i>	Sátiro Dias/Copener
0292	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Entre Rios/Copener

2.1. Preparo das folhas pra extração do óleo essencial por arraste a vapor.

1º PASSO



Coleta das folhas frescas do eucalipto, de preferência, folhas de ramos não muito novas.



2º PASSO



Secagem das folhas durante 5 dias em temperatura 25°C à sombra.

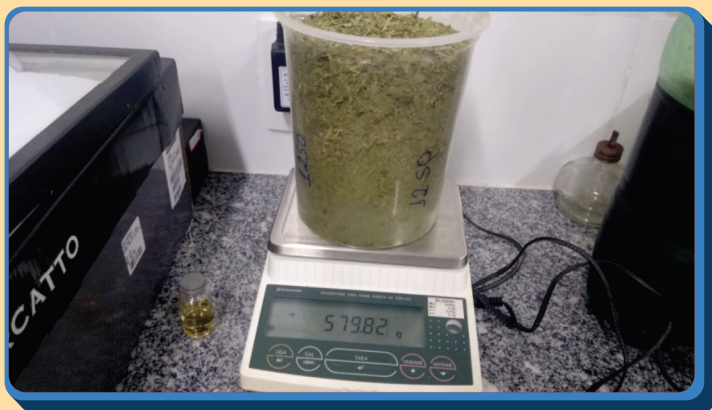
3º PASSO



Triturar as folhas em um processador tipo liquidificador.
(Obs.: Observou-se um maior rendimento na extração do óleo essencial com as folhas trituradas).

2.2. Processo de extração.

1º PASSO



Pesar 500 gramas de folhas secas e trituradas.

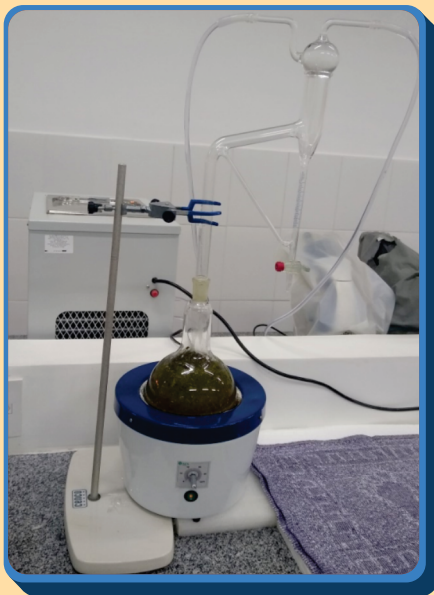
2º PASSO



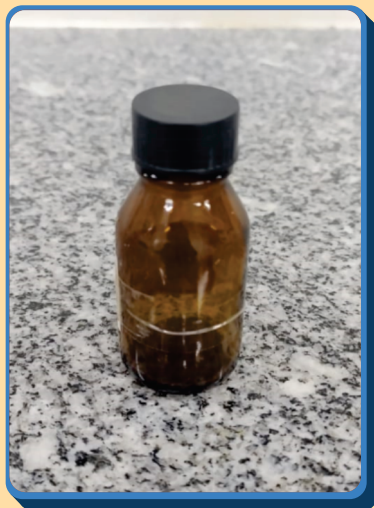
Inserir no destilador de óleo as folhas com 1,5L de água destilada ou mineral.

3º PASSO

Ligar destilador.
O processo de extração do óleo dura 1h40min.
(Obs: Para quantidade de folhas, rende 4mL de óleo essencial de Eucalipto.)



4º PASSO



Armazenar o óleo essencial puro em vidro âmbar a -20°C e mantê-lo na geladeira para preservar os componentes que são sensíveis a luz.

2.3. Preparo de 1L Bioinseticida e recomendação de aplicação.

Para produção de 1 litro de bioinseticida se faz necessário escolher o tipo de gorgulho que deseja combater e adicionar óleo essencial + Tensoativo conforme recomendação do Quadro 1.

Quadro 1 – Composição do Bioinseticida e recomendação de aplicação para um recipiente com volume de 1L.

Genótipo de Eucalipto	Gorgulho que ataca os grãos	COMPOSIÇÃO DO BIOINSETICIDA		Recomendação de aplicação para recipiente de 1L
		% de Óleo essencial de Eucalipto	% de Água Destilada + Tenso Ativo (Alcool 70º +Twin 80º)	
1249	Feijão	2,09%	97,91%	1,25mL
	Milho	20,83%	79,17%	1,25mL
1250	Feijão	2,09%	97,91%	1,25mL
	Milho	22,33%	77,67%	1,25mL
1277	Feijão	2,10%	97,9%	1,25mL
	Milho	20,77%	79,23%	1,25mL
0292	Feijão	2,32%	97,68%	1,25mL
	Milho	13,75%	86,25%	1,25mL

Obs: Todas concentrações de óleo essencial recomendada, garantem mortalidade de 90% dos gorgulhos em 24hs após a aplicação.



3. REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA PESQUISA

Manejo da criação dos insetos-praga.



Observação de *Sitophilus zeamais* com o auxílio de uma lupa

Coleta de dados experimentais.



Inoculação de óleos essenciais nas unidades amostrais do experimento.



Coleta de dados experimentais.



4. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BARONI et al .Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil.. CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, Volume 14, Nº 4, Pág. 55 a 64, 2017.

OOTANI, et al. **TOXICIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE EUCALYPTUS E CITRONELA SOBRE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY** (Coleoptera: Curculionidae). Biosci. J., Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 609-618, July/Aug. 2011.

SILVA, et al. **Dados biológicos de *Zabrotes Subfasciatus* (Bohemman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em dois genótipos de *Phaseolus vulgaris* L.** **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 06-09, jul.-set. 2013.