

UNIVERSIDADE ANHANGUERA - UNIDERP



LILIAN BRANDÃO DE OLIVEIRA JORNADA

**ATIVIDADE INSETISTÁTICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES
DE EUCALIPTO SOBRE O GORGULHO-DO-MILHO *Sitophilus zeamais*
Motsch. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM SORGO**

CAMPO GRANDE – MS

2011

LILIAN BRANDÃO DE OLIVEIRA JORNADA

**ATIVIDADE INSETISTÁTICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES
DE EUCALIPTO SOBRE O GORGULHO-DO-MILHO *Sitophilus zeamais*
Motsch. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM SORGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera-Uniderp, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientação:
Prof. Dr. Silvio Favero

CAMPO GRANDE – MS

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Anhanguera – Uniderp

J68a Jornada, Lilian Brandão de Oliveira.
 Atividade insetistática de óleos essenciais de três espécies de eucalipto sobre o gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleóptera: curculionidae) em sorgo / Lilian Brandão de Oliveira Jornada. -- Campo Grande, 2011.
 42f.

 Dissertação (mestrado) – Universidade Anhanguera - Uniderp, 2011.
 “Orientação: Prof. Dr. Silvio Favero.”

 1. Planta Inseticidas 2. Inseto Praga 3. Bioinseticida 4. Agroecologia. I. Título.

CDD 21.ed. 632.9

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: **Lilian Brandão de Oliveira Jornada**


Dissertação defendida e aprovada em 29 de agosto de 2011 pela Banca Examinadora:



Prof. Doutor Silvío Favero (Orientador)
Doutor em Proteção de Plantas



Prof. Doutora Antonia Raílda Roel (UCDB)
Doutora em Entomologista



Prof. Doutora Rosemary Matias (Universidade Anhanguera - Uniderp)
Doutora em Química de Produtos Naturais

RESUMO

O sorgo apresenta 95% do valor nutricional do milho, podendo substituir 100% do milho em rações para ruminantes e aproximadamente 60% nas rações para monogástricos. É de extrema relevância o monitoramento periódico da lavoura e dos locais de armazenamento para identificação de espécies causadoras de danos. Durante o armazenamento os danos causados pela infestação de insetos chegam a superar os danos sofridos pela planta enquanto cultura. Dentre as principais pragas que atacam o sorgo armazenado destaca-se o *Sitophilus zeamais*. A utilização de metabólitos secundários provenientes de plantas podem ser promissores no controle de insetos. Plantas com atividade inseticida são ricas nesses compostos secundários, destacando-se os monoterpenos e seus análogos. Estes possuem efeito tóxico interferindo em processos bioquímicos básicos do sistema nervoso central do inseto, resultando em conseqüências fisiológicas e comportamentais nestes indivíduos. A busca por espécies vegetais com potencial insetistático tem sido cada vez mais explorada, isto porque há grande necessidade de se dispor de novos compostos naturais ou sintéticos que visam o controle de pragas e não prejudiquem o meio ambiente. Assim o objetivo deste trabalho foi determinar a ação insetistática de óleos essenciais de *Eucalyptus urograndis*; *E. urocam* e *E. urophylla* sobre o *S. zeamais*. O presente estudo será subdividido em dois capítulos, sendo o capítulo I uma revisão de literatura e, o capítulo II aborda o artigo científico contendo material e métodos, resultados e discussão e conclusões.

Palavras-chave: plantas inseticidas, inseto praga, bioinseticida, agroecologia.

ABSTRACT

The sorghum has 95% of the corn nutritional value, it can replace 100% of the corn in ruminant feed and approximately 60% in monogastric feed. It's extremely important periodic monitoring of crop and storage facilities to identify the species that cause damage, and during storage the damage caused by insect infestation surpasses the damage of crop when it is planted. Among the major pests that damage stored sorghum stands the *Sitophilus zeamais* (Coleóptera: Curculionidae). The use of compounds from plants may be promising in the control of insects. Plants which have insecticidal activity are rich in secondary compounds, standing the monoterpenes and its analogues which have toxic effects that interfere in basic biochemical processes of the insect central nervous system, resulting in physiological and behavioral consequences in these individuals. The search for species with biological potential has been increasingly exploited, this is because there is a great need to launch new natural synthetic compounds that seek the pest control without harming the environment. This work intended to determine the biological activity of *Eucalyptus urograndis*; *Eucalyptus urocam* e *Eucalyptus urophylla* essential oil against *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleóptera: Curculionidae). The work is divided in two chapters, the chapter I is to literature review, and chapter II brings the scientific article that contains material, methods, results, discussion and conclusions.

Keywords: insecticide, insect pest, environment.

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
CAPITULO I.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 Importância do sorgo.....	3
3.2 <i>Sitophilus zeamais</i>	5
3.2.2 Importância do manejo de pragas em produtos armazenados.....	7
3.3 Utilização de plantas no controle de insetos	8
3.3.1 Utilização de eucalipto como planta bioinseticida.....	11
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPITULO II.....	20
RESUMO.....	21
ABSTRACT:	21
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), por sua versatilidade e produção de plantas com volume elevado de massa verde, é o quinto cereal mais importante do mundo. Apresenta tolerância à seca e a alta temperatura, além de possuir sementes ricas em vitaminas, proteínas, carboidratos e sais minerais (SOARES et al., 2010).

O sorgo tem sido utilizado como alimento de pessoas em países em desenvolvimento, onde o consumo chega a 70% da ingestão calórica diária. Pode ser uma alternativa para alimentação humana e animal, pois exerce importante papel na alimentação humana. Quando armazenado, o sorgo é atacado por diversos insetos, dentre estes destaca-se o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* (QUEIROZ et al., 2009).

O gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae), é uma das mais importantes pragas de grãos armazenados no Brasil, isto porque apresenta elevado potencial biótico, alta capacidade de penetração na massa dos grãos e possibilidade de infestação, do campo ao armazém, ocasionando danos e reduzindo drasticamente a produção de grãos. Ocorrem principalmente em grãos de milho, arroz, trigo e sorgo (TAVARES; VENDRAMIM, 2005).

Diante do exposto, esta pesquisa visa a busca por novas alternativas de controle de insetos praga, propondo a utilização de óleos essenciais de plantas com potencial inseticida, por ser de origem natural, podem resultar em menor dano ao meio ambiente, e ter menor capacidade de provocar resistência de insetos. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a bioatividade de óleos essenciais de *Eucalyptus urograndis*; *E. urocam* e *E. urophylla* sobre o *Sitophilus zeamais*.

O presente estudo foi subdividido em dois capítulos, sendo o capítulo I uma revisão de literatura e, o capítulo II aborda o artigo científico contendo material e métodos, resultados e discussão e conclusões.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

QUEIROZ, V. A. V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C. W. P. de; MARTINO, H. S. D. **O Sorgo na Alimentação Humana**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 19 p.

SOARES, M. M.; CONCEIÇÃO, P. M.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 391-397, 2010.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., Sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 34, n. 2, p.319-323, 2005.

CAPITULO I

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância do sorgo

O *Sorghum bicolor* é uma planta herbácea, pertencente à família Poaceae (Gramínea), de ciclo vegetativo anual, com colmos altos e espessos, espículas hermafroditas e folhas lineares, compridas e largas. Dentre suas variedades, o sorgo granífero é cultivado para obtenção de grãos que são utilizados na alimentação humana e animal. Países da África e da Ásia utilizam a farinha de sorgo como complemento importante na dieta da população humana, além disso a farinha pode ser utilizada na produção de rações para bovinos, suínos e aves, atuando como substituto do milho (SCHIMIDT, 1987).

Segundo Tsunehiro e Miura (2011), a produção de sorgo vem crescendo de forma acentuada no Brasil nos últimos anos, caracterizando deslocamento especial de área plantada da cultura, provocada pela sucessão da safra de verão do milho pelo sorgo. O Rio Grande do Sul liderava a produção brasileira de sorgo até o fim da década de 1980, porém este dado foi contrabalanceado pela expansão no plantio deste cereal na Região Centro-Oeste, demonstrando um aumento relativo, duas vezes maior que a produção de milho nos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

O sorgo pode ser uma alternativa de substituição ao milho, geralmente plantado após a colheita da soja. Resiste melhor a longos períodos de estiagem e solos pobres, possibilitando a diminuição dos custos na produção de ração de aves e suínos, sem grandes perdas nutricionais e quantitativas. O que faz deste cereal uma opção de menor risco para o produtor rural neste período de plantio (IBGE, 2008).

O sorgo apresenta 95% do valor nutricional do milho, podendo substituir 100% do milho em rações para ruminantes e aproximadamente 60% nas rações para monogástricos. A vantagem fisiológica que distingue o sorgo do milho é a tolerância ao estresse hídrico que o sorgo é capaz de suportar. O milho encurta o seu ciclo e tem a produtividade reduzida quando em estresse hídrico, porém o sorgo

paralisa seu desenvolvimento enquanto espera por condições favoráveis de precipitação (WAQUIL et al., 2003).

Alvarenga et al. (2007), implantaram uma unidade de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), cujo intuito foi estabelecer um sistema que incluía rotação de lavouras de milho, soja e sorgo para ensilagem com pastagem de capim e com gado de corte. Com objetivo de recuperar o potencial produtivo das áreas degradadas, como forma de aumentar a produção de grãos, de forragens e de carne, e assim, reduzir a necessidade de abrir novas áreas destinadas a produção. Estes autores relatam que a lavoura de milho morreu no primeiro ano de experimento devido a seca, enquanto que a lavoura de sorgo resistiu ao período seco e produziu 23t/ha de silagem. Os pesquisadores concluíram que o plantio de sorgo é a maneira mais sustentável e econômica de recuperação de pastagens degradadas, podendo diminuir significativamente a pressão ao meio por desmatamentos em áreas como o Cerrado e a Floresta Amazônica.

Além disto, segundo Waquil et al. (2003), a diversificação de cultivares na segunda safra do ano agrícola (safrinha), como por exemplo, o plantio de sorgo, traz uma vantagem, que é a quebra do ciclo de algumas doenças e pragas que acometem o milho.

A produtividade de espécies cultivadas depende de fatores diversos que diminuem seu potencial produtivo. Desde o plantio, até o estabelecimento completo da planta e o armazenamento, uma gama muito variada de insetos pode estar associada à cultura. Diante disto, é de extrema relevância o monitoramento periódico da lavoura e dos locais de armazenamento para identificação de espécies causadoras de danos, sendo que, durante o armazenamento os danos causados pela infestação de insetos chegam a superar os danos sofridos pela planta enquanto cultura (WAQUIL et al., 2003; LORINI, 2005).

Dentre as principais pragas que atacam o sorgo armazenado destaca-se o *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). São insetos pequenos e voadores ativos, podendo atacar grãos no campo e em locais de armazenamento caracterizando infestação cruzada, causando perdas de peso e do poder

germinativo da semente, uma vez que, a larva deste inseto alimenta-se do interior do grão (SCHIMIDT, 1987; PACHECO; PAULA, 1995).

3.2 *Sitophilus zeamais*

Esta espécie apresenta infestação cruzada, ou seja, atacam grãos tanto no campo quanto no armazenamento, com elevado potencial de multiplicação e possui ainda muitos outros hospedeiros como trigo, arroz, milho e sorgo (LORINI et al., 2009).

O período de incubação é de 3 a 6 dias, e o período de ovo a adulto é de 34 dias. Os adultos desta espécie são castanho-escuros, com pronoto fortemente pontuado e os élitros densamente estriados (Figura 1). Os machos apresentam *rostro* fosco, mais largo e curto que as fêmeas, que apresentam *rostro* mais longo e liso, estreito e brilhante. As larvas do *S. zeamais* são ápodas, de coloração amarelo-clara e cabeça mais escura, perfil dorsal semicircular e ventral quase retilíneo, e nos três primeiros segmentos abdominais apresentam duas pregas ou sulcos transversais dorsais (PACHECO; PAULA, 1995).

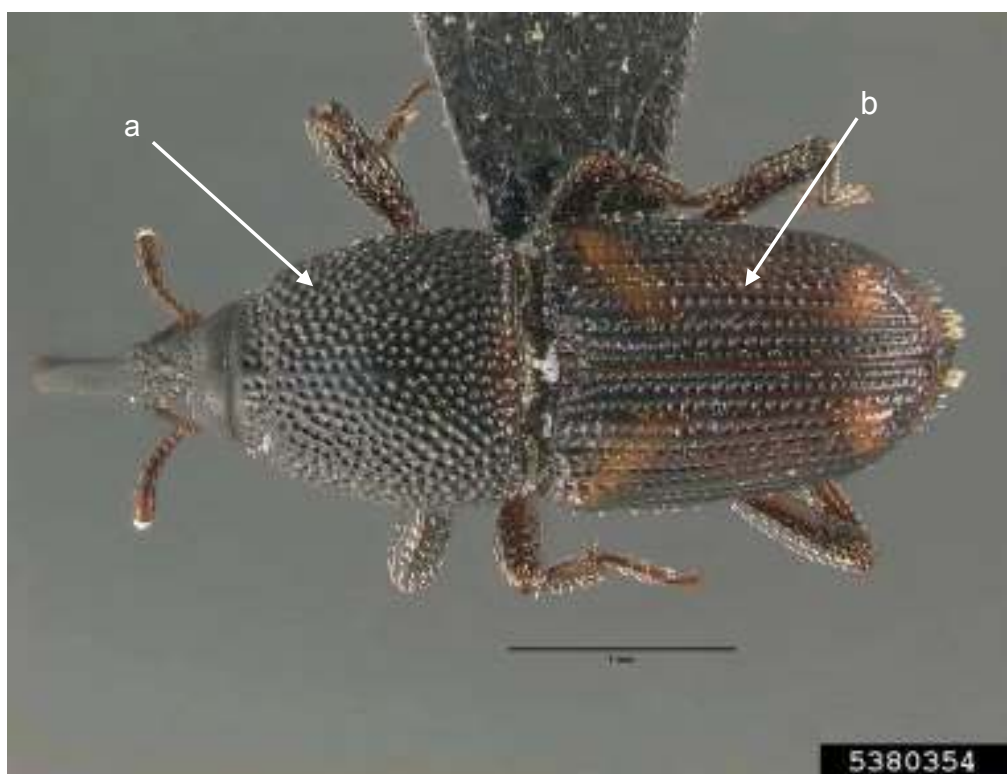


Figura 1: Inseto adulto da espécie *Sitophilus zeamais*. (a) pronoto fortemente pontuado; (b) élitros densamente estriados (IPM, 2011).

As fêmeas, com suas mandíbulas, abrem orifícios nos grãos e dentro destes os ovos são depositados individualmente. Em seguida, glândulas associadas ao ovipositor secretam uma substância gelatinosa que fecha o orifício dificultando sua visualização. Após a eclosão a larva se alimenta do interior do grão escavando um túnel enquanto se desenvolve. Quando adulto, o indivíduo por meio de um túnel de saída emerge do grão deixando um orifício característico (Figura 2). Se vários ovos são deixados no interior do grão, geralmente ocorre canibalismo e apenas uma larva alcança estágio de pupa (PACHECO; PAULA, 1995; LORINI, 2008).

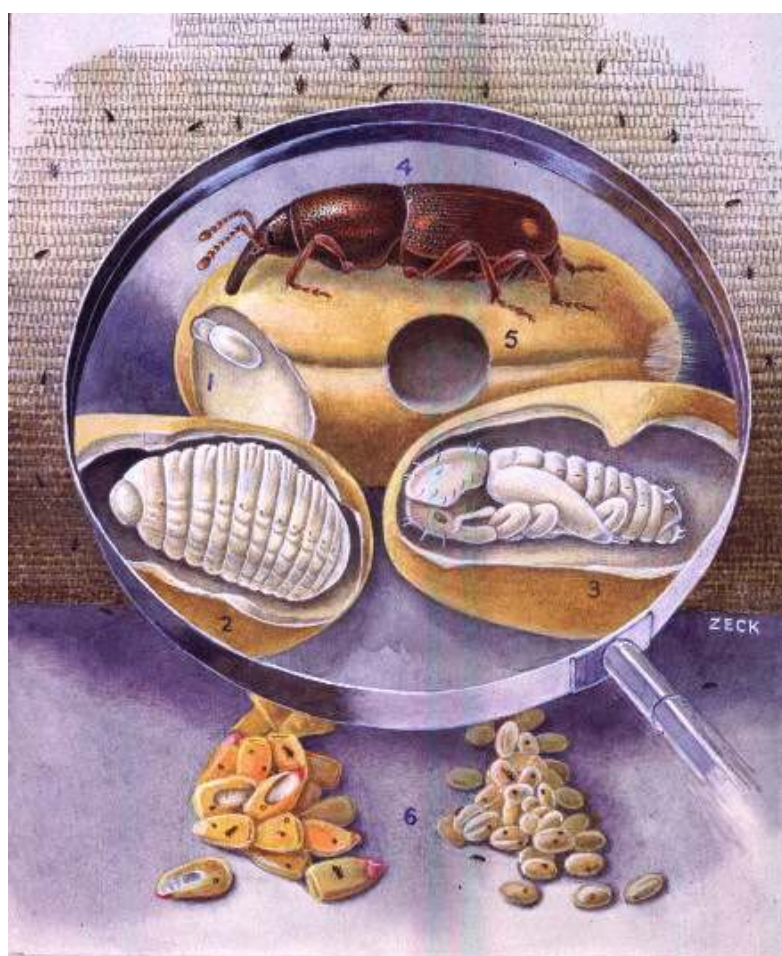


Figura 2: (1) postura *Sitophilus spp*; (2) larva alimentando-se do interior do grão; (3) pupa; (4) indivíduo adulto; (5) orifício característico da emergência dessa espécie; (6) população de insetos infestados em grãos (PADIL, 2011).

Esta espécie é considerada praga primária interna, pois ataca sementes e grãos saudáveis e inteiros. Perfuram as sementes e nestas penetram para completar

seu desenvolvimento, alimentando-se de todo o tecido de reserva da semente e ainda, possibilitando a instalação de outros agentes (LORINI et al., 2009).

3.2.2 Importância do manejo de pragas em produtos armazenados

São considerados pragas aqueles indivíduos que competem com o homem pelo alimento produzido, sendo que na agricultura, este conceito está diretamente relacionado com problemas econômicos causados pelos insetos. É importante salientar que a densidade do inseto-praga está relacionada com o dano na planta, pois um inseto isoladamente não produz dano significativo. Portanto, fatores como vigor, estágio de desenvolvimento, umidade do solo, período do ano e abundância de inimigos naturais (predadores e parasitóides) são igualmente importantes (NAKANO et al., 1992; WAQUIL et al., 2003).

Dentre as várias espécies que atacam grãos armazenados, *S. zeamais* destaca-se por ser praga primária de milho, trigo, arroz e sorgo, ou seja, ataca grãos sadios tanto para alimentação quanto para completar o seu desenvolvimento. A infestação destes insetos causa perda de peso, redução do valor nutritivo e até facilita a contaminação fúngica. A presença de grandes infestações aumenta a umidade dos grãos, formando pontos de aquecimento e favorecendo o desenvolvimento de variadas espécies de fungos, diminuindo drasticamente o valor do grão, e perda de vigor da semente inviabilizando o plantio (ATHIÉ et al., 1998).

É comum a utilização de produtos químicos na tentativa de controle de pragas tanto em grãos armazenados, quanto no campo. O poder tóxico de um inseticida é determinado quando é estabelecida a dose mínima necessária para causar mortalidade. Esta dose, por sua vez, é variável de acordo com cada tipo de produto e as reações fisiológicas de cada inseto. E sendo que cada inseticida apresenta toxicidade diferente conforme sua natureza química, estado físico e dose empregada (NAKANO et al., 1992).

Os inseticidas sintéticos apesar de uso preferencial pelos agricultores devido à eficiência no controle de pragas, pelo amplo espectro de ação e ação prolongada resultam em problemas ambientais, pois atingem organismos não-alvo, afetam a

biodiversidade local e levam ao surgimento de populações de insetos resistentes. Podem de causar ainda intoxicação humana e animal e apresentar alto poder residual tanto nos alimentos como no meio ambiente (SAITO; LUCCHINI, 1998; TREVIS et al., 2010).

Além do uso de inseticidas químicos, os pesquisadores têm investigado formas alternativas de fazer o controle das pragas. A utilização de extratos vegetais, como inseticidas botânicos, é uma forma de promover controle sem desencadear os problemas provocados pelos inseticidas químicos no meio ambiente. O controle alternativo com inseticida natural em locais de armazenamento de grãos e sementes pode ser considerado ecologicamente correto, pois não coloca em risco a existência do inseto que apresenta como uma de suas características a infestação cruzada, e esta forma de controle visa à eliminação da praga só nos produtos armazenados, permanecendo sua existência no campo (TAVARES; VENDRAMIM, 2005).

E ainda, pode ser muito promissor a utilização de produtos naturais no interior dos locais de armazenamento por permitir principalmente o controle das condições ambientais, proporcionando maximização da atividade inseticida e ainda, nesses locais, os produtos podem ser empregados na forma de pó, extrato e óleo (ALMEIDA et al., 1999).

3.3 Utilização de plantas no controle de insetos

Plantas com potencial inseticida são aquelas que produzem metabólitos secundários para sua defesa. A utilização destes pode ser promissora no controle de insetos, pois podem apresentar menor toxicidade a mamíferos, rápida degradação e lento desenvolvimento de resistência. Assim, a utilização produtos naturais no controle de insetos diminui o risco de contaminação ambiental (AGNOLIN et al., 2010; LIMA et al., 2010).

Muitas pesquisas estão sendo realizadas buscando novos compostos que minimizem os problemas ambientais no controle de pragas. Mazzonetto e Vendramim (2003) avaliaram os efeitos de materiais de 18 espécies vegetais no comportamento e sobrevivência do inseto *Acanthoscelides obtectus* (Say), e

concluíram que o pó obtido da parte aérea, folhas, cascas e frutos de algumas das plantas testadas são repelentes aos adultos e altamente tóxicos, causando 100% de mortalidade até o quinto dia de contato com os insetos.

Santa-Cecília et al. (2010) avaliaram o potencial inseticida de vários extratos de plantas no controle de *Planococcus citri* em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Neste estudo foram utilizados 232 extratos de plantas, e constataram que o extrato aquoso da casca (epicarpo) do fruto de abacate (*Persea americana*) na concentração de 250 mg.mL⁻¹, quando aplicado com atomizador causou mortalidade superior a 77,0% de ninfas da cochonilha *P. citri*. Conforme aumento de concentração do extrato, observou-se o aumento da porcentagem de mortalidade de ninfas, indicando que o efeito inseticida acentua-se com a quantidade de substâncias bioativas extraídas e existentes no extrato. Dessa forma, o extrato aquoso de casca do fruto de abacate, a 250 mg.L⁻¹, foi mais promissor no controle de ninfas de *P. citri*, em função do maior grau de mortalidade.

Os óleos essenciais das plantas *Eugenia uniflora* (Myrtaceae); *Cinnamomum zeylanicum* (Lauraceae); *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae); *Melaleuca leucadendron* (Myrtaceae) e *Piper marginatum* (Piperaceae), possuem efeito tóxico de contato e ingestão e efeito fumigante sobre adultos de *S. zeamais*, sendo que as maiores toxicidades fumigantes foram alcançadas com os óleos de *P. hispidinervum* e *P. aduncum* (COITINHO et al., 2011).

Novo et al. (2010) avaliaram o efeito do óleo essencial extraído de folhas e de pós produzidos a partir de raiz, folha, inflorescência e sementes de mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), adicionados em diferentes concentrações a *pellets* de trigo, no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae*. Determinaram também, o tempo que o *pellet* de farinha de trigo produzido com cada estrutura poderia ficar armazenado, sem que perdesse sua ação inseticida. A planta testada possui ação inseticida dependente da estrutura da planta e da concentração do *pellet* frente à praga *S. oryzae*; na concentração de 0,5%, os *pellets* produzidos com folhas e sementes controlam a população de *S. oryzae*. Os pós produzidos à partir de quaisquer estruturas da planta, exceto raiz, na concentração de 5,0% podem ser armazenados

até 180 dias sem perder sua atividade inseticida. *Pellets* produzidos com óleo essencial de mentrasto reduzem a população de *S. oryzae*, mas não a eliminam, contudo esse óleo não pode ser armazenado em condições ambientes, pois perdem, rapidamente, sua atividade inseticida.

Barbosa et al. (2011) avaliaram o efeito inseticida de extratos aquosos de folhas de *Ruta graveolens* (Rutaceae) e alcoólicos de folhas de *Copaifera langsdorffii* (Caesalpinaceae) e de folhas de *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae) a 5% sobre *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) e seu inimigo natural *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Concluíram que o extrato de *C. langsdorffii* apresenta ação inseticida após 24 horas e mantém um bom efeito residual até 72 horas após a aplicação. *C. langsdorffii* tem efeito maior de inseticidas sobre os inimigos naturais de *C. ambrosioides* e *R. graveolens*. O extrato elaborado com *R. graveolens* mostrou-se mais seletivo aos inimigos naturais de *C. langsdorffii* e *C. ambrosioides*.

Alves et al. (2011) relatam que a planta *Coffea racemosa* apresenta resistência ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). Baseado nesse fato os autores avaliaram o efeito do extrato bruto dessa planta contra o bicho-mineiro. Conforme resultados obtidos nos testes realizados, concluíram que o extrato inibiu a oviposição, provocou anomalias nos ovos, e reduziu a taxa de eclosão dos ovos, mostrando-se promissor no controle dessa praga.

Segundo Pereira et al. (2008) plantas com atividade inseticida são ricas em compostos secundários, destacando-se os monoterpenos e seus análogos, que possui efeito tóxico interferindo em processos bioquímicos básicos do sistema nervoso central do inseto, resultando em conseqüências fisiológicas e comportamentais nestes indivíduos.

3.3.1 Utilização de eucalipto como planta inseticida

Dentre as muitas espécies de plantas com potencial inseticida, destacam-se as do gênero *Eucalyptus*, tanto pela sua importância econômica quanto medicinal. A indústria madeireira explora as qualidades das mais variadas espécies deste grupo para inúmeros fins, dentre estes, a produção de celulose mostra-se importante. Já no campo medicinal utiliza-se o óleo essencial extraído das folhas dessas plantas no tratamento de diversas doenças respiratórias, e ainda, existem muitos estudos relatando a atividade antimicrobiana e antifúngica presente neste vegetal (FRANCO et al., 2005).

Em Mato Grosso do Sul, áreas plantadas de eucalipto vêm aumentando rapidamente, isto porque as características do relevo facilitam a mecanização de operações, o solo e o clima desse estado são favoráveis ao plantio das espécies de eucalipto, sendo que entre o período de 2005 à 2008 houve crescimento de 134% de área plantada do gênero *Eucalyptus* (MATO GROSSO DO SUL, 2009).

A família Myrtaceae com aproximadamente 3.000 espécies, compreende cerca de 140 gêneros divididos em duas subfamílias: Myrtoideae e Leptospermoideae, de distribuição geográfica predominante na América Tropical e Austrália. Muitas espécies dessa família possuem frutos comestíveis, e são muito utilizadas pelos índios. Os óleos essenciais deste gênero são produzidos e armazenados principalmente nas folhas, sendo que o óleo é líquido incolor ou amarelado, fluído, odor predominantemente forte, aromático e apresenta como principais compostos químicos: piperitona, felandreno, aldeídos voláteis além do 1,8-cineol ou eucaliptol (ARAÚJO et al., 2010; SILVA et al., 2005).

O gênero *Eucalyptus* pode ser uma alternativa na produção de madeira, pois seu rápido crescimento, capacidade produtiva, adaptabilidade a diversos ambientes e vasta gama de espécies atende à requisitos tecnológicos dos mais diversos para produção industrial madeireira. Além disso, o gênero tem sido preferencialmente escolhido para o estabelecimento de florestas plantadas (LOBÃO et al., 2004).

Segundo Duarte et al. (2010) o Brasil possui cerca de 3 milhões de hectares de área plantada de eucalipto, perfazendo a maior área plantada do mundo. O *Eucalyptus urograndis* é um híbrido de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla* é a espécie de eucalipto mais cultivada no país, utilizada principalmente para produção de celulose.

Grande parte das plantações brasileiras de espécies do gênero *Eucalyptus* tem por principal objetivo extração de celulose para produção de papel e carvão, e a utilização por indústrias madeireiras vêm aumentando. Assim, com exceção de *Corymbia citriodora*, as inúmeras espécies de eucalipto não são utilizadas para a extração de óleo essencial (SILVA et al., 2006).

Portanto, as notáveis características deste gênero somado ao papel importante que vem desempenhando em todo o país nas indústrias madeireiras e afins, tornam muitas espécies deste gênero, plantas promissoras para a produção de óleo essencial em larga escala. Associada à produção de madeira e celulose o aproveitamento adequado das folhas proporciona diminuição de possíveis impactos prejudiciais aos ecossistemas próximos às áreas de cultivo, pois a lixiviação dessas folhas para recursos hídricos pode levar a eutrofização dos corpos d'água (ARAÚJO et al., 2010).

Araújo et al. (2010) em análise aos constituintes químicos do óleo presente nas folhas de *Eucalyptus urograndis* atestaram a predominância de mono e sesquiterpenos, onde foram identificados 10 (dez) constituintes químicos. Dentre estes a presença dos monoterpenos: 1,8-cineol e α -terpineol representados em 25,8% e 1,4% do óleo respectivamente e os sesquiterpenos germacreno-g-4-ol com 1,2% e 1,10-di-epi-cubenol 1,8%.

Segundo Chagas et al. (2002) monoterpenos podem causar interferência nas funções bioquímicas e fisiológicas de insetos herbívoros. Sendo a maioria dos monoterpenos poucos tóxicos para mamíferos, são considerados alternativa potencial à elaboração de inseticidas comerciais baseados nestes compostos. Além disso, esse autores confirmam que metabólito secundário presente nas folhas de muitas espécies de *Eucalyptus*, o 1,8-cineol ou eucaliptol apresenta efeito inseticida

para *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae e *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae).

Em torno de 20 espécies de eucalipto produzem óleos essenciais. Óleos essenciais são denominados como um grupo de substâncias naturais, extraídas de diversas partes da planta por meio de hidrodestilação. São insolúveis em água e com tensões de vapor elevadas. Esses óleos estão envolvidos nas interações planta-planta, animal-planta e planta-microrganismos, tendo por finalidade proteção contra predadores, efeitos alelopáticos (inibidoras de germinação), proteção contra o frio no estágio de plântula e redução de perda de água para o meio. O rendimento, a composição química e a quantidade dos constituintes dos óleos essenciais podem ser afetados por fatores ambientais como condições do solo, umidade relativa, radiação solar, temperatura, estresse hídrico, variabilidade genética, idade da planta e a parte da planta utilizada (CASTRO et al., 2008).

Pesquisas têm sido realizadas atestando o potencial inseticida de óleos essenciais obtidos de espécies de eucalipto. A alta toxicidade dos óleos essenciais dessas espécies pode estar atribuída às altas concentrações do monoterpeno 1,8-cineol que age diretamente no sistema nervoso central do inseto (NEGAHBAN; MOHARRAMIPOUR, 2007).

Monoterpenóides agem no sistema nervoso afetando o transporte de íons e inibição da acetilcolinesterase em insetos ou ainda com ação agonista e antagonista da octopamina. A octopamina possui funções biológicas como neurotransmissor e neuromodulador, exercendo sua função através da interação com pelo menos duas classes de receptores. Interromper o seu funcionamento resulta em ruptura do sistema nervoso do inseto (TRIPATHI et al., 2009).

Já em relação enzima acetilcolinesterase, sua função é catalisar a hidrólise de acetilcolina, esta por sua vez, age diretamente nas sinapses dos neurônios colinérgicos do sistema nervoso central e periférico. A acetilcolina é um mediador químico necessário para a transmissão de impulsos nervosos, e quando é inibida ocasiona paralisia e morte dos insetos (SANTOS et al., 2007).

Brito et al. (2006) testaram os efeitos de óleos essenciais de três espécies de eucalipto sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) e concluíram que os três óleos essenciais provocam mortalidade dos adultos desta praga, além disso, relatam que o óleo de *C. citriodora* é o mais eficiente para a espécie de caruncho testada.

Negahban e Moharramipour (2007) testaram a toxicidade de três espécies de eucalipto: *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* e *Eucalyptus camaldulensis* contra as espécies *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum* e *Callosobruchus maculatus*. Após as experiências relataram que a atividade inseticida variou conforme o material vegetal, as espécies de insetos, concentração e tempo de exposição. Foi observada alta taxa de mortalidade para a espécie *C. maculatus*.

A busca por espécies vegetais com potencial insetistático tem sido cada vez mais explorada, isto porque há grande necessidade de se dispor de novos compostos naturais ou sintéticos que visam o controle de pragas e não prejudiquem o meio ambiente, pois produtos naturais, ou sintéticos moldados à partir destes. Podem minimizar a contaminação ambiental, resíduos de contaminantes químicos nos alimentos, alterações no ecossistema e além de especificidade ao inseto praga permitindo assim preservar organismos benéficos ao meio.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNOLIN, C. A.; OLIVO, C. J.; SANGIONI, L. A.; PARRA, C. L. C.; DIEHL, M. S.; SANTOS, J. C. dos; AGUIRRE, P. F.; CAMILLO, G.; IRGANG, D. M. Concentrações de óleo de citronela no controle do carrapato de bovinos. **Rev. Bras. de Agroecologia**. Santa Catarina, v. 5, n. 2, p. 187-193, 2010.

ALMEIDA, F. A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp.* **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.

ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; RAMALHO, J. H.; GARCIA, J. C.; VIANA, M. C. M.; CASTRO, A. A. D. N. **Sistema de Integração Lavoura-Pecuária: O modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 9 p.

ALVES, D. S.; OLIVEIRA, D. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, M. A. I. Extrato de *Coffea racemosa* como alternativa no controle do bicho-mineiro do cafeeiro. **Ciênc. agrotec.** Lavras, v. 35, n. 2, p. 250-258, 2011.

ARAÚJO, F. O. L. de; RIETZLER, A. C. DUARTE, L. P.; SILVA, G. D. F. de; CARAZZA, F. VIEIRA Filho, S. A.. Constituintes químicos e efeito ecotoxicológico do óleo volátil de folhas de *Eucalyptus urograndis* (Myrtaceae). **Quim. Nova**, Minas Gerais, v. 33, n. 7, p. 1510-1513, 2010.

ATHIÉ, I.; CASTRO, M. F. P. M. de; GOMES, R. A. R.; VALENTINI, S. R. T. **Conservação de grãos**. 1 ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1998. 236 p.

BARBOSA, F. S.; LEITE, G. L. D.; ALVEZ, S. M.; NASCIMENTO, A. F.; D'ÁVILA, V. A.; COSTA, C. A. Insecticide effects of *Ruta graveolens*, *Copaifera langsdorffii* and *Chenopodium ambrosioides* against pests and natural enemies in commercial tomato plantation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 37-43, 2011.

BRITO, J. P.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. de. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus spp.* sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Jaboticabal, v. 6, n. 1, p. 96-103, 2006.

CHAGAS, A. C. S.; PASSOS, W. M.; PRATES, H. T.; LEITE, R. C.; FURLONG, J.; FORTES, I. C. P. 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.

COITINHO, R. L. B. de C.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM, M. G. C. JUNIOR; CÂMARA, C. A. G. da. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2011.

DUARTE, L. P.; FIGUEIREDO, R. C.; SOARES, D. B. S.; NOGUEIRA, M. M.; ARAÚJO, F. O. L. A.; RIETZLER, A. C.; SILVÉRIO, F. O.; VIEIRA, S. A. Filho. Constituintes químicos e efeito ecotoxicológico de extratos de folhas de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Científica do Departamento de Química e Exatas**, Jequié, v. 1, n. 1, p. 19-26, 2010.

IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Comunicação Social. 07 de Agosto de 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1203>. Acesso em: 11. mar. 2011.

FRANCO, J; NAKASHIMA, T.; FRANCO, L.; BOLLER, C. Composição química e atividade antimicrobiana *in vitro* do óleo essencial de *Eucalyptus cinérea* F. Mull. Ex Benth., Myrtaceae, extraído em diferentes intervalos de tempo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 191-194, 2005.

IPM. **IPM Images**. Disponível em: <<http://www.ipmimages.org>>. Acesso em: 8 jun. 2011.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; ANDRADE, M. A.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V. G. Caracterização química e atividade inseticida do óleo essencial de *Ageratum conyzoides* L. sobre a lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2010.

LOBÃO, M. S.; DELLA, R. M. L.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 80 p.

LORINI, I. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72p.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA, J. B. NETO.; HENNING, A. A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento – série sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 12 p.

MATO GROSSO DO SUL. **Plano Estadual para o desenvolvimento sustentável de Florestas Plantadas. Resumo Executivo**. Campo Grande, MS. 2009.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

NAKANO, O.; BATISTA, C. G. de.; SILVEIRA Neto, S.. Controle químico. In: **Curso de Entomologia Aplicada à Agricultura**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1992. p. 159-196.

NEGAHBAN, M.; MOHARRAMIPOUR, S. Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus camaldulensis* against stored-product beetles. **J. Appl. Entomol**, Berlin, v. 131, n. 4, p. 256-261, 2007.

NOVO, J. P. S.; FONTES, F. V. H. M.; STEIN, C. P.; LAGO, A. A. do; BOTTIGNON, M. R.; NOVO, M. C. S. S. Pellets produzidos com estruturas de plantas e óleo essencial de folhas de *Ageratum conyzoides* L. afetando o desenvolvimento de *Sitophilus oryzae*. **Pesq. Agropec. Top.**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 221-229, 2010.

PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. de. **Insetos de Grãos Armazenados: Identificação e Biologia**. 1 ed. São Paulo, SP: Fundação Cargill, 1995. 229 p.

PADIL. **Pests and Diseases Image Library**. Disponível em: <<http://old.padil.gov.au/pbt/index.php?q=node/23&pbtID=209>>. Acesso em: 8 jun. 2011.

PEREIRA, A. C. R. L.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM, M. G. C.; CÂMARA, C. A. G. da. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 717-724, 2008.

SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente.** Jaguariúna, SP: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 46 p. (EMBRAPA-CNPMA. Série Documentos, 12).

SANTA-CECILIA, L. V. C.; SANTA-CECILIA, F. V.; PEDROSO, E. C.; SOUZA, M. V. de; ABREU, F. A.; OLIVEIRA, D. F.; CARVALHO, G. A. Extratos de plantas no controle de *Planococcus citri* (RISSO, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 283-293, 2010.

SANTOS, V. M. R. dos; DONNICI, C. L.; DACOSTA, J. B. N.; CAIXEIRO, J. M. R. Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 159-170, 2007.

SILVA, C. V.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Holambra, v. 27, n. 1, p. 86-92, 2005.

SILVA, P. H. M. da; BRITO, J. O.; SILVA Junior, F. G.. Potential of eleven *eucalyptus* species for the production of essential oils. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 85-89, 2006.

SCHIMIDT, A. A. P. **SORGO**. 3 ed. São Paulo, SP: Ícone Editora LTDA, 1987. 63 p.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., Sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 34, n. 2, p. 319-323, 2005.

TREVIS, D.; HABR, S. F.; VAROLI, F. M.; BERNARDI, M. M. Toxicidade aguda do praguicida organofosforado diclorvos e da mistura com o piretróide deltametrina em *Danio rerio* e *Hyphessobrycon bifasciatus*. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 53-59, 2010.

TSUNECHIRO, A.; MIURA, M. Relações de preço Sorgo/Milho nos Estados de São Paulo, Goiás e Rio Grande do Sul, 2001-2009. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 45-50, 2011.

WAQUIL, J M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I. **Manejo de Pragas na Cultura do Sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 25 p.

CAPITULO II

**ATIVIDADE INSETISTÁTICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES DE
EUCALIPTO SOBRE O GORGULHO-DO-MILHO *Sitophilus zeamais* Motsch.
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)**

**ATIVIDADE INSETISTÁTICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE TRÊS ESPÉCIES DE
EUCALIPTO SOBRE O GORGULHO-DO-MILHO *Sitophilus zeamais* Motsch.**

(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM SORGO.

**BIOLOGICAL ACTIVITY OF THREE EUCALYPTUS SPECIES ESSENTIAL
OILS AGAINST THE SORGHUM MAIZE WEEVIL**

***Sitophilus zeamais* Motsch. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) .**

Lilian Brandão de Oliveira Jornada¹, Silvio Favero ².

¹ Mestranda em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

² Professor Orientador Dsc Entomologia
Anhanguera – Uniderp

ABSTRACT: The *Sitophilus zeamais* is one of the major stored-grain pests. It causes significant damage by drilling seeds and healthy grains to feed themselves and to lay eggs. Once inside the grain the larva feed itself with the reserved tissue, reducing dramatically the grain production. This work intended to determine the biological activity of *Eucalyptus urograndis*; *Eucalyptus urocam* e *Eucalyptus urophylla* essential oil against *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Three bioassays were done: exposure by surface contact, exposure by fume pressure and repellency. The three *Eucalyptus* species tested showed up significant result in all bioassays. On exposure by surface contact assay, the three essential oils that were tested showed up insecticide effect and the LC₅₀ at 24h of the tested oils, to all the three eucalyptus species, do not showed up significant differences between them, by comparing the CI₉₅. However at 48h of exposure a significant increase of LC₅₀ for *E. urograndis* and *E. urophylla* is observed the same does not occur to *E. urocam*. On LC₉₉ at 24h analysis, lower toxicity by contact to *E. urocam* specie oil is observed and its CI does not overlaps the others, but at 48h the three species toxicity became similar. On

fumigant bioassay the *E. urocam* essential oil showed up higher toxicity than the other oils, because, 48 hours after the test start, doses lower than 0,1mL achieved 100% mortality. The three essential oil tested showed up repellent effect.

Keywords: Bioinsecticides, pests insects, insecticides plants.

RESUMO: O *Sitophilus zeamais* é uma das principais pragas de grãos armazenados. Provoca danos significativos, pois, perfuram sementes e grãos sadios para a alimentação e oviposição. A larva no interior do grão alimenta-se de todo o tecido de reserva reduzindo drasticamente a produção de grãos. O objetivo deste trabalho foi determinar a ação insetistática de óleos essenciais de *Eucalyptus urograndis*; *E. urocam* e *E. urophylla* sobre o *S. zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Foram realizados os bioensaios de exposição por superfície de contato; exposição por pressão de vapor e repelência. As três espécies de eucalipto testadas apresentaram resultado insetistático em todos os bioensaios realizados. No teste exposição por superfície de contato, os três óleos essenciais testados mostraram-se com efeito inseticida. As CL_{50} de 24h dos óleos essenciais das três espécies de eucalipto testadas não apresentaram diferenças significativas entre si, pela sobreposição dos IC_{95} . Com 48h de exposição observa-se um aumento significativo da CL_{50} para *E. urograndis* e *E. urophylla* o mesmo não ocorrendo para *E. urocam*. Na análise da CL_{99} de 24h, observa-se menor toxicidade por contato para o óleo da espécie *E. urocam* e seu IC não se sobrepõe aos demais, porém com 48h a toxicidade das três espécies se assemelham. No bioensaio de fumigação o óleo essencial de *E. urocam* mostra-se com maior toxicidade do que os demais óleos, isso porque, com 48 horas de teste doses menores de 0,1mL atingiram 100% de mortalidade. Os três óleos essenciais testados apresentaram efeito repelente.

Palavras-chave: plantas inseticidas, inseto praga, meio ambiente.

INTRODUÇÃO

O *S. zeamais*, um dos principais insetos que atacam grãos armazenados, é uma praga primária, apresenta infestação cruzada, ou seja, ocorre tanto no campo quanto nos locais de armazenamento de grãos, provoca danos significativos, pois, perfuram sementes e grãos sadios para a alimentação e oviposição. A larva no interior do grão alimenta-se de todo o tecido de reserva e após emergência possibilita a instalação de patógenos e pragas secundárias. Possui muitos hospedeiros como trigo, arroz, milho e sorgo (COITINHO et al., 2011).

O *Sorghum bicolor* (L.) Moench é uma espécie vegetal de sorgo granífero apresenta tolerância à seca e à alta temperatura, possui sementes ricas em vitaminas, proteínas e sais minerais. Possui produção de plantas com volume elevado de massa verde, assim, pode ser um substituto potencial ao milho, uma vez que este apresenta grandes perdas econômicas no período de safrinha (SOARES et al., 2010).

O sorgo tem sido utilizado como alimento de pessoas em países da África e Ásia, chegando ao consumo de 70% de ingestão calórica diária, exerce papel importante na alimentação humana de países em desenvolvimento, devido a facilidade de produção e características físicas bem adaptadas às condições ambientais adversas. Contudo, o sorgo armazenado é atacado por diversos insetos, e dentre estes destaca-se o gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motsch (GALLO et al., 2002; QUEIROZ et al., 2009).

O controle dessa praga é feito preferencialmente utilizando produtos químicos tanto no campo quanto em locais de armazenamento. No entanto, a utilização destes produtos pode causar seleção de insetos resistentes, alta toxicidade para mamíferos e insetos benéficos como os polinizadores, inimigos naturais. Podem ainda erradicar a população alvo levando ao surgimento de novas pragas, e causar contaminação do meio ambiente (solo, corpos hídricos e lençol freático) e apresentar resíduos nos alimentos (CANEPPELE et al., 2010).

Com isso, faz-se necessário busca por novos compostos que não resultem em tantos problemas ambientais e de saúde pública. Produtos de origem vegetal são promissores nessa área, pois desempenham papel importante na interação inseto-planta como a defesa contra a herbivoria, uma vez que para isso, muitas plantas produzem metabólitos secundários que podem agir nas funções bioquímicas e fisiológicas do inseto. Assim, pesquisas com plantas que apresentam potencial inseticida são realizadas no intuito de descobrir novas moléculas que permitam a síntese de novos produtos de ação inseticida para o uso direto no controle de insetos-praga (SANTOS et al., 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a ação inseticida de óleos essenciais de *Eucalyptus urograndis*; *E. urocam* e *E. urophylla* sobre o *Sitophilus zeamais* em grãos de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia da Unidade Agrárias da Universidade Anhanguera-Uniderp em Campo Grande, MS. Os ensaios foram realizados em condições de laboratório em sala climatizada com temperatura média de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa do ar de $60 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 14 horas.

Folhas frescas das plantas de *E. urograndis*; *E. urophylla* e *E. urocam* de dois e três anos de idade respectivamente foram coletadas entre 8:00 e 9:00 horas da manhã na Embrapa Gado de Corte, sob as coordenadas 20.448557S, 54.71494W em Campo Grande, MS, e levadas ao laboratório de Entomologia da Anhanguera-Uniderp para extração de óleo essencial.

As folhas foram separadas do caule e trituradas em liquidificador, foi utilizado para cada 200g de planta 1 litro de água. Para extração de óleo essencial a massa resultante da trituração foi acondicionada em balões de fundo chato, estes por sua vez foram levados ao

aparelho tipo clewenger que se baseia na hidrodestilação das substâncias voláteis, óleo essencial (CONTE et al., 2001).

Os óleos essenciais foram utilizados em suas formas puras e em diluições em progressão geométrica conforme cada tipo de bioensaio, e o solvente utilizado foi acetona (FAVERO; CONTE, 2008).

A população de insetos utilizados no bioensaio foi mantida em recipientes de vidro com capacidade para 500g sendo apenas 250g preenchidos com milho e tampados com tecido tipo organza. A criação dos insetos foi mantida em sala totalmente climatizada, temperatura a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ e a umidade relativa do ar de $70 \pm 5\%$. Monitoramento e manutenção da população foram efetuados constantemente a fim de evitar a contaminação dos grãos por fungos decompositores. Os bioensaios realizados foram repelência, exposição por superfície de contato e exposição por pressão de vapor (fumigação), conforme método adaptado de Favero e Conte (2008).

Para o teste de superfície de contato, foi aplicado 0,5mL das diluições dos óleos essenciais 1, 2, 4, 6, 8 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ e mais acetona (controle) em discos de papel filtro, e após evaporação o papel filtro foi acondicionado em placas de Petri de 90mm, foram colocados poucos grãos de sorgo a fim de não alterar a taxa de mortalidade dos insetos. Pois sem alimento estes poderiam morrer de inanição e não por interferência do óleo essencial. Foram liberados no centro de cada placa 10 insetos adultos não sexados, as placas foram tampadas e identificadas. Posteriormente, foi realizada a avaliação da mortalidade com 24h e 48h de teste. Os dados foram tabulados e submetidos a análise de Probit (FINNEY, 1971), utilizando o software Minitab16.

Para o bioensaio de fumigação, foram tratados 40 gramas de sementes/grãos de *Sorghum bicolor* com as concentrações definidas em bioensaios prévios para determinação do intervalo entre 10 e 90% de mortalidade, 0,11; 0,13 e 0,15/40g de sorgo com óleo de *E.*

urograndis e *E. urocam*, já para o óleo de *E. urophylla* as concentrações aplicadas foram 0,15; 0,19; 0,24 e 0,30/40g de sorgo, após aplicação do óleo os grãos foram agitados a fim de homogeneizar a impregnação dos mesmos. Posteriormente, em tubos de vidro de 2 cm de diâmetro por 8 cm de altura, foram colocados 2 gramas de sorgo tratado conforme cada concentração e liberados 10 gorgulhos adultos não sexados, os tubos foram tampados com papel Parafilm® e tampas de plástico. Foram efetuadas dez repetições para cada concentração. A contagem foi realizada com 24h e 48h de teste, os dados foram tabulados e analisados estatisticamente pela análise de Próbit (FINNEY, 1971), utilizando o programa Minitab16.

Para a execução do bioensaio de repelência, foram utilizadas placas de Petri de 90mm de diâmetro, nas quais foram colocados discos de papel filtro cortados ao meio. Em um dos lados do papel foi aplicado a diluição baseada na concentração letal a 0,09 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ e 0,10 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ (CL_5 e CL_{10} respectivamente) obtidos da análise do teste de fumigação e, no outro lado do papel, foi aplicado apenas solvente acetona como controle. Após evaporação foi colocado uma fina camada de pérolas de vidro a fim de simular a textura de grãos de sorgo, para cada diluição foram efetuadas dez repetições. Em cada placa foram liberados 10 indivíduos adultos não sexados, as placas foram tampadas e identificadas. A leitura foi realizada após 1h e 24h horas de teste, considerando a distribuição dos insetos. Os resultados foram tabulados e utilizando o software Minitab16 foram submetidos à análise estatística pelo teste t unicaudal ($H_0 = \mu \leq 5$; $H_a = \mu > 5$), ou seja, se o número de insetos sobre a superfície controle for maior que cinco foi considerado repelente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três espécies de eucalipto testadas apresentaram resultado insetistático significativo em todos os bioensaios realizados. Os dados do teste de exposição por superfície de contato

de *E. urograndis*, *E. urophylla* e *E. urocam*, representados na Tabela 1, demonstram que houve aumento da toxicidade conforme tempo de exposição frente aos óleos testados.

As CL_{50} de 24h dos óleos essenciais das três espécies de eucalipto testadas não apresentaram diferenças significativas entre si, pela sobreposição dos IC_{95} . Contudo com 48h de exposição observa-se um aumento significativo da CL_{50} para *E. urograndis* e *E. urophylla* o mesmo não ocorrendo para *E. urocam*.

Quanto a análise da CL_{99} de 24h, observa-se menor toxicidade por contato para o óleo da espécie *E. urocam* e seu IC não se sobrepõem aos demais, porém com 48h a toxicidade das três espécies se assemelham.

Tabela 1. Valores de CL_{50} e CL_{99} de exposição por superfície de contato dos óleos essenciais de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urocam* em adultos não sexados de *S. zeamais*.

	Tempo (h)	CL_{50} ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) (IC 95%)	CL_{99} ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) (IC 95%)	Declividade	GL	χ^2	P	N
<i>Eucalyptus urograndis</i>	24 h	1,8 (1,6 – 2,0)	7,2 (6,0 – 7,8)	1,69	3	29,42	< 0,001	500
	48 h	0,95 (0,8 – 1,0)	3,1 (2,5 – 4,4)	2,00	3	0,40	0,93	500
<i>Eucalyptus urophylla</i>	24 h	1,8 (1,6 – 1,9)	5,8 (4,9 – 7,3)	1,94	3	13,47	0,004	500
	48 h	1,2 (1,1 – 1,34)	3,6 (3,0 – 4,8)	2,16	3	1,20	0,752	500
<i>Eucalyptus urocam</i>	24 h	1,7 (1,6 – 1,8)	4,1 (3,5 – 4,9)	2,70	3	202,90	< 0,001	500
	48 h	1,5 (1,34 – 1,6)	3,0 (2,7 – 3,6)	3,31	3	2851,97	< 0,001	500

IC 95%: Intervalo de Confiança a 95%; CL: concentração letal 50 ou 99; GL: Grau de liberdade; χ^2 : Qui-quadrado; P: Probabilidade; N: número de insetos.

Plantas das famílias Myrtaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae e Rutaceae são altamente indicadas para o controle de pragas das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Isoptera. Os sintomas causados por tratamentos com óleo essencial sugerem modo ação neurotóxico (TRIPATHI et al., 2009).

A alta toxicidade dos óleos essenciais testados pode estar atribuída a presença do monoterpeno 1,8-cineol, que conforme Araújo et al. (2010) ao analisar os constituintes químicos do óleo de *E. urograndis* atestaram a predominância de mono e sesquiterpenos. Nestes foram identificados 10 (dez) constituintes químicos e dentre estes a presença dos monoterpenos: 1,8-cineol e α -terpineol representados em 25,8% e 1,4% do óleo respectivamente; sesquiterpenos germacreno-g-4-ol com 1,2% e 1,10-di-epi-cubenol 1,8%.

Monoterpenóides contidos nessas plantas agem no sistema nervoso afetando o transporte de íons e inibição da acetilcolinesterase em insetos ou ainda com ação agonista e antagonista da octopamina. A octopamina possui funções biológicas como neurotransmissor e neuromodulador, exercendo sua função através da interação com pelo menos duas classes de receptores. Interromper o seu funcionamento resulta em ruptura do sistema nervoso do inseto (TRIPATHI et al., 2009).

Já em relação enzima acetilcolinesterase, sua função é catalisar a hidrólise de acetilcolina, esta por sua vez, age diretamente nas sinapses dos neurônios colinérgicos do sistema nervoso central e periférico. A acetilcolina é um mediador químico necessário para a transmissão de impulsos nervosos, e quando é inibida ocasiona paralisia e morte dos insetos (SANTOS et al., 2007).

O efeito tóxico dos óleos essenciais além de vários padrões fitoquímicos envolve muitos fatores como o ponto de entrada da toxina, pois, os óleos essenciais podem ser absorvidos pelo tegumento, inalado ou ingerido pelos insetos (RAJENDRAN; SRIRANJINI, 2008).

Coitinho et al. (2006) descreve que os óleos essenciais de espécies de eucalipto são compostos por uma complexa mistura de componentes orgânicos que são voláteis como por exemplo, os hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres, e destacam os terpenos citronelal e cineol. Dentre esses compostos o monoterpeno 1,8-cineol revela-se muito eficiente no controle de *S. zeamais* em ações de contato, ingestão e fumigação. Foi relatado ainda que os óleos essenciais de *Corymbia citriodora* e *E. globulus*, na concentração de 0,5 L / t de grãos, apresentaram desempenho significativo, reduzindo em 100% a emergência de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em grãos de *Phaseolus vulgaris* L.

Chagas et al. (2002), pesquisaram a ação acaricida de *Eucalyptus spp.* sobre o carrapato *Boophilus microplus*, e constataram que o óleo essencial de *C. citriodora* e *E. staigeriana* mataram 100% das larvas (eficácia máxima) a uma concentração de 10% e *E. globulus* a 20%. No caso das fêmeas ingurgitadas, o óleo essencial de *C. citriodora* teve eficácia máxima a 25%, *E. globulus* a 10% e *E. staigeriana* a 15%. De uma maneira geral, fazendo-se uma média da ação dos óleos sobre os dois estágios, o óleo essencial de *C. citriodora* teve eficácia máxima a uma concentração média de 17,5% (10% para larva e 25% para fêmea), *E. globulus* a 15% (20 e 10%) e *E. staigeriana* a 12,5% (10 e 15%).

Quanto ao bioensaio de fumigação, todas as espécies testadas apresentaram efeito tóxico fumigante (Tabela 2). O óleo essencial de *E. urograndis* apresentou efeito apenas com 48 horas de teste. Já o óleo essencial de *E. urophylla* apresentou para este bioensaio resposta tanto com 24 horas de teste, quanto com 48 horas de teste. Em relação ao óleo essencial de *E. urocam* apresentou efeito tóxico fumigante tanto com 24h quanto com 48 horas de teste, sendo que, a toxicidade aumentou conforme tempo de exposição, uma vez que, com 48 horas de teste doses menores de 0,1mL atingiram 100% de mortalidade. Assim, o último óleo referido mostra-se com maior toxicidade do que os demais óleos. Os valores altos de

declividade de curva indicam que pequenas variações nas doses aplicadas provocam grande variações na mortalidade (ESTRELA et al., 2006).

Os inseticidas mais eficientes apresentam ação por contato ou ingestão e a ação fumigante ou pressão de vapor é um fator importante, pois monoterpenos de estrutura simples como o limoneno, β -pineno e o α -pineno exercem funções de proteção à planta que os produzem. Isso porque a ação inseticida seria decorrente da inibição da acetilcolinesterase nos insetos ou ação sobre octopamina (VIEGAS, 2003; XAVIER et al., 2007).

Tabela 2. Valores de CL₅₀ e CL₉₉ de fumigação do óleo essencial de *Eucalyptus urograndis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urocam* em adultos não sexados de *S. zeamais*.

	Tempo (h)	CL ₅₀ (mL/40g) (IC 95%)	CL ₉₉ (mL/40g) (IC 95%)	Declividade	GL	χ^2	P	N
<i>Eucalyptus urograndis</i>	24 h	0,16 (0,15 - 0,19)	0,31 (0,24 - 0,52)	3,63	1	1,18	< 0,001	400
	48 h	0,15 (0,14 - 0,16)	0,31 (0,25 - 0,46)	3,24	2	1,49	0,48	400
<i>Eucalyptus urophylla</i>	24 h	0,15 (0,14 - 0,16)	0,29 (0,26 - 0,34)	3,47	2	3,34	0,19	400
	48 h	0,14 (0,12 - 0,14)	0,18 (0,17 - 0,22)	7,63	2	0,002	0,99	400
<i>Eucalyptus urocam</i>	24 h	0,11 (0,11 - 0,12)	0,15 (0,14 - 0,16)	8,02	1	14,45	< 0,001	400
	48 h	< 0,11 -	< 0,11 -	-	-	-	-	400

IC 95%: Intervalo de Confiança a 95%; CL: concentração letal 50 ou 99; GL: Grau de liberdade; χ^2 : Qui-quadrado; P: Probabilidade; N: número de insetos.

Óleos essenciais de espécies de plantas pertencentes ao gênero *Piper* possuem efeito inseticida para *S. zeamais* nos bioensaios de fumigação, exposição por superfície de contato e exposição por aplicação tópica e a sua eficácia é dependente da via de intoxicação e da concentração do óleo aplicado. As vias de intoxicação por contato e fumigação podem ser

mais eficazes na promoção da mortalidade de *S. zeamais* que as outras vias de intoxicação, porque a principal propriedade de um fumigante é a alta capacidade de difusão na massa de grãos. A difusão do gás depende principalmente de seu peso molecular e de seu ponto de ebulição e quanto menores esses valores, maior é a velocidade de difusão (ESTRELA et al., 2006; FAZOLIN et al., 2007; FAZOLIN et al., 2010).

Os óleos essenciais das espécies de eucalipto *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus staigeriana* são eficientes no controle de *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum* e *Sitophilus oryzae*, apresentaram efeito fumigante e apresentaram diferença na mortalidade conforme concentração e aumento do tempo de exposição (BRITTO et al., 2006; NEGAHBAN; MOHARRAMIPOUR, 2007).

Óleos essenciais quando testados no bioensaio por pressão de vapor são eficientes para *S. zeamais* porque estes respiram por meio de traquéias com dez aberturas que abrem-se lateralmente através de pequenos orifícios denominados estigmas. Em função dessa estrutura essa espécie de inseto absorve e reage rapidamente à aplicação de produtos vegetais na forma de vapor (ALMEIDA et al., 1999)

Os três óleos essenciais testados apresentaram efeito repelente (Tabelas 3, 4 e 5). A espécie *E. urograndis* apresentou resultado para a CL₅ de 1h e 24 horas de exposição e na CL₁₀ de apenas 1 hora de exposição, a CL₁₀ de 24 horas de exposição não apresentou efeito repelente (tabela 3).

Tabela 3. Índice de repelência de óleo de *Eucalyptus urograndis* na concentração de CL₅ e CL₁₀ em adultos não sexados de *S. zeamais*.

	Tempo (h)	Repelência %	Média (indivíduo)	Desvio Padrão	t	P	N
CL ₅	1 h	76	7,600	1,075	7,65	0,000	100
	24 h	62	6,200	1,687	2,25	0,026	100
CL ₁₀	1 h	85	8,500	1,509	7,33	<0,0001	100
	24 h	50	5,000	1,826	0,00	ns	100

Legenda: t = valor do teste; P = probabilidade; ns = não significativo; N = número de insetos.

Na Tabela 4, observa-se que o óleo essencial de *E. urophylla* não apresentou efeito repelente na CL₅ de 1 hora de exposição, porém com 24 horas de exposição foi detectado efeito repelente. Para a CL₁₀ com 1h e 24h, sendo que conforme tempo de exposição houve aumento do efeito repelente para este inseto frente o óleo essencial testado.

Tabela 4. Índice de repelência de óleo de *Eucalyptus urophylla* na concentração de CL₅ e CL₁₀ em adultos não sexados de *S. zeamais*.

	Tempo (h)	Repelência %	Média (indivíduo)	Desvio Padrão	t	P	N
CL ₅	1 h	51	5,10	2,33	0,14	ns	100
	24 h	68	6,80	1,89	3,04	0,007	100
CL ₁₀	1 h	67	6,70	2,06	2,61	0,014	100
	24 h	72	7,20	2,70	2,58	0,015	100

Legenda: t = valor do teste; P = probabilidade; ns = não significativo; N = número de insetos.

Conforme Tabela 5 é possível observar o efeito repelente da CL₅ com 24h e na CL₁₀ com 1h e 24h de teste da espécie *E. urocam*, porém para a CL₅ com 1h de exposição não apresentou resultado repelente.

O mecanismo de repelência é um comportamento que pode ser resultado de diversos números de eventos bioquímicos e fisiológicos, porém, este mecanismo não é padrão entre artrópodes, ocorrendo eventos conflitantes na literatura (PETERSON; COATS, 2001).

Tabela 5. Índice de repelência de óleo de *Eucalyptus urocam* nas CL₅ e CL₁₀ em adultos não sexados de *S. zeamais*.

	Tempo (h)	Repelência %	Média (indivíduo)	Desvio Padrão	t	P	N
CL ₅	1 h	50	5,00	0,82	0,00	ns	100
	24 h	58	5,80	1,40	1,81	0,052	100
CL ₁₀	1 h	59	5,90	1,37	2,08	0,034	100
	24 h	62	6,20	1,03	3,67	0,003	100

Legenda: t = valor do teste; P = probabilidade; ns = não significativo; N = número de insetos.

Coitinho et al. (2006) relatam que foi possível determinar que grãos de milho tratados com os óleos vegetais foram menos atraídos por adultos de *S. zeamais* em relação à testemunha. O óleo essencial de *C. citriodora* foi eficaz na ação repelente apresentando porcentagens de repelência acima de 87%. Segundo esses autores a ação repelente é uma propriedade relevante a ser considerada no controle de pragas de grãos armazenados com óleos vegetais. Desde que há uma tendência de quanto maior o efeito repelente, menor será a infestação, proporcionando redução ou até supressão da postura e, conseqüentemente redução do número de insetos emergidos.

Sendo assim é possível afirmar que a utilização de óleos essenciais no manejo de *S. zeamais* é promissora devido ao efeito significativo obtido sobre a mortalidade por pressão de vapor e exposição por superfície de contato, além de proporcionar efeito repelente diminuindo a infestação e conseqüentemente as perdas econômicas causadas por este inseto praga.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, as três espécies vegetais testadas do gênero *Eucalyptus* apresentaram ação insetistática conforme bioensaios aplicados representando eficiência inseticida ou repelente sobre a espécie *Sitophilus zeamais* em grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp.* **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.
- ARAÚJO, F. O. L. de; RIETZLER, A. C. DUARTE, L. P.; SILVA, G. D. F. de; CARAZZA, F. VIEIRA, S. A. Filho. Constituintes químicos e efeito ecotoxicológico do óleo volátil de folhas de *Eucalyptus urograndis* (Myrtaceae). **Química Nova**, Minas Gerais, v. 33, n. 7, p. 1510-1513, 2010.

BRITO, J. P.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. de. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae).

Revista de Biologia e Ciências da Terra, Jaboticabal, v. 6, n. 1, p. 93-103, 2006.

CANEPPELE, M. A. B.; ANDRADE, P. de J.; SANTAELLA, A. G. Diferentes dosagens de pó inerte e temperaturas em milho armazenado para o controle de gorgulho-do-milho.

Scientia Agrária, Curitiba, v. 11, n. 4, p. 343-347, 2010.

CHAGAS, A. C. de S.; PASSOS, W. M.; PRATES, H. T.; LEITE, R. C.; FURLONG, J.;

FORTES, I. C. P. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp em *Boophilus microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 247-253, 2002.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM, M. G. C. Junior; CÂMARA, C. A. G.

da. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.

COITINHO, R. L. B. de C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM, M. G. C. Junior; CÂMARA, C. A.

G. da. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera, Curculionidae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 172-178, 2011.

CONTE, C. O.; LAURA, V. A.; BATTISTELLI, J. Z.; CESCO NETTO, A. O.; SOLON, S.;

FAVERO, S. Rendimento de óleo essencial de alfavaca por arraste a vapor em Clevenger, em diferentes formas de processamento das folhas. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 19, Supl., 2001. CD-ROM.

ESTRELA, J. L. V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. de.

Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

- FAVERO, S.; CONTE, O. C. Métodos de ensaios para determinação de atividade insetistática de derivados de plantas como alternativa sustentável no controle de pragas. In: BAUER, F. C.; VARGAS, F. M. Jr. **Produção e Gestão Agroindustrial**. V. 2. Campo Grande, MS: UNIDERP, 2008. p. 235-249.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Atividade inseticida do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur.&K. Shum (Bignoneaceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazônica**, Rio Branco, v. 37, n. 4, p. 599-604, 2007.
- FAZOLIN, M.; COSTA, C. R. da; DAMACENO, J. E. O.; ALBUQUERQUE, E. S. de; CAVALCANTE, A. S. S.; ESTRELA, J. L. V. Fumigação de milho para o controle do gorgulho utilizando caule de *Tanaecium nocturnum* (Bignoniaceae). **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 1, p. 1-6, 2010.
- FINNEY, D. J. **Probit Analysis**. 3 ed. London: Cambridge Press, 1971. 338 p.
- GALLO, D. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- NEGAHBAN, M.; MOHARRAMIPOUR, S. Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus camaldulensis* against stored-product beetles. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 131, n. 4, p. 256-261, 2007.
- PETERSON, C.; COATS, J. Insect repellents – Past, Present and Future. **Pesticide outlook**, Iowa, v. 12, p. 154-158, 2001.
- QUEIROZ, V. A. V.; VIZZOTTO, M.; CARVALHO, C. W. P.; MARTINO, H. S. D. **O sorgo na alimentação humana**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 19 p.
- RAJENDRAN, S.; SRIRANJINI, V. Plant products as fumigants for stored-product insect control. **Journal of Stored Products Research**, Índia, v. 44, p. 126-135, 2007.
- SANTOS, V. M. R. dos; DONNICI, C. L.; DACOSTA, J. B. N.; CAIXEIRO, J. M. R. Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e

aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 159-170, 2007.

SANTOS, M. R. A. dos; SILVA, A. G.; LIMA, R. A.; LIMA, D. K. S.; SALLET, L. A. P.; TEIXEIRA, C. A. D.; POLLI, A. R.; FACUNDO, V. A. Atividade inseticida do extrato das folhas de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Brasileira Botânica**, Porto Velho, v. 33, n. 2, p. 319-324, 2010.

SOARES, M. M.; CONCEIÇÃO, P. M. da; DIAS, D. C. F. dos S.; ALVARENGA, E. M. Testes para avaliação do vigor de sementes de sorgo com ênfase à condutividade elétrica. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 391-397, 2010.

TRIPATHI, A. K.; UPADHYAY, S.; BHUIAN, M.; BHATTACHARYA, P. R. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. **Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy**, Índia, v. 1, n. 5, p. 52-63, 2009.

VIEGAS, C. JUNIOR. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, Araraquara, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

XAVIER, F. G.; RIGHI, D. A.; SPINOSA, H. S. Toxicologia do praguicida aldicarb (“chumbinho”): aspectos gerais, clínicos e terapêuticos em cães e gatos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1206-1211, 2007.