



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1192-1196>

Atividade insetistática de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* sobre *Sitophilus zeamais*

Carolina F. Pauliquevis¹ & Silvio Favero¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional/Laboratório de Pesquisa em Entomologia/Universidade Anhanguera, Campo Grande, MS. E-mail: carolquevis@icloud.com (Autora correspondente); sfavero@uniderp.edu.br

Palavras-chave:

agricultura sustentável
manejo de pragas
inseticida botânico
gorgulho-do-milho
monoterpenos

RESUMO

Sitophilus zeamais (Motschulsky, 1885) (Coleoptera: Curculionidae) é um dos principais insetos que atacam e comprometem severamente a qualidade de grãos armazenados cujo controle é feito através de inseticidas químicos que nem sempre são eficazes, ocasionam a seleção de insetos resistentes, eliminam populações de inimigos naturais, deixam resíduos nos alimentos e contaminam o meio ambiente. Na tentativa de minimizar o problema com a possibilidade de uma alternativa agroecológica, pesquisas com óleos essenciais têm-se mostrado promissoras. Neste contexto, o objetivo da pesquisa foi identificar o potencial insetistático do óleo essencial da pariparoba no controle do gorgulho-do-milho para o que foram realizados bioensaios para verificar o efeito fumigante, exposição em superfície de contato e repelência. Houve efeito fumigante, os valores da CL_{50} e CL_{99} para as 24 h de confinamento dos insetos foram, respectivamente, 0,95 e 6,73 $\mu\text{L g}^{-1}$. Os valores da CL_{50} e CL_{99} para as 24 h de exposição em superfície de contato foram, respectivamente, 0,34 e 4,91 $\mu\text{L cm}^{-2}$; a repelência ocorreu na primeira hora; desta forma, o óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* apresenta efeito insetistático para o controle de *S. zeamais*.

Key words:

sustainable agriculture
pest control
botanic insecticide
maize-weevil
monoterpenes

Insectistatic activity of essential oil *Pothomorphe umbellata* on *Sitophilus zeamais*

ABSTRACT

Sitophilus zeamais (Motschulsky, 1885) (Coleoptera: Curculionidae) is one of the main insects that attack and severely compromise the quality of stored grains. Its control is done through chemical insecticides, which are not always effective, cause the selection of resistant insects, eliminate population of natural enemies, leave residues in food and contaminate the environment. In an attempt to minimize this problem, with the possibility of an agroecologic alternative, research with essential oils have shown as promising. In this context, the objective of this research was to identify the insectistatic potential of essential oil of pariparoba for control of maize-weevil. For this, bioassays were conducted to check the fumigant effect, the exposure in contact surface and resistance. There was fumigant effect, the values of CL_{50} and CL_{99} for the 24 h confinement of insects were respectively 0.95 and 6.73 $\mu\text{L g}^{-1}$. The values of CL_{50} and CL_{99} for the 24 h of exposure in contact surface were, respectively, 0.34 and 4.91 $\mu\text{L cm}^{-2}$. The repellency occurred in the first hour. So, the essential oil *Pothomorphe umbellata* presents insectistatic effect for the control of *S. zeamais*.



INTRODUÇÃO

O *Sitophilus zeamais*, conhecido como gorgulho-do-milho, é um dos principais insetos que atacam grãos armazenados como trigo, arroz, milho e sorgo, provocando danos significativos já que estes perfuram os grãos sadios para sua alimentação e oviposição possibilitando a instalação de patógenos e pragas secundárias (Coitinho et al., 2011).

O controle de pragas é feito através de inseticidas químicos, que nem sempre são eficazes, além de apresentar toxicidade a mamíferos, causar a seleção de insetos resistentes, eliminar populações de inimigos naturais, deixar resíduos nos alimentos e contaminar o meio ambiente (Caneppele et al., 2010).

Desta maneira são necessárias novas substâncias que sejam efetivas no controle de pragas e ofereçam segurança mas que também sejam economicamente viáveis e aplicáveis em programas integrados de controle de insetos, além de possuir baixo impacto ambiental (Viegas Júnior, 2003).

Assim, muitas pesquisas com produtos naturais derivados de plantas, como extratos vegetais, óleos essenciais, têm-se mostrado promissoras para o manejo de pragas, como *S. zeamais*, de vez que elas produzem metabólitos secundários que podem agir nas funções fisiológicas e bioquímicas do inseto (Santos et al., 2010; Coitinho et al., 2011).

Nativa da Mata Atlântica, *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. é uma Piperaceae, utilizada pela medicina popular, conhecida como “pariparoba” ou “caapeba” e suas folhas possuem óleo essencial (Mattana et al., 2006).

Os óleos essenciais apresentam propriedades com atividade inseticida e repelente contra várias espécies de insetos; por serem substâncias voláteis, são de baixa persistência e se degradam no ambiente (Isman, 2000).

O óleo essencial de *P. umbellata* (L.) (Miq.) (Piperaceae) apresenta potencial para o controle de pragas de grãos armazenados; esta espécie apresentou efeito inseticida sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae), através dos bioensaios de superfície de contato, repelência e fumigação (Pauliquevis et al., 2013).

O objetivo desta pesquisa foi identificar o potencial inseticida do óleo essencial de *P. umbellata*, sobre *S. zeamais*, em grãos de trigo em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das folhas de pariparoba para extração do óleo essencial foi feita nas primeiras horas da manhã, entre 7 e 8 h, segundo Ming (1996), durante o mês de março de 2013, na Universidade Anhanguera - Uniderp, Unidade Agrárias, Campo Grande, MS.

Para extração do óleo essencial de *P. umbellata* foi utilizado aparelho Clevenger (Glasstec), que se baseia em hidrodestilação das substâncias voláteis. As folhas frescas foram trituradas em liquidificador, na proporção de 200 g para um litro de água destilada, por ± 3 min e destiladas por 2 h (Conte et al., 2001).

A criação massal do *S. zeamais* foi mantida em recipientes de vidro com capacidade para 500 g sendo apenas 250 g preenchidos com grãos de trigo, tampados com organza, em sala climatizada, com temperatura de 27 ± 2 °C e umidade

relativa de $70 \pm 5\%$. A cada 15 dias foram feitas a manutenção dos insetos e o monitoramento para evitar a contaminação dos grãos por fungos decompositores.

Para testar o potencial inseticida do óleo essencial da *P. umbellata* sobre o *S. zeamais* foram realizados os bioensaios de pressão de vapor (fumigação), exposição por superfície de contato e repelência; todos os experimentos foram feitos em delineamento inteiramente casualizados.

Para a avaliação do efeito por fumigação foram utilizadas as concentrações estabelecidas em ensaios preliminares que determinaram a taxa de mortalidade próxima de zero e próxima de 100%. Após a determinação desta faixa inicial foram obtidas 4 concentrações em progressão geométrica 5; 2,5; 1,25 e 0,625 $\mu\text{L g}^{-1}$ de óleo essencial de *P. umbellata* e controle (acetona), o equivalente a 5; 2,5; 1,25 e 0,0625 L t^{-1} utilizando-se 1 mL das soluções para o tratamento de 20 g de sementes de trigo, as quais foram agitadas por aproximadamente 3 min; logo após as sementes foram expostas ao ar livre por 30 min para evaporação da acetona.

Em seguida foram utilizados 4 g de sementes de trigo dos respectivos tratamentos e tratamento controle em tubos de vidro de 8 cm de altura por 2 cm de diâmetro com 5 repetições por tratamento sendo confinados, em cada tubo de vidro, 10 adultos de *S. zeamais*, vedados com papel Parafilm®. A contagem de indivíduos mortos foi feita após 24 h do confinamento dos insetos e os dados foram submetidos à análise de Próbit, para obtenção das concentrações letais 50 e 99 (CL_{50} e CL_{99}) (Finney, 1971).

No bioensaio em exposição por superfície de contato foram utilizadas as concentrações estabelecidas em ensaios preliminares. Os tratamentos consistiram nas diluições de óleo essencial em acetona obtendo-se então as concentrações de 1; 0,75; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625 $\mu\text{L cm}^{-2}$, foi aplicado então 0,5 mL das soluções em papel filtro de 90 mm de diâmetro e acetona para a testemunha. Após a evaporação do solvente os papeis foram colocados em placas de Petri do mesmo diâmetro e liberados sobre o papel 10 insetos adultos, sendo 5 repetições por tratamento; a contagem dos indivíduos mortos foi feita após 24 h de confinamento; os dados foram submetidos à análise de Probit para obtenção das Concentrações Letais de 50 e 99 (CL_{50} e CL_{99}) (Finney, 1971).

Para avaliação da repelência por superfície de contato e em grãos tratados do óleo essencial foram utilizados os métodos descritos por Favero & Conte (2008) utilizando-se a concentração letal 5 (CL_5) estimada nos testes de superfície e de fumigação. Os dados foram analisados pelo teste binomial unilateral tendo, como média populacional de 50% de repelência, ou seja, se a resposta for menor ou igual a 50% é considerada não repelente ($p = 0,05$).

Discos de papel filtro de 90 mm de diâmetro foram divididos ao meio; em uma das metades foi aplicada a concentração letal 5 (CL_5 - $0,06 \mu\text{L cm}^{-2}$) e na outra apenas a acetona como controle; em seguida, as metades de papel filtro foram colocadas em uma placa de Petri de 90 mm e sobre as metades do papel filtro foi colocada uma camada de pérolas de vidro (3 mm de diâmetro) com 10 insetos em 10 repetições por concentração. A avaliação da repelência foi feita após 1, 3 e 24 h pela contagem dos insetos encontrados na superfície tratada ou não.

Para avaliar o efeito repelente em grãos tratados sem e com chance de escolha, foram tratados 100 g de grãos de trigo com 2 mL de solução da concentração letal 5 (CL_{50} - 0,23 $\mu\text{L g}^{-1}$) obtida no teste de fumigação. Os grãos foram agitados por aproximadamente 3 min a fim de impregnar o óleo essencial de maneira homogênea e foram expostos ao ar livre por 30 min para evaporação da acetona.

Para o bioensaio de repelência em grãos tratados sem chance de escolha foram utilizadas Placas de Petri com divisão; em um dos lados não havia grãos com finalidade de haver refúgio aos insetos dos grãos tratados; no outro lado foram colocados 5 g de grãos tratados com óleo essencial. Foram liberados 10 insetos em 10 repetições no lado em que estavam os grãos tratados com o óleo e após 1, 3 e 24 h foi contado o número de insetos que estavam sob os grãos tratados.

O bioensaio de repelência em grãos tratados com chance de escolha seguiu o mesmo procedimento do anterior porem foram colocados, em um lado, 5 g de grãos tratados e no outro 5 g de grãos de trigo tratados com acetona (controle); em seguida, foram liberados 10 insetos nos grãos tratados com óleo essencial em 10 repetições e após 1, 3 e 24 h, foi contado o número de insetos que estavam sob os grãos tratados com o óleo essencial ou controle.

Os dados foram tabulados e o cálculo do índice de repelência (IR) foi feito pela equação

$$IR\% = \left(\frac{T}{C+T} \right) 100$$

em que T é o número de insetos sobre a superfície ou grão tratado e C sobre superfície ou grão não tratado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de *P. umbellata* apresentou toxicidade através da via de intoxicação por fumigação para adultos de *S. zeamais* (Tabela 1) ajustando-se ao modelo de Próbit ($p = 0,33$). A concentração letal 50 média após 24 h de exposição foi estimada em 0,95 $\mu\text{L g}^{-1}$, o que equivale a 0,95 mL kg^{-1} .

Quanto ao bioensaio de exposição em superfície de contato, o óleo essencial de *P. umbellata* também apresenta toxicidade para adultos de *S. zeamais* (Tabela 2) e se ajustou ao modelo de Próbit ($p = 0,102$). A estimativa da concentração letal média após 24 h de exposição foi de 0,34 $\mu\text{L cm}^{-2}$, o que equivale a 3,4 mL m^{-2} .

Os resultados desses ensaios indicam que o óleo essencial de *P. umbellata* apresenta toxicidade para adultos de *S. zeamais* tanto por pressão de vapor (fumigação) quanto por exposição

Tabela 1. Valores da CL_{50} e CL_{99} de fumigação do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* em adultos de *Sitophilus zeamais*

Tempo (h)	Declividade	$CL_{50} \pm EP$ (IC 95%) ($\mu\text{L g}^{-1}$)	CL_{99} (IC 95%) ($\mu\text{L g}^{-1}$)	GL	χ^2	P
24	1,18	$0,95 \pm 0,17$ (0,76 – 1,14)	6,73 (4,54 – 13,18)	2	2,18	0,33

CL - Concentração letal; GL - Graus de liberdade; IC - Intervalo de confiança; χ^2 - Qui-quadrado; P - Probabilidade; EP - Erro padrão

Tabela 2. Toxicidade aguda por contato de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* para *Sitophilus zeamais*

Tempo (h)	Declividade	$CL_{50} \pm EP$ (IC 95%) ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	CL_{99} (IC 95%) ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	GL	χ^2	P
24	0,88	$0,34 \pm 0,09$ (0,29 – 0,42)	4,91 (3,01 – 10,20)	4	7,73	0,102

CL - Concentração letal; GL - Graus de liberdade; IC - Intervalo de confiança; χ^2 - Qui-quadrado; P - Probabilidade; EP - Erro padrão

em superfície de contato. Todas as concentrações testadas nesses bioensaios provocaram mortalidade crescente dos insetos ajustando-se ao modelo de Próbit.

O modo de ação da atividade inseticida dos óleos essenciais está diretamente ligado aos compostos terpenoides, que ocorre de diferentes formas, por meio da interação com o tegumento do inseto e/ou com enzimas digestivas e neurológicas (Isman, 2006).

Os monoterpenos presentes no óleo essencial *P. umbellata* são responsáveis pela sua toxicidade ao inseto estudado. Os monoterpenos, α -pineno, β -pineno e limoneno foram identificados no estudo de óleo volátil de *P. umbellata* por Mesquita et al. (2005) já Mattana et al. (2010) detectaram a presença do monoterpeno β -pineno. As variações na composição dos compostos terpenícos dos óleos voláteis das espécies de Piperaceae são, de modo geral, devidas a fatores edafoclimáticos (Mesquita et al., 2005).

Segundo Viegas Júnior (2003) monoterpenos como α -pineno, β -pineno, 3-careno, limoneno, mirceno, α -terpineno e canfeno, foram isolados e avaliados quanto à sua toxicidade em diferentes insetos os quais obtiveram diferentes taxas de mortalidade para diferentes estágios de desenvolvimento.

O óleo essencial de *Tagetes patula* (L.) (Asteraceae) tem monoterpenos como limoneno e α -pineno, havendo ação inseticida para *S. zeamais* causando 100% de mortalidade nos insetos quando testados. Monoterpenos limoneno e cineol têm ação inseticida para pragas de grãos armazenados, a ação de toxicidade se dá através das vias respiratórias (fumigação), da cutícula (contato) e da ingestão (grãos tratados) (Restello et al., 2009).

Plantas da família das Piperaceas também foram observadas com efeitos inseticidas para *S. zeamais*, os óleos essenciais desta família são eficientes em razão da sua alta volatilidade, da via de aplicação e da concentração utilizada (Estrela et al., 2006; Coitinho et al., 2011).

A toxicidade dos óleos essenciais ou de seus componentes é devida à sua ação sobre o sítio octopaminérgico, inibindo ou estimulando a octopamina, um neurotransmissor presente apenas em invertebrados. A octopamina é um neurotransmissor e neuromodulador e quando seu funcionamento é interrompido resulta na ruptura do funcionamento do sistema nervoso do inseto. O que torna o uso de inseticidas baseados em óleos essenciais pouco tóxico para seres humanos diminuindo os riscos para consumidores e aplicadores (Enan, 2001; Tripathi et al., 2009).

Este sítio de ação é exclusivo de invertebrados e pode sugerir que os óleos essenciais são pouco seletivos aos invertebrados não-alvo, como os inimigos naturais. Contudo, como o controle biológico de pragas de produtos armazenados

ainda não se mostrou viável este risco ainda é baixo nesta situação (Phillips & Throne, 2010).

O óleo essencial de *P. umbellata* na concentração de 0,06 $\mu\text{L cm}^{-2}$ foi repelente para adultos de *S. zeamais* até uma hora ($p < 0,05$), não havendo repelência após 3 e 24 h ($p > 0,05$) (Tabela 3).

Não foi obtido efeito repelente do óleo essencial de *P. umbellata* no bioensaio sem chance de escolha para *S. zeamais*, na concentração de 0,23 $\mu\text{L g}^{-1}$ já que a média populacional de 50% de repelência foi menor ou igual a 50% ($p = 0,05$) (Tabela 4) tanto na primeira hora como nas horas posteriores.

O bioensaio com chance de escolha na concentração 0,23 $\mu\text{L g}^{-1}$ apresentou, porém, efeito repelente do óleo essencial de *P. umbellata* para adultos de *S. zeamais*, na primeira hora de exposição ($p < 0,05$), nas horas posteriores de 3 e 24 h não foi detectado o efeito repelente (Tabela 5), corroborando com os dados de repelência referente à CL_5 0,06 $\mu\text{L cm}^{-2}$ de superfície de contato (Tabela 3).

O óleo essencial de *P. umbellata* apresentou repelência para adultos de *S. zeamais* na primeira hora de exposição por contato e em grãos tratados com chance de escolha. Nas horas posteriores, de 3 e 24 h de avaliação, o óleo não apresentou efeito repelente. Esses resultados indicam que óleos essenciais de Piperaceas são rapidamente volatizados no ambiente (Estrela et al., 2006); portanto, de baixa persistência.

Os óleos essenciais de plantas são alternativos para a proteção dos produtos armazenados de vez que são substâncias voláteis que facilmente se degradam no ambiente (Isman, 2000).

A toxicidade residual de um inseticida natural ser limitada é uma vantagem importante haja vista que oferece um ambiente mais seguro para os aplicadores com menos resíduos, além

Tabela 3. Repelência de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* sobre *Sitophilus zeamais* em superfície tratada

<i>Pothomorphe umbellata</i> ($\mu\text{L cm}^{-2}$)	Tempo (horas)	Proporção de indivíduos (%)	P ¹
0,06	1	69	< 0,0001
0,06	3	52	0,35
0,06	24	48	0,35

P - Probabilidade para teste binomial unilateral

Tabela 4. Repelência de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* em grãos de trigo tratados (sem chance de escolha) sobre *Sitophilus zeamais*

<i>Pothomorphe umbellata</i> ($\mu\text{L g}^{-1}$)	Tempo (horas)	Índice de repelência (%)	P ¹
0,23	1	17	1
0,23	3	20	1
0,23	24	50	0,5

P - Probabilidade para teste binomial unilateral

Tabela 5. Repelência de óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* em grãos de trigo tratados (com chance de escolha) sobre *Sitophilus zeamais*

<i>Pothomorphe umbellata</i> ($\mu\text{L g}^{-1}$)	Tempo (horas)	Índice de repelência (%)	P ¹
0,23	1	61	0,0139
0,23	3	43	0,16
0,23	24	6	1

P - Probabilidade para teste binomial unilateral

de reduzir o risco de resistência das pragas (Miresmailli & Isman, 2006).

Há um aumento pela busca de repelentes naturais já que estes são comparáveis e até mais eficazes que os sintéticos porém repelentes de óleos essenciais tendem a ser de curta duração e sua eficácia depende da sua volatilidade (Nerio et al., 2010).

Conti et al. (2010) afirmam que são necessários estudos que visem à aplicabilidade da repelência dos óleos essenciais contra os insetos-praga de produtos armazenados já que uma abordagem integrada pode representar uma provável alternativa aos inseticidas químicos sintéticos.

Desta maneira é possível afirmar que o óleo essencial de *P. umbellata* foi eficiente em relação ao efeito inseticida tanto nas vias de intoxicação por vapor (fumigação) como o contato que causou a mortalidade dos insetos. Apesar do efeito repelente em um curto período de exposição dos insetos, este óleo demonstrou ser de baixa persistência, o que diminui os resíduos nos grãos e no meio ambiente, podendo ser promissor e alternativo para o controle de *S. zeamais*.

CONCLUSÕES

1. O óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* mostrou-se eficiente no controle por fumigação para *Sitophilus zeamais*.
2. O óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* tem efeito de toxicidade por superfície de contato para *Sitophilus zeamais*.
3. O óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* exerce efeito repelente por superfície tratada e grãos tratados com chance de escolha até uma hora de exposição para *Sitophilus zeamais*.

LITERATURA CITADA

- 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*, v.11, p.343-347, 2010. <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v11i4.18270>
- Conte, C. O.; Laura, V. A.; Battistelli, J. Z.; Cesconetto, 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*, v.19, 2001. CD-Rom
- Conti, B.; Canale, A.; Cioni, P. L.; Flamini, G. Repellence of essential oils from tropical and Mediterranean Lamiaceae against *Sitophilus zeamais*. *Bulletin of Insectology*, v.63, p.197-202, 2010.
- Coitinho, R. L. B. C.; Oliveira, J. V. de; Gondim Júnior, M. G. C.; Câmara, C. A. G. da. Toxicidade por fumigação, contato e ingestão de óleos essenciais para *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae). *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.172-178, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000100022>
- Enan, E. Insecticidal activity of essential oils: Octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.130, p.325-337, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/s1532-0456\(01\)00255-1](http://dx.doi.org/10.1016/s1532-0456(01)00255-1)
- 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*, v.41, p.217-222, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000200005>

- Favero, S.; Conte, C. O. Métodos de ensaios para determinação de atividade inseticida de derivados de plantas com alternativa sustentável de controle de pragas agrícolas. In: Bauer, F. C.; Vargas Júnior, F. M. de. Produção e Gestão Agroindustrial. Campo Grande: UNIDERP, 2008. p.235-249.
- Finney, D. J. Probit analysis. 3.ed. London: Cambridge Press, 1971. 338p.
- Isman, M. B. Plant essential oil for pest and disease management. Crop protection, v.19, p.603-608, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Isman, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. Annual Review of Entomology, v.51, p.45-66, 2006. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Mattana, R. S.; Ming, L. C.; Marchese, J. A.; Marques, M. O. M. Biomass production in plants of *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. submitted to different shade levels. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.8, p.83-85, 2006.
- Mattana, R. S.; Vieira, M. A. R.; Marchese, J. A.; Ming, L. C.; Marques, M. O. M. Shade level effects on yield and chemical composition of the leaf essential oil of *Pothomorphe umbellata* (L.) Miquel. Scientia Agricola, v.67, p.414-418, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162010000400006>
- Mesquita, J. M. O.; Cavaleiro, C.; Cunha, A. P.; Lombardi, J. A.; Oliveira, A. B. Estudo comparativo dos óleos voláteis de algumas espécies de Piperaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.15, p.6-12, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2005000100003>
- Ming, L. C. Coleta de plantas medicinais. In: Di Stasi, L. C. Plantas medicinais: Arte e ciência: Um guia de estudos multidisciplinar. São Paulo: UNESP. 1996. p.69-86.
- Miresmailli, S.; Isman, M. B. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. Journal of Economic Entomology, v.99, p.2015-2023, 2006. <http://dx.doi.org/10.1093/jee/99.6.2015>
- Nerio, L. S.; Olivero-Verbel, J.; Stashenko, E. Repellent activity of essential oils: a review. Bioresource and Technology, v.101, p.372-378, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>
- Pauliquevis, C. F.; Conte, C. O.; Favero, S. Atividade inseticida do óleo essencial de *Pothomorphe umbellata* (L.) Miq. Sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). Revista Brasileira de Agroecologia, v.8, p.39-45, 2013.
- Phillips, T. W.; Throne, J. E. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annual Review of Entomology, v.55, p.375-397, 2010. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090451>
- Restello, R. M.; Menegatt, C.; Mossi, A. J. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). Revista Brasileira de Entomologia, v.53, p.304-307, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000200015>
- 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, v.33, p.319-324, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000200012>
- 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, v.1, p.52-63, 2009.
- Viegas Júnior, C. Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos. Química Nova, v.26, p.390-400, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422003000300017>