

**TOXICIDADE POR CONTATO E FUMIGAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE
Juniperus virginiana E *Cymbopogon flexuosus* NO CONTROLE DE *Sitophilus zeamais*
EM GRÃOS DE MILHO**

**TOXICIDAD POR CONTACTO Y FUMIGACIÓN DE LOS ACEITES ESENCIALES
DE *Juniperus virginiana* Y *Cymbopogon flexuosus* EN EL CONTROL DE *Sitophilus*
zeamais EN GRANOS DE MAÍZ ALMACENADOS**

**CONTACT AND FUMIGATION TOXICITY OF THE ESSENTIAL OILS OF
Juniperus virginiana AND *Cymbopogon flexuosus* FOR CONTROLLING *Sitophilus*
zeamais IN STORED MAIZE GRAINS**

Apresentação: Pôster

Sérgio Kauan Lima Dos Santos¹; Dayvid Rafael Araújo Mendes²; Giovana Lopes da Silva³ Gutierres Nelson
Silva⁴; Douglas Rafael e Silva Barbosa⁵

INTRODUÇÃO

O armazenamento é uma etapa crucial na pós-colheita na produção agrícola, especialmente devido à necessidade de manejo adequado para evitar o desenvolvimento de pragas que causam perdas significativas, como as que infestam a cultura ainda no campo e continuam seu desenvolvimento nos armazéns, consumindo os grãos armazenados (Oliveira, 2016). Entre os principais insetos-praga que afetam os grãos durante o armazenamento estão os das ordens Coleoptera e Lepidoptera, sendo o gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*), uma praga primária, a de maior relevância no setor de armazenamento em regiões tropicais, ameaçando a cadeia de suprimentos e a indústria alimentícia (Midega et al., 2016;).

Os métodos convencionais para o controle de *S. zeamais* em grãos de milho armazenados envolvem o uso de inseticidas sintéticos protetores e fumigantes, que, embora eficientes e econômicos, levantam preocupações quanto aos riscos ambientais e à saúde humana (Nerio et

al., 2010). A segurança e o comportamento ambiental dos defensivos agrícolas são motivo de debate, devido à variedade de produtos e ingredientes ativos, além da carência de metodologias avaliativas eficazes para o manejo adequado desses produtos. O uso excessivo de

1 Biologia, Instituto Federal do Maranhão Campus Codó, santossergio@acad.ifma.edu.br

2 Agronomia, Instituto Federal do Maranhão Campus Codó, dayvidraf92@gmail.com

3 Doutorado, Instituto Federal do Maranhão Campus Codó, giovana.silva@ifma.edu.br

4 Doutorado, Instituto Federal do Mato Grosso do Sul Campus Nova Andradina, gutierrez.silva@ifms.edu.br 5
Doutorado, Instituto Federal do Maranhão Campus Codó, douglas.barbosa@ifma.edu.br

inseticidas também tem levado ao desenvolvimento de resistência nos insetos, o que limita a eficácia desses produtos no controle de pragas em longo prazo (Carvalho; Nakagawa, 2012).

Diante desses desafios, a necessidade de alternativas ao uso de inseticidas convencionais para pequenos produtores e de base ecológica se tornou cada vez mais urgente (Fazolin et al., 2010). Como resposta, surgem opções sustentáveis no controle de pragas em grãos, incluindo o uso de produtos de origem vegetal, que apresentam potencial para o manejo de pragas com menor impacto ambiental e menor risco à saúde humana (Brito, 2014).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O milho é uma planta C4 com grande capacidade produtiva, que se beneficia da disponibilidade de radiação solar para otimizar seu crescimento, embora isso aumente sua demanda hídrica (Bergamaschi et al., 2004). A planta apresenta características anatômicas e morfológicas específicas que influenciam seu desenvolvimento, sendo o clima, a radiação solar e a temperatura os principais fatores que determinam sua produtividade (Magalhães et al., 2010).

Economicamente, o milho é fundamental para a alimentação animal, representando aproximadamente 70% do consumo global (Duarte, Mattoso, Garcia, 2023). Graças à sua adaptabilidade a diversos ecossistemas, o milho é amplamente cultivado e gera aproximadamente 90 produtos derivados, como óleo e amido, que têm ampla aplicação industrial (Glat, 2010). A versatilidade do milho faz dele um dos principais cereais do mundo, com grande impacto econômico e social.

O armazenamento é uma etapa essencial na cadeia produtiva do milho, pois condições inadequadas podem facilitar a infestação por insetos-praga, responsáveis por grandes perdas nos armazéns. A presença de umidade elevada e o manejo inadequado contribuem para a suscetibilidade do milho a pragas, que causam perdas de até 30% dos grãos armazenados em alguns casos (Pimentel et al., 2007).

Embora o uso de inseticidas sintéticos seja uma prática eficaz para o controle de pragas em grãos armazenados, ele levanta preocupações ambientais e de saúde (Thoms; Busacca, 2016). Como alternativa, inseticidas botânicos, especialmente óleos essenciais, têm despertado interesse por sua baixa toxicidade e impacto ambiental reduzido. Extraídos de várias partes de plantas, os óleos essenciais contêm compostos com propriedades biológicas que ajudam a repelir, inibir o desenvolvimento e reduzir a oviposição de insetos-praga (Benelli et al., 2017).

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório Multidisciplinar do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão / Codó, com temperatura e umidade relativa monitoradas e fotofase de 12 h. **Aquisição e criação de *Sitophilus zeamais***

Os insetos foram obtidos de uma população de *S. zeamais*, cedidos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e multiplicados por várias gerações, em grãos de milho acondicionados em recipientes de vidro de 400 mL de capacidade, devidamente fechados com tampa plástica perfurada, revestida internamente com tecido fino transparente tipo voil para permitir a passagem do ar.

Insetos de 0-10 dias de idade foram confinados durante 15 dias para efetuarem a postura, em seguida retirados, e os recipientes mantidos sob temperatura de $28,0 \pm 2,0$ °C, umidade relativa de $60,0 \pm 10,0\%$ e fotofase de 12h até a emergência dos adultos para utilização nos experimentos.

Testes de toxicidade por contato

Os experimentos foram realizados sob condições controladas de temperatura, umidade e fotofase, em recipientes plásticos contendo 20 g de milho infestados com 10 adultos não sexados de *Sitophilus zeamais* de 0 a 10 dias de idade. Para permitir trocas gasosas, os recipientes foram vedados com tampas perfuradas cobertas por tecido fino. Os óleos essenciais de *Cymbopogon flexuosus* e *Juniperus virginiana* foram aplicados diretamente aos grãos em diferentes concentrações, com agitação manual de dois minutos. Após 48 horas, a mortalidade dos insetos foi avaliada. Foram testadas concentrações entre 1 e 12 µL para *C. flexuosus* e entre 45 e 115 µL para *J. virginiana*, com cinco repetições para cada tratamento, totalizando 30 parcelas por óleo essencial.

Testes de toxicidade por fumigação

Os testes para determinar as concentrações letais dos óleos essenciais foram conduzidos em câmaras de fumigação plásticas cilíndricas de 80 mL, onde os óleos foram aplicados em papéis de filtro fixados na tampa do recipiente. Um tecido tipo voil foi colocado entre a tampa e a câmara para impedir o contato direto dos insetos com o óleo. Dez adultos não sexados de *Sitophilus zeamais* foram introduzidos em cada câmara, e a mortalidade foi avaliada após 48

horas de exposição. Os tratamentos foram definidos com base nas concentrações dos óleos essenciais em $\mu\text{L/L}$ de ar.

Análise estatística e delineamento experimental

Para os testes de fumigação e contato foi utilizado delineamento inteiramente casualizado. As concentrações letais (CL_{50} e CL_{95}) dos compostos para ambos os testes foram determinadas através do PROC PROBIT do programa SAS version 8.02(SAS INSTITUTE, 2001). As Razões de Toxicidade (RT) foram obtidas, através do quociente entre a CL_{50} e/ou CL_{95} do composto de menor toxicidade e as CL_{50} e/ou CL_{95} dos demais compostos, individualmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de *C. flexuosus* apresentou concentrações letais nos valores de 1,25 e 7,78 $\mu\text{L}/20\text{ g}$ para CL_{50} e CL_{95} , respectivamente, em teste de toxicidade por contato. Já o óleo essencial de *J. virginiana* apresentou CL_{50} de 89,44 $\mu\text{L}/20\text{ g}$ e CL_{95} de 140,72 $\mu\text{L}/20\text{ g}$, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Toxicidade por contato dos óleos essenciais ($\mu\text{L}/20\text{g}$) de *C. flexuosus* e *J. virginiana* sobre *S. zeamais* em grãos de milho.

Óleo essencial	n	GL	Inclinação ($\pm\text{EP}$)	CL_{50} (IC95%)	RT_{50}	CL_{95} (IC95%)	RT_{95}	χ^2
<i>C. flexuosus</i>	200	3	2,07 $\pm$ 0,44	1,25 (0,73-1,68)	71,55	7,78 (4,94-21,35)	18,09	0,04
<i>J. virginiana</i>	200	3	8,36 $\pm$ 1,25	89,44 (84,4495,31)	-	140,72 (124,69173,87)	-	4,02

Legenda: n= número de insetos usados no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC= intervalo de confiança; RT = razão de toxicidade; χ^2 = Qui-quadrado; P= probabilidade.

No teste de fumigação, as concentrações letais CL_{50} para os óleos essenciais de *C. flexuosus* e *J. virginiana* foram de 52,75 e 1818,0 $\mu\text{L/L}$ de ar, respectivamente. Para a concentração CL_{95} , os óleos essenciais de *C. flexuosus* e *J. virginiana* apresentaram valores de 175,29 e 17322,0 $\mu\text{L/L}$ de ar, respectivamente. Não houve sobreposição dos intervalos de confiança em nenhuma das concentrações letais, portanto, *C. flexuosus* foi mais tóxico por fumigação que *J. virginiana*, sendo 34,46 e 98,81 vezes mais tóxico para as concentrações CL_{50} e CL_{95} , respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Toxicidade por fumigação ($\mu\text{L/L}$ de ar) dos óleos essenciais de *C. flexuosus* e *J. virginiana* sobre *S. zeamais*.

Óleo essencial	n	G L	Inclinação ($\pm\text{EP}$)	CL_{50} (IC95%)	RT_{50}	CL_{95} (IC95%)	RT_{95}	χ^2
<i>C. flexuosus</i>	200	2	3,15 $\pm$ 0,50	52,75 (43,1960,97)	34,46	175,29 (135,64277,55)	98,81	0,49

<i>J.</i>	20	2	1,68±0,34	1818,0	-	17322,0	-	4,02
<i>virginiana</i>	0			(1131,02448,0)		(9914,027971,0)		

n= número de insetos usados no teste; GL= grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; RT = razão de toxicidade, χ^2 = Qui-quadrado.

CONCLUSÃO

O óleo essencial de *C. flexuosus* apresentou melhor resultado para toxicidade por contato e fumigação sobre *S. zeamais* em grãos de milho.

O óleo essencial de *J. virginiana* apresentou baixa toxicidade por fumigação a *S. zeamais* em grãos de milho, tornando-se inviável a aplicação pela baixa eficiência e elevada quantidade de óleo estimada para controle do inseto em relação à de *C. flexuosus*.

Os resultados obtidos neste trabalho podem servir para futuras pesquisas e colaborar com informações sobre a utilização destes óleos no controle de *S. zeamais* em grãos de milho armazenados, com o intuito de intensificar a busca por uma agricultura cada vez mais sustentável.



REFERÊNCIAS

- OLIVEIRA, A. P. **Nanoformulações à base de óleo essencial de *Lippia sidoides* e timol para o manejo de populações de *Sitophilus zeamais***. 2016. 41 f. Dissertação (Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
- MIDEGA, C.A.O.; MURAGE, A.W.; PITTCAR, J.O.; KHAN, Z.R. Managing storage pests of maize: farmers' knowledge, perceptions and practices in western Kenya. **Crop Protection** 90, p.142–149, 2016.
- NERIO, L.S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Bioresour Technology**, v.101, p.372-378, 2010.
- MOREIRA DE CARVALHO, N.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. Funep: São Paulo, 2012. 590 p.
- FAZOLIN, M.; COSTA, C. R.; DAMASCENO, J. E. O.; ALBUQUERQUE, E. S.; CAVALCANTE, A. S. S.; ESTRELA, J. L. V. Fumigação de milho para o controle do gorgulho utilizando caule de *Tanaecicun nocturnum* (Bignonidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 1-6. 2010.
- BRITO, S. S. S. **Manejo de Coleópteros-praga de feijão armazenado com óleos essenciais**. 2014. 99 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.
- MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; LINO, L. D. O.; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. D. M.; PARENTONI, S. **Características de produção e porosidade radicular do milho Saracura em sucessivos ciclos de seleção sob alagamento intermitente do solo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos. Sete Lagoas: ABMS, 2010.
- DUARTE, J.O., MATTOSO, M. J., GARCIA, J. C. **Importância socioeconômica do milho. EMBRAPA MILHO E SORGO**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>>. Acesso em 13 de junho de 2023
- GLAT, D. A dimensão do milho no mundo. **Revista A Granja**, p. 6, 2010.
- PIMENTEL, M.A.G.; FARONI, L.R.D. A.; TOTOLA, M.R.; GUEDES, R.N.C. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. **Pest Management Science**, p. 867–881, 2007.
- THOMS, E. M.; BUSACCA, J. D. **Fumigants**. Encyclopedia of Food and Health, p. 150-156, 2016.
- BENELLI, G.; PAVELA, R.; CANALE, A.; CIANFAGLIONE, K.; CIASCHETTI, G.; CONTI, F.; MAGGI, F. Acute larvicidal toxicity of five essential oils (*Pinus nigra*, *Hyssopus officinalis*, *Satureja montana*, *Aloysia citrodora* and *Pelargonium graveolens*) against the filariasis vector *Culex quinquefasciatus*: Synergistic and antagonistic effects. **Parasitology international**, v. 66, n. 2, p. 166-171, 2017.
- SAS institute. User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC. 2001

