



# Óleo essencial de *Cymbopogon nardus* L. (Poaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho

Essencial oil *Cymbopogon nardus* L. (Poaceae) on control of *Sitophilus zeamais* in corn seeds

<https://doi.org/10.32712/2446-4775.2023.845>

Seneme, Adriana Martinelli<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-6305-8598>

Gomes, Lucas Palanicheski<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0003-3203-8193>

Ferriani, Aurea Portes<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-2896-6427>

Moraes, Carla Pedroso de<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-5108-7239>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná (UFPR), Laboratório de Patologia de Sementes, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, CEP 80035-050, Curitiba, PR, Brasil.

\*Correspondência: [adriana.seneme@hotmail.com](mailto:adriana.seneme@hotmail.com).

## Resumo

Dentre as principais pragas que incidem sobre os grãos armazenados está o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)). O presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* sobre a mortalidade de adultos deste inseto e seus efeitos sobre a qualidade de sementes de milho. Avaliou-se o efeito inseticida pelo método de impregnação, de doses puras de óleo de 0; 5; 10; 15 e 20 µL em 20 g de sementes de milho, onde foi observada a porcentagem de insetos mortos durante 24, 48, 72 e 96 horas. Após isso, as sementes utilizadas neste teste foram submetidas à exames de infestação e testes de qualidade fisiológica. Os delineamentos foram inteiramente casualizados, com 4 repetições e as médias comparadas pelo teste F e Tukey (5%). O incremento da dosagem e do tempo de exposição dos insetos às sementes tratadas causou o aumento da mortalidade de adultos de *S. zeamais*. O óleo essencial de *C. nardus* apresentou atividade inseticida em adultos de *S. zeamais*; sua utilização reduziu a alimentação dos insetos e não afetou a germinação das sementes de milho.

**Palavras-chave:** Citronela. *Zea mays* L. Gorgulho. Controle biológico. Impregnação.

## Abstract

Among the main pests that affect stored grains is the Gorgulho (*Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)). The objective of this study was to evaluate the use of the essential oil of *Cymbopogon nardus* on the adult mortality of this insect and its effects on the quality of maize seeds. The insecticidal effect was evaluated by the impregnation method, of pure doses of oil of 0; 5; 10; 15 and 20 µL with 20 g of maize seeds, where the percentage of dead insects was observed during 24; 48; 72 and 96 hours. After that, the seeds used in this test were submitted to infestation tests and tests of physiological quality. The designs were completely randomized, with 4 replicates and the means compared by the F and Tukey test (5%). The increase of the dosage and the time of exposure of the insects to the treated seeds caused the increase of the adult mortality of *S. zeamais*. The essential oil of *C. nardus* showed insecticidal activity in adults of *S. zeamais*, its use reduced the feeding of the insects and did not affect the germination of the maize seeds.

**Keywords:** Citronella. *Zea mays* L. Gorgulho. Biological control. Impregnation.

---

## Introdução

O gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera: Curculionidae)), é considerado uma das principais pragas primárias do armazenamento de grãos, principalmente do milho. A infestação inicia-se no campo e continua nos armazéns, quando estes encontram condições apropriadas, alimentam-se do endosperma nas fases iniciais e, posteriormente, atacam o embrião, causando uma redução significativa na germinação das sementes<sup>[1]</sup>. Também se reproduzem rapidamente, efetuando a postura no interior das sementes, onde ocorre o desenvolvimento da fase larval<sup>[2,3]</sup>.

O hábito alimentar e o desenvolvimento larval na parte interna das sementes ou grãos, proporcionam perdas, como a desvalorização comercial do lote, devido à redução do valor nutritivo e do poder germinativo<sup>[4]</sup> além disso, a presença destes insetos na massa de grãos, promove o aumento da temperatura e umidade da mesma, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento de fungos<sup>[5]</sup>.

A utilização de inseticidas sintéticos no controle de *S. zeamais* em grãos armazenados vem sendo realizado em larga escala. Estes produtos químicos podem promover uma ação fumigante ou protetora<sup>[6]</sup>, apresentando resultados satisfatórios e econômicos no controle desta praga, no entanto, muitos que lançam mão destes produtos, são pequenos produtores que necessitam armazenar parte da sua produção de sementes ou grãos por curtos períodos de tempo, onde a utilização de tais produtos, pode provocar efeitos indesejáveis, como intoxicações aos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos grãos, tal como a poluição dos solos e dos cursos d'água quando não utilizados da maneira adequada.

Os potenciais efeitos colaterais dos inseticidas químicos, a maior preocupação dos consumidores em relação a questões ambientais e a qualidade dos alimentos, têm incentivado os pesquisadores a testar alternativas para o controle de pragas de grãos armazenados, como a utilização de óleos essenciais obtidos de plantas<sup>[7]</sup> Estes atuam nos insetos por contato, ingestão e fumigação<sup>[8]</sup> causando diversos efeitos, como a mortalidade, repelência, redução na alimentação, na oviposição e no crescimento<sup>[9]</sup>.

Diversas espécies vegetais são ricas em compostos secundários com ação inseticida que possuem alta capacidade de interferir em processos bioquímicos básicos dos insetos e por consequência processos fisiológicos, levando o inseto à morte. Portanto, a utilização de inseticidas naturais com base em óleos essenciais de espécies vegetais, pode representar uma alternativa promissora para proteção de produtos armazenados <sup>[10]</sup>.

O número de plantas que possui atividade inseticida é alto, e muitas ainda precisam ser estudadas, contribuindo com o desenvolvimento de novas classes de agentes de controle mais seguros<sup>[11]</sup>, pois a utilização destes óleos deve ser criteriosa, visto que aqueles que apresentam elevada eficácia, mas podem ser também os mais fitotóxicos<sup>[10]</sup>.

Diante da importância do estudo da utilização de óleos essenciais no controle de pragas como alternativa ao uso de inseticidas químicos e buscando informações sobre a qualidade das sementes tratadas com óleos voláteis, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da aplicação por impregnação do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) no controle de *Sitophilus zeamais* e na qualidade de sementes de milho.

## Material e Métodos

Foram utilizadas sementes não tratadas de milho (*Zea mays*) híbrido, cultivar XB 6010, da safra 2017/2018, fornecidas pela empresa “Sementes Semeali”. Os gorgulhos (*S. zeamais*) utilizados foram obtidos a partir de um material contaminado proveniente da Região Metropolitana de Curitiba.

Para extração do óleo essencial foram coletadas folhas de plantas de citronela (*Cymbopogon nardus* - Poaceae) no final da primavera (em 28/11/2017), no período da manhã, na Fazenda Experimental Canguiri, no Setor de Plantas Medicinais, em Pinhais, PR. Após a coleta, o material foi levado até o Laboratório de Ecofisiologia, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, onde a massa fresca (folhas) do material foi cortada em pedaços de aproximadamente 1cm e inseridas nos balões de fundo redondo, com 2 litros de capacidade, do aparelho graduado tipo Clevenger. A extração do óleo deu-se por hidrodestilação, em modo de arraste de vapor com fervura durante 2,5 horas.

O hidrolato foi coletado com micropipeta e armazenado em frascos Ependorf de 2 ml, a -20°C, até a realização da análise de seus componentes químicos. Para a análise de composição, o óleo foi centrifugado por 20 segundos, nos próprios Ependorf, para separação de resíduos de água presente no óleo. Posteriormente o óleo foi coletado com micropipeta e armazenado em Tubo Falcon, envolto em papel alumínio, para proteção de luminosidade, e mantido em freezer (-20°C).

A análise cromatográfica do óleo essencial de *C. nardus* foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM), em cromatógrafo Agilent 6890, acoplado a detector seletivo de massas Agilent 5973N, com detector de ionização de chama (FID). A descrição dos componentes do óleo está na **TABELA 1**.

Para caracterização do lote realizou-se o teste de germinação, o peso médio de 100 sementes e o teor de água (método da estufa a 105°C) que foram determinados de acordo com as Regras de Análise de Sementes<sup>[12]</sup>. Os testes foram realizados no Laboratório de Patologia de Sementes, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Para a realização do teste de impregnação e mortalidade de insetos, utilizou-se a metodologia adaptada de impregnação por contato<sup>[13]</sup>. Inicialmente, foram colocados 10 insetos adultos de *S. zeamais*, não sexados, em recipientes plásticos, circulares, com tampa e capacidade de 250 ml. Para o tratamento das sementes foram utilizadas as dosagens de 0, 5, 10, 15 e 20 µL de óleo puro (testemunha e quatro tratamentos). Assim, porções de 20 gramas de sementes de milho foram colocadas em sacos plásticos transparentes (14 x 20,5 cm) e o óleo essencial foi aplicado com o auxílio de uma micropipeta e homogeneizado por agitação manual durante 2 minutos. Após a aplicação do óleo, as sementes foram colocadas nos recipientes plásticos, onde os insetos haviam sido dispostos previamente. Os recipientes foram mantidos sobre as bancadas do laboratório em temperatura ambiente (17,8-20,4°C) e umidade relativa (UR 82-90%) para observação durante 24, 48, 72 e 96 horas após a impregnação do óleo, contabilizando-se o número total de insetos mortos por recipiente, a cada período, sendo considerados mortos, aqueles indivíduos que não apresentaram nenhuma reação ao toque com pinça metálica e ao final (96 horas), foram determinadas as porcentagens de mortalidade<sup>[14]</sup>.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamentos inteiramente casualizados com 4 repetições por tratamento (10 insetos por recipiente plástico), totalizando 40 insetos por tratamento. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F e após teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ao sétimo dia após a impregnação das sementes e contato com os insetos, realizou-se o exame de sementes infestadas<sup>[12]</sup>. Foram retiradas, ao acaso, amostras de 50 sementes (utilizadas no experimento anterior) de cada recipiente plástico (repetição) e realizou-se o exame individual das sementes; sendo consideradas danificadas, todas aquelas sementes que apresentavam orifícios de saída do inseto. Os resultados foram obtidos por meio das médias por repetição, transformadas em percentual posteriormente. Comparou-se as médias encontradas pelo teste de Tukey (5%).

O teste de germinação foi feito em rolo de papel, em temperatura constante de 25°C por 7 dias; com 4 repetições de 50 sementes, para cada tratamento. Aproveitou-se a primeira contagem de germinação (PCG) (4º dia) para determinação do vigor<sup>[15]</sup>. As plântulas normais resultantes do teste de germinação, foram e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçado (60°C durante 60 horas até peso constante). Após a pesagem, foram determinadas as médias por repetição e os resultados expressos em gramas<sup>[15]</sup>.

## Resultados e Discussão

Os resultados iniciais mostraram que as sementes de milho intactas, apresentaram valores médios de 45,4g para 100 sementes, 95 % para germinação e 10,3% para o teor de água.

Os dados da **TABELA 1** apresentam os resultados da caracterização química do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (citronela). Por meio do processo de cromatografia, foram identificados seis compostos químicos, com os seguintes valores: citrionelal (31,14%), geraniol (19,88%), citrionelol (10,49%), acetato de geranila (8,28%), acetato de citrionelila (6,33%), elemol (4,11%) e limoneno (3,14%) (**TABELA 1**).

**TABELA 1:** Componentes do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (janeiro, 2018).

Componente	IR a	IR b	%
Limoneno	1024	1026	3,14
Citronelal	1148	1153	31,14
Citronelol	1225	1228	10,49
Geraniol	1249	1255	19,88
Acetato de Citronelila	1350	1354	6,33
Acetato de Geranila	1379	1384	8,28
Elemol	1548	1544	4,11
Ni <sup>1</sup>	-	-	16,63
Total			100

Ni<sup>1</sup> - Não identificado

IRa - Índice de Retenção encontrado na literatura

IRb – Índice de Retenção encontrado no trabalho

Os compostos monoterpênicos apresentaram-se como constituintes majoritários deste óleo, dados que corroboram com estudos realizados por Mahalwal e Ali<sup>[16]</sup>, que trabalhando com o óleo essencial de citronela, identificaram seus constituintes por cromatografia gasosa, encontrando como compostos majoritários, os monoterpenos citronelal (29,7%) e o geraniol (24,2%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Castro *et al.*<sup>[17]</sup>, que caracterizaram como principais constituintes, para o óleo essencial de *Cymbopogon nardus*, citronelal (36,67%), geraniol (25,05%), citronelol (11,40%) e elemol (6,99%). Também Oliveira *et al.*<sup>[18]</sup> realizando a caracterização química do óleo essencial de citronela, identificaram como principais constituintes os monoterpenos oxigenados, citronelal (23,59%), geraniol (18,81%) e citronelol (11,74%).

As diferenças observadas entre a composição química do óleo de citronela utilizado neste estudo (**TABELA 1**) e as composições encontradas em outros trabalhos já publicados, podem ser explicadas pelo fato das concentrações relativas dos constituintes serem dependentes de diversos fatores, como a origem da planta, a parte da planta utilizada, o estágio de desenvolvimento, as condições climáticas e de crescimento, como temperatura, água, luz e solo<sup>[19,20]</sup>

Quanto aos resultados do teste de mortalidade, com base na análise de variância, foi possível observar que o valor de F encontrado foi significativo estatisticamente, tanto para efeito simples da dosagem, quanto para o período de exposição às dosagens. Para o efeito simples da dosagem, constatou-se que o valor de F calculado foi de 55,94366. Este valor é superior ao de F tabelado (3,862548), comprovando que as dosagens avaliadas, tiveram efeito significativo sobre a mortalidade de *S. zeamais*. Procedeu-se o teste de médias e os resultados estão na **TABELA 2**.

**TABELA 2:** Mortalidade (%) de *S. zeamais* em sementes tratadas com óleo essencial de citronela (*C. citratus*) com diferentes dosagens ( $\mu\text{L}$ ), em diferentes períodos de exposição.

Doses ( $\mu\text{L}$ )	24h	48h	72h	96h
0	0,00 c <sup>1</sup>	0,00 d	0,00 d	0,0 e
5	0,00 c	12,5 cd	12,5 cd	15,0 d
10	10,0 bc	22,5 bc	25,5 bc	32,5 c
15	17,5 b	32,5 b	50,0 b	50,0 b
20	37,5 a	47,5 a	55,0 a	75,0 a
CV%	37,5	29,70	28,19	19,44

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

A maior dose utilizada (20  $\mu\text{L}$ ) foi mais eficiente quando comparada às demais, apresentando maiores médias de mortalidade, em todos os períodos de exposição avaliados. Para efeito de comparação, a dose de 20  $\mu\text{L}$  foi responsável por um percentual de mortalidade de 37,5 e 75% em 24 e 96 horas, respectivamente, enquanto na menor dosagem (5  $\mu\text{L}$ ), não foi observado mortalidade para o período de 24 horas e apenas 15% para 96 horas.

Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Santos *et al.*<sup>[21]</sup>, que avaliando diversas doses do óleo essencial de citronela sobre grãos de feijão para controle adultos de *C. maculatus*, constataram que a dosagem de 20  $\mu\text{L}$  foi responsável pela mortalidade de 80% dos gorgulhos, enquanto na dose de 5  $\mu\text{L}$ , a mortalidade foi de 20%. Outros trabalhos com óleos essenciais no controle de insetos-pragas dos grãos mostraram que o aumento da dose e período de exposição foram eficientes no controle<sup>[22,23]</sup>.

Os resultados das avaliações de sementes infestadas e qualidade fisiológica estão na **TABELA 3**.

**TABELA 3:** Sementes infestadas (SI), primeira contagem da germinação (PCG), germinação (GE) e peso de matéria seca (PMS) de plântulas de milho em função do tratamento das sementes com diferentes doses de óleo de citronela.

Doses ( $\mu\text{L}$ )	SI (%)	PCG (%)	GE (%)	PMS (g)
0	15,5 c <sup>1</sup>	92,0 a	95,0 a	0,0573 a
5	9,0 b	91,0 a	94,0 a	0,0521 b
10	8,0 b	92,0 a	94,0 a	0,0542 ab
15	3,5 a	90,0 a	93,0 a	0,0523 b
20	2,5 a	90,0 a	93,0 a	0,0531 ab
CV%	26,19	1,65	1,92	4,02

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O exame de sementes infestadas mostrou que o óleo essencial de *C. nardus* conferiu maior proteção às sementes de milho em todas os tratamentos quando comparados à testemunha. Observou-se que os melhores resultados foram obtidos quando utilizadas as maiores dosagens. O percentual médio de sementes infestadas encontrado na testemunha foi de 15,5%, enquanto no maior tratamento (20  $\mu\text{L}$ ), apenas 2,5% das sementes apresentaram danos por insetos.

Não houve diferença significativa para as variáveis vigor (PCG) e germinação das sementes (GE). O peso da matéria seca das plântulas (PMS) foi afetado, no entanto, a maior dose não diferiu da testemunha, sugerindo que novos estudos devem ser realizados para certificação de que o uso do óleo possa realmente interferir nesse fator.

Xavier *et al.*<sup>[24]</sup> relataram que o óleo essencial de citronela apresentou potencialidade alelopática sobre a germinação das sementes de feijão, que variou de acordo com a concentração do óleo utilizada. Também

Brito et al.<sup>[25]</sup>, avaliando sementes de milho tratadas com óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal observaram drástica redução na germinação em relação à testemunha.

No presente trabalho, o uso do óleo essencial de citronela não apresentou impactos quanto à germinação das sementes. Tal fato é visto de forma positiva, pois, seu uso pode ser útil para pequenos produtores que comumente adotam como estratégia armazenar sementes até o próximo plantio para reduzir seus custos de produção.

Estudos futuros devem ser realizados, visando melhor compreensão das substâncias presentes no óleo de *C. nardus* e seus mecanismos de ação inseticida. De acordo com Regnault-Roger et al.<sup>[26]</sup>, os compostos presentes nos óleos essenciais, agem nos insetos através de efeitos neurotóxicos, que envolvem diversos mecanismos. Entre esses, estaria a inibição da enzima acetilcolinesterase que é responsável pela interrupção da transmissão de impulsos nervosos, através da hidrólise do neurotransmissor acetilcolina no sistema nervoso dos insetos<sup>[27,28]</sup>.

A octopamina dos insetos é outro alvo das substâncias presentes nos óleos essenciais; estes agem sobre o sítio octopaminérgico, levando a inibição ou estímulo do mesmo, interrompendo o funcionamento do sistema nervoso do inseto<sup>[29]</sup>. Outro fato preponderante para ação eficiente do óleo sobre o inseto é a existência de afinidade entre a estrutura química e a atividade biológica das substâncias, pois, quanto maior for a capacidade do composto em se ligar à camada lipídica, maior será a penetração deste no tegumento do inseto<sup>[11]</sup>.

Portanto, os óleos essenciais apresentam atividade inseticida devido a diversos mecanismos que atingem múltiplos alvos, alterando de maneira eficaz a atividade celular e os processos biológicos de insetos. Devido a diversidade de compostos e de mecanismos de ação, fica dificultada a atribuição de um único mecanismo de ação específico para as atividades inseticida dos óleos.

## Conclusão

O óleo essencial de *C. nardus* apresentou atividade inseticida em adultos de *S. zeamais*. Sua utilização reduziu a alimentação dos insetos e não afetou a germinação das sementes de milho.

## Fontes de Financiamento

Nenhuma.

## Conflito de Interesses

Não há conflito de interesses.

## Colaboradores

Concepção do estudo: MAS

Curadoria dos dados: MAS

Coleta de dados: LPG

Análise dos dados: MAS; LPG

Redação do manuscrito original: MAS; LPG

Redação da revisão e edição: MAS; LPG, APF; CPM.

## Referências

1. Adda CC, Borgemeister A, Biliwa W, Meikle G, Markham RH, Poehling HM. Integrated pest management in post-harvest maize: a case study from the Republic of Togo (West Africa). **Agric Ecosyst Environ**. 2002; 93(1-3): 305-321. [[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00344-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00344-9)].
2. Gallo D, Nakano O, Silveira Neto S, Carvalho RPL, Batista GCD, Batista EB, Berti Filho E et al. **Entomol Agrícola**. - Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ. Piracicaba. 2002. [<https://repositorio.usp.br/item/001252172>].
3. Lorini I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. 2003. 80p. 2ª impr. Embrapa Trigo, Passo Fundo. RS, Brasil. [<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/820511/1/LV0457.pdf>].
4. Almeida FAC, Almeida SA, Santos NR, Gomes JP, Araújo MER. Efeito de extratos alcoólicos de plantas sobre *Callosobruchus maculatus*. **Rev Bras Eng Agrícola Amb**. 2005; 9(4): 585-590.
5. Vieira RF, Vieira C, Ramos JAO. **Produção de sementes de feijão**. EPAMIG, Viçosa. 1993. 131p.
6. Ribeiro BM, Guedes RNC, Oliveira EE, Santos JP. Insecticide resistance and synergism in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **J Stored Prod Res**. 2003; 39: 21-31. [[https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00014-0)].
7. Moreira DM, Picanço MC, Barbosa LCA, Guedes RNC, Campos MR, Silva GA. Plant compounds insecticide activity against coleoptera pests of stored products. **Pesq Agropec Bras**. 2007; 42(7): 909-915. [<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700001>].
8. Ketoh GK, Koumaglo HK, Glietho IA, Huignard J. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. **Fitoterapia**. 2006; 77(7-8): 506-510. [<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2006.05.031>] [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16938411/>].
9. Isman MB. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Rev Entomol**. 2006, 51(1): 45-66. [<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>].
10. Isman MB. **Plant essential oils for pest and disease management**. Crop Protection. 2000; 19(8-10): 603-8. [[https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)].
11. Kim SI, Roh JY, Kim DH, Lee HS, Ahn YJ. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **J Stored Prod Res**. 2003; 39(3): 293-303. [[https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(02\)00017-6](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(02)00017-6)].
12. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. 2009. Mapa/ACS, Brasília, Distrito Federal. [[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf)].
13. Huang Y, Ho SH. Toxicity and antifeedant activities of Cinnamaldehyde against the grain storage insects *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **J Stored Prod Res**. 1998; 34: 11-17. [[https://doi.org/10.1016/S0022-474X\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0022-474X(97)00038-6)].



14. Coitinho RLBC, Oliveira JV, Gondim Júnior MGC, Câmara CAG. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Rev Caatinga**. 2006; 19(2): 176-182. [<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/39>].
15. Nakagawa J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: Vieira RD, Carvalho NM. (org.) **Testes de vigor em sementes**. p. 49-85. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Jaboticabal. 1994.
16. Mahalwal VS, Ali M. Volatile constituents of *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle. **Flavor Fragr J**. 2002; 18(1): 73-76. [<https://doi.org/10.1002/ffj.1144>].
17. Castro HG, Barbosa LCA, Leal TCAB, Nazareno AC. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.). **Rev Bras PI Med**. 2007; 09(4): 55-61. [[https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/artigo9\\_v9\\_n4.pdf](https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/artigo9_v9_n4.pdf)].
18. Oliveira MM, Brugnara D, Cardoso M, Guimarães LG, Piccoli R. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Rev Bras PI Med**. 2011; 13(1): 08-16. [<https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000100002>].
19. Oladimeji FA, Orafidiya OO, Okeke IN. Effect of autoxidation on the composition and antimicrobial activity of essential oil of *Lippia multiflora*. **Pharmacol Letters**. 2001; 11(2): 64-7. [[https://www.researchgate.net/publication/288631117\\_Effect\\_of\\_autoxidation\\_on\\_the\\_composition\\_and\\_antimicrobial\\_activity\\_of\\_essential\\_oil\\_of\\_Lippia\\_multiflora](https://www.researchgate.net/publication/288631117_Effect_of_autoxidation_on_the_composition_and_antimicrobial_activity_of_essential_oil_of_Lippia_multiflora)].
20. Martins FT, Santos M. H, Polo M, Barbosa LCA. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit sob condições de cultivo. **Quím Nova**. 2006; 29(6): 1203-1209. [<https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000600011>].
21. Santos CES, Medeiros RLS, Silva LD, Silva TMB, Medeiros RLS. **Estimativa de doses letais do óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* JOWIT) sobre *Callosobruchus maculatus***. 2016. CONTECC'2016 - Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, s.n., Foz do Iguaçu.
22. Zewde DK, Jembere B. **Evaluation of orange peel *Citrus sinensis* (L.) as a source of repellent, toxicant and protectant against *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: bruchidae)**. Mekelle University. 2010; 2: 61-75. [<https://doi.org/10.4314/mejs.v2i1.49652>].
23. Ecker S, Scariot M, Reichert Junior F, Campos A, Radünz L, Mossi A. **Avaliação da atividade repelente e do efeito inseticida do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* Labill sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky**. Anais do SEPE - Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da – Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS. 2013; 2(Supl.1):. Erechim. [<file:///C:/Users/PC/Downloads/655-Resumo-1456-1-10-20131021.pdf>].
24. Xavier MVA, Oliveira CRF, Brito SSS, Matos CHC, Pinto MADSC. Viabilidade de sementes de feijão caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Rev Bras PI Med**. 2012;14: 250-254. [<https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500021>].
25. Brito DV, Otani MA, Ramos ACC, Sertão WC, Aguiar RWS. Effect of citronella oil, eucalipto and citronellal compound of mycoflora and development of maize plants. **J Biotechnol Biodiver**. 2012; 3: 184-192. [<https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n4.brito>].
26. Regnault-Roger C, Vincent C, Arnason JT. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. **Annual Rev Entomol**. 2012; 57: 405-424. [<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>].
27. Viegas Júnior C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**. São Paulo. 2003; 26(3): 390-400. [<https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000300017>].

28. Saraiva ER. **Avaliação hematológica, atividade enzimática e níveis de metais na exposição ocupacional aos defensivos agrícolas e fertilizantes**. Ribeirão Preto. 2009. Tese de Doutorado [Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas - Toxicologia] - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2009. [<https://doi.org/10.11606/T.60.2009.tde-18062009-044908>].

29. Enan E. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. **Comp Biochem Physiol Part C**. 2001; 130: 325-337. [[https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(01\)00255-1](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(01)00255-1)].

---

Histórico do artigo | Submissão: 09/09/2019 | Aceite: 12/04/2023 | Publicação: 30/09/2023

Como citar este artigo: Seneme AM, Gomes LP, Ferriani AP, Moraes CP. Óleo essencial de *Cymbopogon nardus* L. (Poaceae) no controle de *Sitophilus zeamais* em sementes de milho. **Rev Fitos**. Rio de Janeiro. 2023; 17(3): 357-366. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/845>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

**Licença CC BY 4.0:** Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.

