

## Efeito moluscicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) sobre *Lymnaea columella* (Say, 1817) e *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835)

COSTA, A.V.<sup>1</sup>; ALMEIDA, B.R.<sup>2</sup>; GONÇALVES, L.V.<sup>2</sup>, CRICO, K.B.<sup>2</sup>, IGNACCHITI, M.D.C.<sup>2</sup>; PEREIRA JUNIOR, O.S.<sup>2</sup>; PINHEIRO, P.F.<sup>1</sup>; QUEIROZ, V.T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química e Física, Centro de Ciências Agrárias, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, CEP. 29.500-000, Alegre, ES-Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Farmácia e Nutrição, Centro de Ciências Agrárias, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, CEP. 29.500-000, Alegre, ES-Brasil. \*Autor para correspondência: avcosta@hotmail.com.

**RESUMO:** O uso das substâncias moluscicidas convencionais no controle de planorbídeos vetores constitui-se uma importante ferramenta no combate da fasciolose hepática e esquistossomose. Sendo, portanto, de extrema relevância para a pecuária e para os serviços de Vigilância Epidemiológica. Por outro lado, a seleção de caramujos resistentes a tais substâncias e sua baixa seletividade estimulam a busca por novas substâncias. Neste sentido, o presente trabalho foi desenvolvido para avaliar o efeito do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus* Jowitt sobre *Lymnaea columella* e *Biomphalaria tenagophila*, hospedeiros intermediários de *Fasciola hepatica* e esquistossomose mansônica, respectivamente. O óleo essencial foi extraído a partir de folhas frescas utilizando o sistema Clevenger. A análise qualitativa foi realizada por meio de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) e a quantificação dos constituintes presentes no óleo foi determinada por cromatografia gasosa acoplada ao detector de ionização de chama (CG/DIC). O efeito moluscicida foi avaliado utilizando seis moluscos de cada espécie e o óleo essencial de *C. winterianus* nas concentrações finais de 10, 20, 30, 40, 60, 80 e 100 ppm. A análise por cromatografia gasosa do óleo essencial possibilitou a identificação dos componentes majoritários geraniol (28,62%), citronelal (23,62%) e citronelol (17,10%). Os valores de DL<sub>100</sub> e DL<sub>50</sub> para os moluscos das espécies *L. columella* e *B. tenagophila* foram, respectivamente, 60 e 40 ppm; 80 ppm e 60 ppm. O óleo de *Cymbopogon winterianus* demonstrou-se uma alternativa promissora para o controle dos moluscos, sendo a espécie *L. columella* mais sensível ao mesmo.

**Palavras-chave:** controle alternativo, óleo volátil, citronela, moluscos.

**ABSTRACT:** Molluscicidal effect of essential oil of *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) on *Lymnaea columella* (Say, 1817) and *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835). Conventional molluscicides have been employed to control of planorbids vectors and are an important tool in order to control the hepatic fascioliasis and schistosomiasis. Thus, these substances have been showing great relevance for both Veterinary and Livestock Services as well as for Epidemiology and Disease Surveillance. On the other hand, the process of drug pressure for the selection of resistant snails to such components and their low selectivity have stimulated the search for new substances. Since researches on new drugs are the starting point to assist in the molluscs control, this work was developed in order to evaluate the effect of *Cymbopogon winterianus* Jowitt essential oil on *L. columella* and *B. tenagophila*, intermediate hosts of *Fasciola hepatica* and *Schistosoma mansoni*, respectively. The essential oil was obtained from fresh leaves by hydrodistillation using a Clevenger apparatus. A qualitative analysis was performed by gas chromatography together with a mass spectrometry one (GC/MS) and the chemical constituent content was determined by gas chromatography with a flame ionization detector (GC/FID). The molluscicidal effect was evaluated through the use of six snails of each species and *C. winterianus* essential oil at 10, 20, 30, 40, 60, 80 and 100 ppm. The result of the gas chromatographic analysis for the essential oil showed geraniol (28.62%), citronellal (23.62%) and citronellol (17.10%) as the major chemical components. The DL<sub>100</sub> and DL<sub>50</sub> values for *L. columella* and *B. tenagophila* species were, respectively, 60 and 40 ppm; 80 ppm and 60 ppm. *L. columella* had demonstrated more sensitivity to this essential oil than the *B. tenagophila* species. The *C. winterianus* essential oil proved to be a promising alternative for the control of these molluscs being the *L. columella* species the most sensitive of them.

**Keywords:** alternative control, volatile oil, citronella, molluss.

## INTRODUÇÃO

A esquistossomose mansônica é uma doença de ocorrência tropical. No Brasil, a doença foi descrita em 18 estados e no Distrito Federal, sendo sua ocorrência diretamente ligada à presença dos moluscos transmissores. Os estados das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-oeste são os mais afetados. Estima-se que cerca de 25 milhões de pessoas vivem em áreas sob o risco de contrair a doença (Brasil, 2005).

A fasciolose hepática é uma parasitose cosmopolita de grande importância em animais de interesse econômico-agropecuário. Atualmente, a fasciolose é considerada pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2002) uma zoonose emergente, revelando-se como um sério problema de saúde pública (Coral et al., 2007; Mas-Coma et al., 2009).

A ocorrência de moluscos das espécies *Lymnaea columela* (Say, 1817) (Pulmonata, Lymnaeidae), hospedeiro intermediário da *Fasciola hepatica* (agente etiológico da fasciolose hepática) e *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835) (Pulmonata, Planorbidae), hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni* (agente etiológico da esquistossomose mansônica), levam a disseminação destas parasitoses nas regiões em que se encontram e, por isso, devem ser controlados.

Substâncias denominadas moluscidas são utilizadas para o extermínio de moluscos que vivem em jardins e campos e são também utilizadas para controlar caramujos vetores de parasitos. Moluscidas sintéticos têm sido utilizados em programas de controle de doenças veiculadas por caramujos. Estima-se que mais de 7.000 produtos químicos já foram testados com esta finalidade, mas poucos merecem destaque. Dentre eles, pode-se citar: sulfato de cobre, Gramaxone, hidróxido de cálcio, N-tritilmorfolina (Frescon), niclosamida (Bayluscid), carbamato, metaldeído, organofosfato (Cantanhede, 2010; Singh et al., 2010).

De acordo com a Organização das Nações Unidas o moluscida sintético niclosamida (N-(2)-cloro-4-nitrofenil)-5-clorosalicilanilida é a única substância recomendada para combater caramujos vetores de doenças (Pinheiro et al., 2003). Entretanto, o uso de moluscida sintético tem gerado preocupação em relação a fatores como: toxicidade para outras espécies, devido à sua baixa seletividade; contaminação do meio ambiente (Cantanhede et al., 2010) e resistência de caramujos da espécie *B. glabrata* (Gasparotto et al., 2005). Nesse contexto, a procura de substâncias facilmente biodegradáveis tem aumentado o interesse pelo uso de moluscidas de origem vegetal. Compostos de origem vegetais com potencial uso moluscida têm sido descritos em outros estudos (Singh et al., 1997; Pile et al., 2001; Srivastava et al., 2005; Silva

et al., 2006; Afonso-Neto et al., 2010; Upadhyay et al., 2013).

*Cymbopogon winterianus* Jowitt, popularmente conhecido como capim-citronela, é uma planta perene, pertencente à família Poaceae, amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais devido a suas propriedades aromáticas (Marco, 2007). O óleo essencial de *C. winterianus*, tem efeito repelente conhecido contra variedade de insetos, apresenta potencial atividade acaricida, antimicrobiana e antifúngica (Blank et al., 2007). Diante das várias propriedades atribuídas a esse óleo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do óleo essencial de *C. winterianus* sobre *L. columella* e *B. tenagophila*, hospedeiros intermediários de *Fasciola hepatica* e esquistossomose mansônica, respectivamente.

## MATERIAL E MÉTODO

### Coleta do material vegetal

As partes aéreas de *C. winterianus* foram coletadas a partir do primeiro corte de plantas jovens com, aproximadamente, 1 m de altura. A coleta foi realizada no mês de fevereiro de 2012, no período matutino e em casa de vegetação localizada no município de Alegre – ES (20° 44' 49" de latitude S, 41° 27' 58" de longitude W e altitude de 127 m). A planta foi identificada pela bióloga Amélia Carlos Tuler e a exsicata (nº21.537) encontra-se depositada no herbário da Universidade Federal do Espírito Santo-(VIES) - Subcuradoria *Campus* de Alegre.

### Extração do óleo essencial

Uma amostra de material vegetal fresco (100 g) foi transferida para balão de destilação contendo água destilada (2 L). O balão foi acoplado ao aparelho do tipo Clevenger e este ao condensador. A hidrodestilação foi mantida, por 3 horas, após o início da ebulição da água. A fase orgânica foi recolhida por extração líquido-líquido do hidrolato (100 mL) com pentano (30 mL). Nesta, foi vertida uma quantidade em excesso de sulfato de sódio anidro para retirada de água da amostra, procedendo a sua filtração. O filtrado foi levado ao evaporador rotatório para obtenção do óleo essencial (Costa et al., 2013; Pinheiro et al., 2013).

### Caracterização química

A identificação dos compostos foi realizada por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG-EM), com detector seletivo de massa, modelo QP-PLUS-2010 (SHIMADZU). A coluna cromatográfica utilizada foi do tipo capilar de sílica fundida com fase estacionária Rtx-5MS, de 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno, utilizando hélio como gás de arraste. As

temperaturas foram de 220 °C no injetor e 300 °C no detector. A temperatura inicial da coluna foi de 60 °C, sendo programada para ter acréscimos de 3 °C a cada minuto, até atingir a temperatura máxima de 240 °C (Costa et al., 2013; Pinheiro et al., 2013). A identificação dos compostos foi realizada por comparações dos espectros de massas com os existentes na biblioteca NIST, com a literatura e pelo índice de Kovat's (Adams, 2007).

A quantificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada por cromatografia em fase gasosa em um cromatógrafo SHIMADZU GC-2010 Plus equipado com detector de ionização de chama (CG-DIC). O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio e coluna capilar Rtx-5MS, 30 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno. As temperaturas do injetor e do detector foram fixadas em 240 e 250 °C, respectivamente. A programação de temperatura no forno foi à mesma utilizada nas análises por CG-EM. Uma quantidade de 10 mg da amostra foi diluída em 1 mL de diclorometano, sendo injetado 1 µL da mistura (Costa et al., 2013; Pinheiro et al., 2013).

#### Obtenção dos caramujos

Caramujos da espécie *L. columella* e *B. tenagophila* foram provenientes de recrias de moluscos, identificados por análise molecular (Almeida, 2010), mantidos no Laboratório de Malacologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – CCA/UFES.

#### Ensaio moluscicidas

Seis moluscos de cada espécie com aproximadamente o mesmo tamanho (10 mm de diâmetro para *L. columella* e 17 mm de diâmetro para a espécie *B. tenagophila*) foram acondicionados individualmente em poços da placa de cultura celular (placa de fundo chato, volume interno máximo por poço de 3,3 mL; área de crescimento de 1,9 cm<sup>2</sup>; diâmetro interno do poço 15,8 mm), contendo 2,0 mL de água potável deionizada, acrescido do óleo essencial de *C. winterianus*, diluído em dimetilsulfóxido (DMSO) a 10% (v/v), nas concentrações finais de 10, 20, 30, 40, 60, 80 e 100 ppm. A motilidade e a viabilidade dos moluscos foram monitoradas no período de 30 minutos, duas, seis, 12 e 24 horas. Após o período de 24 horas em solução, moluscos viáveis foram acondicionados individualmente em recipiente de plástico, contendo 2,0 mL de água potável deionizada, onde permaneceram por mais 24 horas. Para cada experimento foi feito um controle negativo constando de seis moluscos imersos em solução aquosa de DMSO a 10% (v/v). A mortalidade dos caramujos foi avaliada pela retração da massa

cefalopodal para dentro da concha com a liberação ou não de hemolinfa ou a projeção anormal do cefalópode para fora da concha, conforme descrito por McCullough et al. (1980).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Composição e identificação dos constituintes químicos do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*

Após a análise dos cromatogramas, obtidos por CG/EM e CG/DIC, foram encontrados 21 compostos representando 99,84% da composição química do óleo essencial de *C. winterianus*. Destes, 19 (90,5%) compostos foram identificados com base em seus espectros de massas e índices de retenção (Tabela 1).

Pela análise da Tabela 1, observa-se que os componentes majoritários encontrados foram os monoterpenos geraniol (28,62%), citrionelal (23,62%) e citrionelol (17,10%). A presença majoritária destes compostos também foi relatada por outros autores

**TABELA 1.** Constituintes químicos identificados no óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*, Alegre (ES), 2012

Composto	KI <sub>cal</sub>	KI <sub>lab</sub>	Área (%)
Limoneno	1036	1031	0,95
Linalol	1104	1098	0,67
Isopulegol	1153	1145	1,53
Citrionelal	1161	1153	23,62
Citrionelol	1236	1228	17,10
Neral	1249	1240	0,49
Geraniol	1263	1255	28,62
Geranial	1278	1270	0,63
Acetato de terpin-4-ol	1341	1340	5,72
Acetato de citrionelila	1360	1354	1,09
NI	1362	—	3,33
Eugenol	1365	1356	0,15
Acetato de geranila	1383	1389	1,69
β-Elemeno	1397	1391	0,53
Germacreno-D	1485	1480	0,83
Δ-Cadineno	1531	1524	1,25
Elemol	1557	1549	5,27
NI	1583	—	1,45
β-Eudesmol	1641	1649	0,52
Torreol	1651	1645	1,44
α-Cadinol	1663	1653	2,96

NI = não-identificado; KI<sub>cal</sub> e KI<sub>lab</sub> = índice de Kovats calculado e tabelado (Adams, 2007).

para o óleo essencial de *C. winterianus*, porém, em diferentes teores (Labinas & Crocomo, 2002; Quintans-Júnior et al., 2008; Scherer et al., 2009; Silveira et al., 2012). Silveira et al. (2012) relataram a presença do geraniol (19,63%), citronelal (41,80%) e citronelol (10,44%) no óleo essencial extraído a partir de folhas coletadas na região sul do Brasil (Concórdia, SC) no período de novembro de 2009 a março de 2010. Em outros trabalhos o sesquiterpeno elemol encontra-se como um dos componentes majoritários do óleo essencial de *C. winterianus* (Akhila, 1986; Perini, 2008).

Considerando uma mesma espécie de planta, as diferenças observadas em relação à composição química e à concentração dos constituintes químicos no óleo essencial desta pode ocorrer devido aos quimiotipos. Estas diferenças podem estar associadas às interações entre planta-planta, microrganismos, insetos), às diferenças nas condições ambientais de cultivo, época, horário de coleta, idade e estágio de desenvolvimento da planta (Marco et al., 2007; Morais, 2009). Marco et al. (2007) relataram que o maior teor de geraniol foi observado no óleo essencial extraído de folhas de *C. winterianus* com quatro meses de cultivo e que nem a altura das plantas nem o espaçamento entre as mesmas influenciou no teor deste constituinte químico. Neste mesmo experimento os autores ainda observaram que os valores de concentração para os terpenos citronelol e citronelal foram superiores após seis meses de cultivo, em plantas com 30 cm de altura e espaçamento intermediário entre as mesmas.

### Atividade moluscicida do óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*

No Brasil, as primeiras pesquisas com moluscicidas naturais revelaram a atividade de extratos aquosos do caule de *Sejania* sp. e *Sapindus saponaria* L. em *B. glabrata* (Pinto & Almeida, 1944). Destaca-se ainda que a maioria dos estudos relativos à avaliação de moluscicida naturais tem sido voltada para ensaios utilizando extratos vegetais (Cantanhede et al., 2010).

Entretanto, os resultados encontrados no presente trabalho demonstram que os constituintes voláteis obtidos a partir de plantas também apresentam atividade moluscicida. Na Tabela 2, observa-se que os moluscos *L. columella* e *B. tenagophila* apresentam sensibilidade ao óleo essencial de *C. winterianus* a partir das concentrações de 20 e 30 ppm, respectivamente.

Em relação ao óleo essencial de *C. winterianus*, a maior sensibilidade foi apresentada pelos moluscos da espécie *L. columella* ( $DL_{100}$  = 60 ppm e  $DL_{50}$  = 40 ppm), quando comparado aos moluscos da espécie *B. tenagophila*, cuja  $DL_{100}$  foi 80 ppm e  $DL_{50}$  60 ppm (Tabela 2). O efeito moluscicida de óleos essenciais também foi demonstrado sobre caramujos adultos e desovas de *Biomphalaria glabrata*. Neste trabalho, amostras de óleos essenciais foram extraídas a partir 14 espécies do gênero *Eucalyptus* spp. sendo que 11 amostras apresentaram atividade moluscicida e sobre as desovas nas concentrações de 20 ppm (Mendes et al., 1990).

Souza et al. (2005) descrevem as variáveis

**TABELA 2.** Avaliação da mortalidade dos moluscos *Lymnaea columella* e *Biomphalaria tenagophila* expostos ao óleo essencial de *Cymbopogon winterianus*

Moluscos	C <sub>OE</sub> (ppm)	TM (%) em função do tempo de exposição					TM <sub>24h</sub> (%)
		0,5h	2h	6h	12h	24h	
<i>Lymnaea columella</i>	100	100	—	—	—	—	100
	80	100	—	—	—	—	100
	60	0	100	—	—	—	100
	40	0	0	0	50	—	50
	20	0	0	0	0	25	25
	10	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria tenagophila</i>	100	100	—	—	—	—	100
	80	0	50	100	—	—	100
	60	0	0	25	50	—	50
	40	0	0	0	25	—	25
	30	0	0	0	0	25	25
	20	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	

C<sub>OE</sub> (ppm) = solução contendo óleo essencial de *C. winterianus* em partes por milhão; TM (%) = taxa de mortalidade em porcentagem; TM<sub>24h</sub> (%) = taxa de mortalidade em porcentagem após 24h; — não observado.

ambientais como uma das possíveis causas das variações nos resultados de testes biológicos envolvendo óleos essenciais uma vez que estas podem influenciar tanto na sua composição quanto constituição química. Estes autores ainda enfatizam que devido à complexidade da composição química de um óleo essencial, torna-se difícil associar sua atividade biológica com substâncias específicas que se encontram nele presentes. Geralmente, a ação atribuída a um composto químico testado de forma isolada pode não ser exata, devido a possíveis interações sinérgicas e antagônicas que podem ocorrer entre os compostos presentes no óleo essencial.

Para a utilização de uma substância como moluscicida efetivo ainda deve ser considerado o seu mecanismo de ação. No caso de moluscicida de origem vegetal, a elucidação deste mecanismo necessita de estudos que revelem o perfil fitoquímico do material vegetal utilizado e a resposta fisiológica do molusco frente aos seus constituintes químicos. Os estudos relativos à avaliação de composto de origem vegetais com propriedade moluscicida, sugerem que a atividade tóxica das plantas se deve à presença de metabólitos secundários como taninos, saponinas, terpenoides, alcaloides, lactonas sesquiterpênicas, esteroides e flavonoides (Cantanhede et al., 2010; Singh et al., 2010). A ação destes compostos no molusco pode provocar intoxicação e consequente desequilíbrio osmótico promovendo retração da massa cefalopodal para dentro da concha com a liberação de hemolinfa ou projeção anormal dessa massa para fora da concha (McCullough et al., 1980).

Embora os componentes majoritários do óleo essencial avaliados sejam os terpenoides geraniol, citronelal e citronelol, não se pode sugerir que o efeito moluscicida deste óleo frente aos moluscos *L. columella* e *B. tenagophila* esteja relacionado a tais compostos. Para tal, devem ser realizados novos experimentos visando avaliar o efeito destes compostos de forma individual ou em associação visto que não se pode descartar a possibilidade da ação sinérgica dos mesmos.

De acordo com diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 1983), a planta com propriedade moluscicida só deve ser considerada ativa quando promover mortalidade de 90% (DL<sub>90</sub>) ou superior nas concentrações de 20 ppm para a substância ativa. Em se tratando de óleos essenciais (mistura de substâncias), a dosagem máxima permitida é de 100 ppm para o período de 24 horas. Na Tabela 2 observa-se que os valores de DL<sub>100</sub> para o óleo essencial de *C. winterianus* foram inferiores a 100 ppm tanto para *L. columella* quanto para *B. tenagophila* em período inferior a 24 horas.

Neste sentido, o óleo essencial de *C.*

*winterianus* apresenta-se como uma alternativa para o controle de vetores das parasitoses fasciolose e esquistossomose pois além de sua eficácia, apresenta baixa toxicidade a humanos e pode ser extraído de forma relativamente simples.

## AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES).

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4 ed. Illinois: Allured Publishing Corporation, 2007. 804 p.
- AFONSO-NETO, I.S. et al. Avaliação da atividade moluscicida do látex de três espécies de *Euphorbia* (Euphorbiaceae) sobre *Leptinaria unilamellata* D'Orbigny, 1835 (Gastropoda-Subulinidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n.1, p. 90-95, 2010.
- AKHILA, A. Biosynthesis of monoterpenes in *Cymbopogon winterianus*. **Phytochemistry**, v. 25, n.2, p. 421-424, 1986.
- ALMEIDA, B. R. **Malacologia dos gêneros de *Lymnaea* e *Biomphalaria* na mesorregião sul espírito santense e a avaliação de extratos de *Melia azedarach*, *Azadirachta indica* e *Cymbopogon winterianus* como agentes moluscicidas**. 2010. 171 p. Dissertação (Mestrado – Ciências Veterinárias) – Departamento de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- BLANK, A.F. et al. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n.4, p. 557-564, 2007.
- BRASIL. **Guia de vigilância epidemiológica**. 6. ed. Brasília: FUNASA, 2005. 816 p.
- CANTANHEDE, S.P.D. et al. Atividade moluscicida de plantas: uma alternativa profilática. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n.2, p. 282-288, 2010.
- CORAL, R.P. et al. Retirada de *Fasciola hepatica* da via biliar principal por coledocosopia. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n.1, p. 69-71, 2007.
- COSTA, A.V. et al. *Cymbopogon citratus* (Poaceae) essential oil on *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1840-1847, 2013.
- GASPAROTTO J.R. et al. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade moluscicida do *Calophyllum brasiliense* camb (Clusiaceae). **Química Nova**, v. 28, n.4, p. 575-578, 2005.
- LABINAS, M.A.; CROCOMO, W.B. Effect of java grass (*Cymbopogon winterianus*) essential oil on fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1979) (Lepidoptera, Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v. 24, n.5, p. 1401-1405, 2002.
- McCULLOUGH, F.S. et al. Molluscicides in schistosomiasis control. **Bulletin of the World Health Organization**,

- v. 58, n.5, p. 681-689, 1980. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2395986/pdf/bullwho00428-0012.pdf>>. Acesso em: 12 de mar. 2015.
- MARCO, C.A. et al. Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n.3, p. 429-432, 2007.
- MAS-COMA, S. et al. Fasciola, Lymnaeids and human fascioliasis with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. **Advances in Parasitology**, v. 69, n.1, p. 41-146, 2009.
- MENDES, N.M. et al. Atividade moluscicida e cercaricida de diferentes espécies de *Eucalyptus*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 23, n.4, p. 197-199, 1990.
- MORAIS, L.A.S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n.2, 4050-4063, 2009.
- PERINI, V.B.M. **Análise do óleo essencial, produção de biomassa e fungitoxicidade do capim citronela (*Cymbopogon nardus*)**. 2008. 100 p. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal) – Departamento de Produção Vegetal, Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- PILE, E. et al. Fasciola hepática em búfalos (*Bubalus bubalis*) no município de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38, n.1, p. 42-43, 2001.
- PINHEIRO P.F. et al. Insecticidal activity of citronella grass essential oil on *Frankliniella schultzei* and *Myzus persicae*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 2, p. 138-144, 2013.
- PINHEIRO, L. et al. Estudo fitoquímico e avaliação da atividade moluscicida da *Kielmeyera variabilis* Mart (Clusiaceae). **Química Nova**, v. 26, n. 2, p. 157-160, 2003.
- PINTO, C.; ALMEIDA, A.F. Um novo método para a profilaxia da esquistossomose mansoni. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 40, n.3, p. 291-311, 1944.
- QUINTANS-JÚNIOR, L.J. et al. Phytochemical screening and anticonvulsant activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt (Poaceae) leaf essential oil in rodents. **Phytomedicine**, v. 15, n.8, p. 619-624, 2008.
- SCHERER, R. et al. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n.4, p. 442-449, 2009.
- SILVA, T.M. et al. Molluscicidal activity of *Solanum* species of the northeast of Brazil on *Biomphalaria glabrata*. **Fitoterapia**, v. 77, n.6, p. 449-452, 2006.
- SILVEIRA, S.M. et al. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* (citronela), *Eucalyptus paniculata* (eucalipto) e *Lavandula angustifolia* (lavanda). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n.3, p. 471-480, 2012.
- SINGH, S. et al. Molluscicidal activity of some common spice plants. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 14, n.3, p. 237-249, 1997.
- SINGH, S.K. et al. Molluscicides from some common medicinal plants of eastern Uttar Pradesh, India. **Journal of Applied Toxicology**, v. 30, n.1, p. 1-7, 2010.
- SOUZA, E. L. et al. Inibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of moulds isolated from foods. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n.2, p. 245-250, 2005.
- SRIVASTAVA, P. et al. Control of harmful snails: Tejpat (*Cinnamomum tamala*) a potential molluscicide. **Journal of Applied Bioscience**, v. 31, n.2, p. 128-32, 2005.
- UPADHYAY, A. et al. Characterization of molluscicidal component of *Moringa oleifera* leaf and *Momordica charantia* fruits and their modes of action in snail *Lymnaea acuminata*. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, v. 55, n.4, p. 251-9, 2013.
- World Health Organization (WHO). **Guidelines for evaluation of plant molluscicides**. In: Report of the scientific working group on plant molluscicide. Geneva: WHO, 1983, 11 p. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/60086/1/TDR\\_SCH-SWG\\_4\\_83.3\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/60086/1/TDR_SCH-SWG_4_83.3_eng.pdf)>. Acesso em: 12 de mar. 2015.
- World Health Organization (WHO). **Prevention and control of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis**. In: WHO Technical Report Series 912. Geneva: WHO, 2002, 57 p. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42588/1/WHO\\_TRS\\_912.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42588/1/WHO_TRS_912.pdf)>. Acesso em: 12 de mar. 2015.