

**Estudo químico-biológico do óleo essencial de *Lantana montevidensis* (chumbinho) (Spreng.) Briq. (*Verbenaceae*) contra *Drosophila melanogaster***

**Estudio químico-biológico del aceite esencial de *Lantana montevidensis* (Chumbinho) (Spreng.) Briq. (*Verbenaceae*) contra *Drosophila melanogaster***

**Chemical-biological study of the essential oil of *Lantana montevidensis* (chumbinho) (Spreng.) Briq. (*Verbenaceae*) against *Drosophila melanogaster***

José Weverton Almeida Bezerra,<sup>I</sup> Felicidade Caroline Rodrigues,<sup>I</sup> Adrielle Rodrigues Costa,<sup>I</sup> Aline August Boligon,<sup>II</sup> João Batista T. da rocha,<sup>II</sup> Luiz M. Barros<sup>I</sup>

<sup>I</sup>Universidade Regional do Cariri. Brasil.

<sup>II</sup>Universidade Federal de Santa Maria. Brasil.

---

**RESUMO**

**Introdução:** O uso de plantas como inseticidas podem substituir muitos produtos sintéticos por apresentarem baixa toxicidade para os animais e biodegradação no ambiente. A espécie *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. (*Verbenaceae*), chumbinho, é um vegetal subarbustivo rico de compostos secundários para a sua defesa. O modelo experimental com *Drosophila melanogaster* tem sido usada para estudos, por apresentar vantagens, pois tem fácil manuseio e rápida taxa de reprodução.

**Objetivo:** Avaliar a composição química e efeito inseticida do óleo essencial (OE) de *L. montevidensis* contra *D. melanogaster*.

**Metodos:** O OE das folhas secas provenientes do Crato-CE, Brasil, foi extraído por hidrodestilação e foi analisado por CG/EMS para identificação dos constituintes. No ensaio foi avaliada a mortalidade e geotaxia negativa das moscas, em que elas

foram expostas a diferentes concentrações do OE (3-30,5  $\mu\text{g/mL}$  do óleo essencial/ar). Um total de vinte moscas adultas foram submetidas à diapausa por meio de resfriamento e em seguida foram colocadas em frascos de 300 mL, cuja parte inferior havia papel filtro impregnado com 1 mL de sacarose a 20 % em água destilada. Na parte superior (tampa) foi afixado um papel filtro para a aplicação do produto a ser testado, nesse caso o OELM. As leituras foram realizadas a cada 3, 6, 12 e 24 h.

**Resultados:** Os resultados mostraram que o OE apresentou o  $\beta$ -Cariofileno (34,96 %), o Germacreno D (25,49 %) e o Bicyclogermacreno (9,78 %) como componentes majoritários, no ensaio inseticida houve uma  $CL_{50}$  na concentração de 15,14  $\mu\text{g/mL}$  em 3 h de exposição, e houve um efeito significativo nos danos do aparelho locomotor das moscas.

**Conclusão:** Este estudo fornece evidências que esse OE apresenta-se como um potencial bioinseticida.

**Palavras chave:** Mosca da fruta; *Lantana montevidensis*; Chumbinho; óleo essencial; bioinseticida.

---

## RESUMEN

**Introducción:** el uso de plantas como insecticidas puede sustituir muchos productos sintéticos porque tienen baja toxicidad para los animales y son fácilmente biodegradables en el medio ambiente. La especie *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. (*Verbenaceae*), Chumbinho, es una planta sub-arbustiva rica en metabolitos secundarios para su defensa. El modelo experimental en *Drosophila melanogaster* se ha utilizado para varios tipos de estudios, presenta algunas ventajas como: fácil manejo y tasa de reproducción rápida.

**Objetivo:** evaluar la composición química y el efecto insecticida de aceite esencial (OE) de *L. montevidensis* contra las *D. melanogaster*.

**Métodos:** el OE de hojas secas del Crato-CE, Brasil, se extrajo por hidrodestilación y se analizó por GC/EMS para identificar los constituyentes. En el test se evaluó la mortalidad y geotaxia negativas de las moscas, donde fueron expuestos a diferentes concentraciones de OE (3-30,5  $\mu\text{g/mL}$  de aceite esencial/aire). Un total de veinte moscas adultas se sometieron a diapausa por enfriamiento y seguido se colocaron en botellas de 300 mL, la parte inferior contenido papel de filtro impregnado con 1 mL de 20 % de sacarosa en agua destilada. En la parte superior (tapa) se haya colocado un papel de filtro para la aplicación del producto a ensayar, la OELM. Las lecturas se realizaron cada 3, 6, 12 y 24 h.

**Resultados:** Los resultados mostraron que el OE presenta la  $\beta$ -cariofileno (34,96 %), el germacreno D (25,49 %) y bicyclogermacrene (9,78 %) como componentes principales en el ensayo insecticida había una  $CL_{50}$  de la concentración de 15,14  $\mu\text{g/mL}$  en 3 h de exposición, y había un un efecto significativo en el daño del aparato locomotor de las moscas.

**Conclusión:** este estudio proporciona evidencia de que este OE o se presenta como un biopesticida potencial.

**Palabras clave:** mosca de la fruta; *Lantana montevidensis*; Chumbinho; aceite esencial; insecticida.

## ABSTRACT

**Introduction:** The use of plants as insecticides may be an alternative to many synthetic products because their toxicity to animals is low and they are easily biodegradable in the environment. The species *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. (*Verbenaceae*), chumbinho, is a subshrub rich in secondary metabolites it uses for its own defence. The experimental model for *Drosophila melanogaster* has been used in several types of studies. Some of its advantages are its easy management and its fast rate of reproduction.

**Objective:** Evaluate the chemical composition and insecticidal effect of the essential oil (EO) of *L. montevidensis* against *D. melanogaster*.

**Method:** EO of dry leaves from Crato-CE, Brazil, was extracted by hydrodistillation and analyzed by GC/EMS to identify its constituents. As part of the test, evaluation was conducted on the mortality and negative geotaxis of the flies, to attain which they were exposed to different concentrations of the EO (3-30.5 µg/mL essential oil/air). A total 20 adult flies were subjected to cold diapause and placed in 300 mL bottles with filter paper in their lower section impregnated with 1 mL of 20 % saccharose in distilled water. Filter paper was also attached to the upper section (lid) to apply the test product OELM. Readings were taken every 3, 6, 12 and 24 h.

**Results:** Results showed that the principal components of the EO are  $\gamma$ -caryophyllene (34.96 %), germacrene D (25.49 %) and bicyclogermacrene (9.78 %). In the insecticide test there was a CL50 for the concentration of 15.14 µg/ml in 3 h exposure, and significant damage to the locomotor system of the flies.

**Conclusion:** The study provides evidence that the EO analyzed is a potential biopesticide.

**Keywords:** fruit fly; *Lantana montevidensis*; chumbinho; essential oil; insecticide.

---

## INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação brasileira os agrotóxicos são produtos resultantes de processos, sejam eles físicos, químicos ou biológicos, que são utilizados em setores de produção agropecuária. Esses produtos tem como finalidade a preservação de danos causados por pragas à pecuária.<sup>1</sup> Os agrotóxicos podem ter efeitos negativos sobre a saúde humana quanto ao meio ambiente, no mesmo ano o IBGE destacou o Brasil como sendo o maior consumidor de agrotóxicos do mundo.<sup>2-4</sup>

Esses produtos são utilizados para o combate de pragas, os quais constituem na grande maioria, artrópodes. Uma praga frutívora em regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo é o díptero pertencente à família Tephritidae, a mosca do mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Esta é uma praga bastante conhecida por poder se alimentar de pelo menos 250 espécies frutíferas diferentes e acarretar enormes prejuízos econômicos às indústrias alimentícias.<sup>5,6</sup>

Desde o século XX o combate de pragas tem se intensificado, o uso dos inseticidas sintéticos ocasionou resistência nos organismos alvos e toxicidade para organismos não alvos<sup>7,6</sup>. Uma alternativa que vem se trabalhando no início do século XXI é inseticidas derivados dos componentes secundários das plantas, por exemplo óleos essenciais. A escolha desses derivados deve-se a dois fatores, o primeiro é por que

---

a constituição química dos vegetais é variável, sendo assim as pragas não apresentariam resistência a longo tempo, e o segundo é por os vegetais apresentarem baixa toxicidade a humanos, rápida degradação e impacto ambiental reduzido.<sup>8,9</sup>

Uma planta rica em componentes secundários é a espécie *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq., conhecida popularmente como "chumbinho", é nativa tanto no Brasil como no Uruguai, e em outras partes do mundo é considerada uma espécie invasora.<sup>10,11</sup> Há na literatura relatos de que o óleo essencial de *L. montevidensis* (OELM) apresenta atividades biológicas tais como moduladora de antibióticos e atividade antibacteriana.<sup>12,13</sup> Entretanto não há registros na literatura evidenciando o seu potencial inseticida.

Modelos alternativos são utilizados para a detecção de produtos químicos e biológicos eficientes contra pragas, uma espécie bastante estudada como modelo alternativo, é o díptero *Drosophila melanogaster*. Devido a *D. melanogaster* ser evolutivamente próxima a muita das pragas da agricultura, pesquisas de bioinseticidas estão sendo voltados a esse modelo, como é relatado com o óleo essencial de espécies da Família Myrtaceae, tais como *Eugenia jambolana* Lam<sup>14</sup>, *Eugenia uniflora* L.<sup>15</sup> e *Psidium guajava* L.<sup>10</sup> Além disso, a *D. melanogaster*, apresenta baixo custo de manutenção, não tem mitose em sua fase adulta, com exceção de algumas células no estômago e nas gônadas e rápida taxa de reprodução permitindo vários ensaios.<sup>16</sup>

Considerando uma grande procura por inseticidas alternativos, este estudo teve como objetivo avaliar os possíveis efeitos inseticidas do óleo essencial das folhas de *L. montevidensis* contra o artrópodo-modelo *D. melanogaster*, bem como caracterizar por cromatografia gasosa, os constituintes químicos do óleo essencial.

## MÉTODOS

### Material Botânico

As folhas de *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq. (Verbenaceae) foram coletadas no Horto de Plantas medicinais da Universidade Regional do Cariri-URCA, Crato-CE Brasil, em janeiro de 2014 no horário de 09:00 h, com as coordenadas de 7° 22'S; 39° 28'W e 492 m acima do nível do mar, as folhas foram secas à sombra. O horário de coleta foi escolhido por haver uma maior produção de óleo essencial pelas folhas. O espécime vegetal foi identificado pela Dra Maria Arlene Pessoa da Silva, após a identificação, uma exsicata foi depositada no Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima-HCDAL da URCA com Voucher #7518.

### Coleta do óleo essencial

A extração de óleo essencial foi baseada na metodologia de Matos,<sup>17</sup> foi utilizado um sistema de hidrodestilação, em que 150 g das folhas secas trituradas, foram imersas em 2 L de água destilada em um balão de vidro com capacidade de cinco litros e foram submetidas à ebulição por duas horas. O óleo foi coletado com a ajuda de uma pipeta pasteur de vidro, posteriormente foi calculado o rendimento e o óleo foi armazenado em frascos âmbar e refrigerado a -10 °C.

### Estoque e criação de Moscas

A criação das moscas *D. melanogaster* (estirpe Harwich), foi realizada de acordo com Cunha *et al.*<sup>15</sup> foi feita no Laboratório de Microscopia (LABOMIC) da Universidade Regional do Cariri-URCA. Elas foram adquiridas da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, a partir de estirpes originárias do National Espécies Stock Center, Bowling Green, OH. As moscas foram criadas em garrafas de vidro de 2,5 × 6,5 cm, contendo aproximadamente 5 mL de meio padrão (1 % w/v de levedura de cerveja, 2 % w/v de sacarose, 1 % w/v de leite em pó, 1 % w/v de agar; 0,08 % w/v de nipagin), criadas à temperatura e umidade constantes (25 ± 1 °C, 60 % de umidade relativa, respectivamente). Todos os testes foram realizados com a mesma estirpe.

### Ensaio inseticida

A metodologia utilizada foi a de Cunha *et al.*<sup>15</sup> Um total de vinte moscas adultas foram submetidas à diapausa por meio de resfriamento e em seguidas foram colocadas em frascos de 300 mL, cuja parte inferior havia papel filtro impregnado com 1 mL de sacarose a 20 % em água destilada. Na parte superior (tampa) foi afixado um papel filtro para a aplicação do produto a ser testado, nesse caso o OELM. Os frascos receberam diferentes concentrações (3,03, 7,57, 15,5, 22,72 e 30,3 µg de óleo/mL de ar), já o grupo controle não foi tratado com OELM, mas apenas a sacarose a 20 %. Os frascos foram mantidos em Estufa de Fotoperíodo, Modelo-Q315F, com condição de ambiente com ciclo claro/escuro de 12 h, temperatura controlada a 25 ± 1°C e umidade relativa do ar de 60 %.

### Ensaio de geotaxia

Para o ensaio de geotaxia negativa foi empregada a metodologia de Coulom & Birman & Birman<sup>18</sup> com algumas modificações. Seguiu-se a metodologia da seção "Teste de inseticida". Após as leituras de mortalidade, as moscas foram submetidas a vôos verticais nos frascos do teste. Para as moscas que não ultrapassaram uma altura de 6 cm do frasco em 5 segs foi consideradas como o OELM sendo ativo. Os ensaios foram repetidos cinco vezes (quintuplicata) para cada frasco, (n= 20 de moscas por frasco) em intervalos de 5 min e comparados com o controle.

### Composição do óleo essencial (CG/EM)

A composição química do óleo essencial foi realizada por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM), utilizando um equipamento Shimidzu, Série QP2010. A coluna capilar usada foi do tipo Rtx-5MS medindo 30 mm de comprimento por 0,25 mm de diâmetro e 0,25 mm de espessura do filme. O gás hélio foi usado como carreador a uma velocidade de 1,5 mL/min. A temperatura do injetor foi de 250 °C e no detector foi de 290 °C. A temperatura da coluna variou inicialmente de 60 a 180° aumentando 5 °C/min, em seguida variou de 180 a 280 °C aumentando 10 °C/min.

O óleo essencial foi diluído na proporção de 1:200 em clorofórmio sendo 1 µL injetado. O espectrofotômetro de massas foi ajustado para uma energia de ionização de 70eV. A identificação dos componentes individuais foi baseada na sua fragmentação de espectro de massa de acordo com a sua biblioteca espectral NIST Mass 08, índices de retenção e comparação com dados publicados.<sup>19</sup>

### **Análise estatística**

Os dados são expressos como médias  $\pm$  desvio padrão, em quintuplicata, com 3 experimentos independentes usando o programa software GraphPad Prism 6, empregando (Two Way-ANOVA), seguida do teste de Tukey ( $P < 0,0001$ ). No ensaio de letalidade, foi realizada o cálculo da CL<sub>50</sub>.

## **RESULTADOS**

### **Composição do óleo essencial**

Por meio do CG/EM, foi possível identificar um total de 22 constituintes químicos no óleo essencial, representando 99,12 % de todos os constituintes. Os componentes majoritários do OE foram o  $\beta$ -Cariofileno (34,96%), o Germacreno D (25,49 %) e o Bicyclogermacreno (9,78 %) (tabela 1). O óleo essencial apresentou um rendimento de 0,109 %.

### **Teste de inseticida**

Os nossos resultados preliminares mostraram que a exposição das moscas contra o OELM causou mortalidade após as primeiras horas de exposição, apresentando CL<sub>50</sub> baixas em todos os horários de exposição (tabela 2). Mostrando que houve uma atividade inseticida significativa, pois quando comparada com o controle houve uma alta mortalidade (fig. 1). Além disso, foi possível identificar que houve uma mortalidade (atividade inseticida) de modo dose-dependente e do tempo de exposição do OELM.

### **Teste de geotaxia**

Para o teste de geotaxia foi possível observar que o óleo essencial de *L. montevidensis* apresentou atividade contra o aparelho locomotor das moscas. Houve significância em todos os grupos tratados ( $p < 0,0001$ ) apresentando-se como um composto bioativo (fig. 2).

**Tabela 1.** Composição química do óleo essencial das folhas de *L. montevidensis*. Proporção relativa dos constituintes do óleo essencial foi expressa em porcentagem

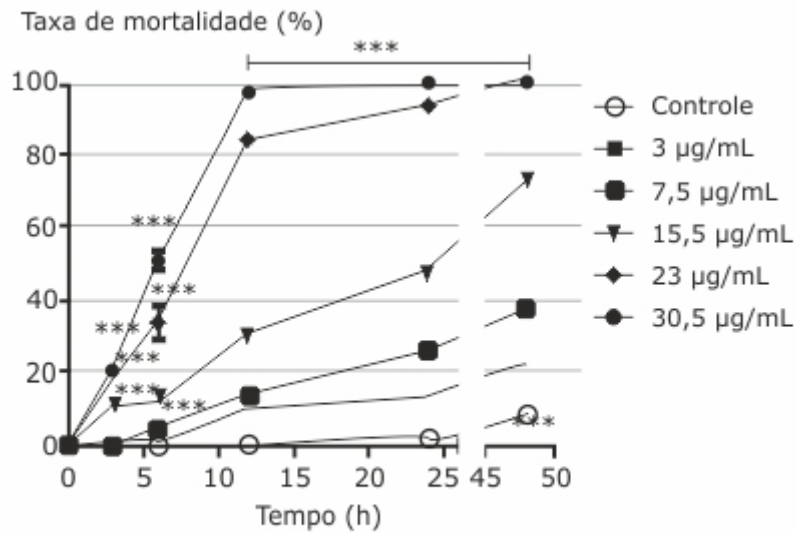
Constituintes	RI <sup>a</sup>	RI <sup>b</sup>	Porcentagem de compostos químicos (%)
			<i>L. montevidensis</i>
Canfeno	953	951	0,56
Sabineno	976	675	1,09
p-Cimeno	1026	1026	0,67
Terpinoleno	1088	1079	1,15
Óxido de <i>cis</i> -Linalol	1074	1074	0,53
Linalol	1098	1199	3,40
Cânfora	1143	1141	0,78
Terpin-4-ol	1177	1174	0,17
Hidrato de <i>t</i> -Sabineno	1254	1257	0,56
$\alpha$ -Copaene	1376	1376	5,05
$\beta$ -Elemeno	1391	1389	2,61
$\beta$ -Cariofileno	1404	1401	34,96
(E)-Cariofileno	1418	1423	0,08
Aromandendreno-allo	1461	1460	1,35
$\alpha$ -Humuleno	1454	1451	2,56
Germacreno D	1480	1480	25,49
Valenceno	1491	1489	1,58
Biciclogermacreno	1494	1497	9,78
$\delta$ -Cadineno	1513	1509	0,13
$\alpha$ -Cadideno	1538	1538	0,45
Espatulenol	1576	1573	2,23
Óxido de Cariofileno	1581	1585	3,94
Total identificado (%)			99,12

<sup>a</sup> Índice de Retenção Relativo. <sup>b</sup> Índice de Retenção Experimental (com base na série homóloga de *n*-alkane C<sub>7</sub>-C<sub>30</sub>).

**Tabela 2.** Concentração do óleo essencial das folhas de *L. montevidensis* responsável por ocasionar 50 % da mortalidade das moscas em diferentes tempos de exposição.

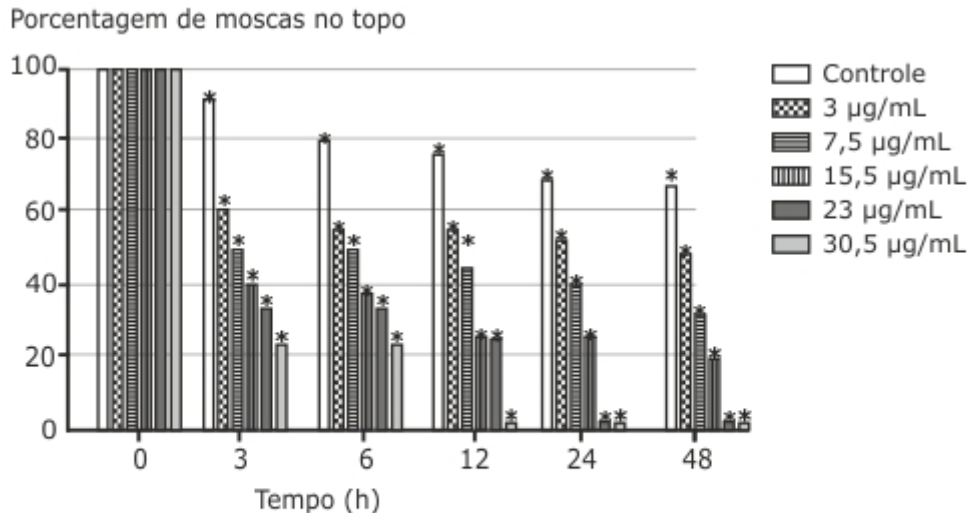
Tempo (h)	CL <sub>50</sub> (µg/mL)
3	15,14
6	24,63
12	18,65
24	17,01
48	13,21

CL<sub>50</sub> – Concentração letal capaz de ocasionar 50 % de mortalidade das moscas.



**Fig. 1.** Efeito biocida do OELM (µg/mL) contra *D. melanogaster*. (Two Way-ANOVA), seguida do Post hoc de Tukey \*\*\* P < 0.0001.





**Fig. 2.** Efeito do óleo essencial de *L. montevidensis* na atividade locomotora (geotaxia negativa) de *D. melanogaster*. Os resultados são expressos como média  $\pm$  DP. \*  $P < 0,0001$  comparado com o controle em cada tempo de exposição. (Two Way - ANOVA), seguida do Post hoc de Tukey \*\*\*  $P < 0.0001$ .

## DISCUSSÃO

Os inseticidas produzidos sinteticamente podem ser perigosos para os seres humanos, tanto na forma citotóxica como na forma genotóxica. Além disso, podem ocasionar problemas ambientais tais como a extinção de espécies que não são alvos, isso pode ocorrer principalmente com os organismos da Ordem Hymenoptera, em que os representantes são abelhas e formigas. Os primeiros organismos estão relacionados à polinização das plantas.<sup>20,21</sup>

As alternativas para os inseticidas comuns são os produtos derivado de plantas, principalmente as medicinais aromáticas, pois apresentam baixa toxicidade e apresentam grande abundância de óleo.<sup>22</sup> Esses óleos essenciais são compostos vegetais sintetizados pelos metabólitos secundários das plantas para a proteção contra pragas e herbívoros, eles podem apresentar um gosto ruim ao paladar dos animais que se alimentam de vegetais e/ou apresentarem compostos tóxicos contra artrópodes que são pragas. Esses mecanismos de defesa são utilizados para uma maior perpetuação da espécie evitando a sua extinção.<sup>23,24,31</sup>

No ensaio realizado foi possível observar que o óleo essencial apresenta efeito bioinseticida frente ao organismo testado. Quando comparamos nossos resultados com ensaios de mortalidade anteriores, o OELM ( $CL_{50}$  de  $13.21 \mu\text{g/mL}$  em 48 h) apresentou-se mais potente que o OE de *Psidium guajava* em 48 h ( $CL_{50}$  de  $13,8 \mu\text{g/mL}$ ).<sup>10</sup>

De fato é possível perceber que o OELM é uma alternativa para o combate de pragas da agricultura, principalmente os dípteros. Entretanto para se validar esse produto são necessários estudos avaliando a toxicidade dos compostos vegetais, tanto dos óleos como dos extratos. Pois uma espécie pertencente ao mesmo gênero que a *L. montevidensis*, é conhecida em muitos países por ser tóxica, a espécie *L. camara*. O efeitos tóxicos a *L. camara* é atribuído à presença de um composto denominado de lantadene que se apresentam em três tipos a A, B e D.<sup>25,26,30</sup>

Tais testes podem ser realizados utilizando organismos modelos como, por exemplo, *Caenorhabditis elegans* um acelomado, *Artemia salina* um crustáceo que apresenta uma correlação de sua CL<sub>50</sub> com a DL<sub>50</sub> de roedores.<sup>27</sup>

Por mais que alguns componentes biológicos não sejam capazes de ocasionar a mortalidade, eles possuem propriedades que afetam o aparelho locomotor das moscas. O aparelho locomotor das moscas se localiza no mesotórax, apresentando apenas um par de asas, além das asas, elas têm uma estrutura denominada de haltere, localizada no terceiro segmento do tórax, o metatórax, em que essa estrutura é responsável por auxiliar o animal no vôo, tal como equilíbrio e estabilização.<sup>20</sup> Por mais que os insetos voadores não estejam mortos após a aplicação de um bioinseticida, sem a sua locomoção eles não serão capazes de chegar e atacar as partes interessadas na agropecuária, como é o caso dos frutos.

Além dos óleos essenciais utilizados como alternativas bioinseticidas, outros derivados botânicos estão sendo utilizados como alternativas, é o caso de extratos. No estudo de Araújo-Pinho *et al.*<sup>28</sup> o extrato hidroetanólico de *Duguetia furfuracea* é avaliado contra *D. melanogaster* como alternativa inseticida, em que apresentou resultados positivos, tanto na mortalidade das moscas quanto na sua atividade locomotora. Além disso, não só os vegetais denominados superiores, por serem embriófitas são utilizados como bioinseticidas, Zemolin *et al.*<sup>16</sup> evidencia atividade inseticida do extrato metanólico de uma alga verde, a *Prasiola crispa* frente à *D. melanogaster* e outro artrópode-modelo a barata *Nauphoeta cinerea*. Evidenciando assim, que outros derivados botânicos também são propensos como alternativas inseticidas.

O efeito inseticida do óleo essencial pode ser atribuído à ação dos componentes majoritários do óleo essencial, tanto de modo isolados como de modo sinérgicos. Os nossos resultados da composição química do óleo essencial de *L. montevidensis* concordam com a avaliação por Sousa *et al.*<sup>13</sup> mostrando o  $\beta$ -caryophyllene (31,5 %), germacrene D (27,5 %) e o biciclogermacrene (13,93 %) como constituintes majoritários. O que se tem encontrado na literatura é que sempre há variações quanto à composição dos óleos essenciais, com os componentes majoritários diferentes e as porcentagens apresentando altas diferenças, em que isso deve-se ao modo de coleta, a região que foi coletado, o modo de preparo do material botânico, o período fenológico e também o modo de extração do óleo essencial. Concordamos com Deschamps *et al.*<sup>29</sup> quando afirma que uma alternativa para evitar uma grande oscilação na composição química é que o mesmo deve ser extraído sob as mesmas condições, ocasionando uma composição mais constante. Pois o método de extração de Sousa *et al.*<sup>13</sup> foi similar ao do nosso trabalho.

Sendo assim, o óleo essencial de *L. montevidensis* mostrou uma ação fumigante por comprometer a geotaxia das moscas, assim como também evidenciou uma alta mortalidade. Sendo assim os nossos resultados mostram esse óleo essencial como uma fonte alternativa de inseticida. Novos ensaios visando a toxicidade são necessários para assegurar o uso desse tipo de composto.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Regional do Cariri e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq pelo apoio financeiro nas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.
2. Cox C, Surgan M. Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. *Environ Health Persp.* 2006; p. 1803-06.
3. Grandjean P, Landrigan PJ. Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *Lancet Neurol.* 2014;13(3):330-8.
4. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil 2000-2005. Rio de Janeiro: IBGE. 2006;12-7.
5. Kampa M, Castanas E. Human health effects of air pollution. *Environ Pollut.* 2008;151(2):362-7.
6. Benelli G, Flamini G, Canale A, Cioni PL, Conti B. Toxicity of some essential oil formulations against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae). *Crop Prot.* 2012;42:223-9.
7. Chang CL, Cho IK, Li QX. Insecticidal activity of basil oil, trans-anethole, estragole, and linalool to adult fruit flies of *Ceratitis capitata*, *Bactrocera dorsalis*, and *Bactrocera cucurbitae*. *J Econ Entomol.* 2009;102(1):203-9.
8. Isman MB. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev Entomol.* 2006;51:45-66.
9. Pinho AI, Wallau GL, Nunes MEM, Leite NF, Tintino SR, Cruz LC, *et al.* Fumigant activity of the *Psidium guajava* var. *pomifera* (Myrtaceae) essential oil in *Drosophila melanogaster* by means of oxidative stress. *Oxi med and cel longev.*
10. Deena MJ, Thoppil JE 2000. Antimicrobial activity of the essential oil of *Lantana*. *Fitoterapia.* 2000;71(4):453-5.
11. Taylor S, Kumar L, Reid N, Kriticos DJ. Climate Change and the Potential Distribution of an Invasive Shrub, *Lantana camara* L. *PLoS ONE.* 2012;7(4).
12. Barreto FS, Sousa EO, Campos AR, Costa JGM, Rodrigues FFG. Antibacterial activity of *Lantana camara* Linn. and *Lantana montevidensis* Briq. extracts from Cariri-Ceará, Brazil. *J Young Pharm.* 2010;2(1):42-4.
13. Sousa EO, Rodrigues FFG, Coutinho HDM, Campos AR, Lima SG, Costa JGM. Chemical composition and aminoglycosides synergetic effect of *Lantana montevidensis* Briq. (Verbenaceae) essential oil. *Rec Nat Prod.* 2015(1):60-4.
14. Sobral-Souza CE, Leite NF, Cunha FAB, Pinho AI, Albuquerque RS, Carneiro JNP, *et al.* Cytoprotective effect against mercury chloride and bioinsecticidal activity of *Eugenia jambolana* Lam. *Arab J Chemistry.* 2014;7(1):165-70.
15. Cunha FAB, Wallau GL, Pinho AI, Nunes MEM, Leite NF, Tintino SR, *et al.* *Eugenia uniflora* leaves essential oil induces toxicity in *Drosophila melanogaster*: involvement of oxidative stress mechanisms. *Toxicol Res.* 2015;4(3):634-44.

16. Zemolin APP, Cruz LC, Paula MT, Pereira BK, Albuquerque MP, Victoria FC, *et al.* Toxicity induced by *Prasiola crispa* to fruit fly *Drosophila melanogaster* and cockroach *Nauphoeta cinerea*: evidence for Bioinsecticide action. J Toxicol Env Health, Part A. 2014;77(1-3):115-24.
17. Matos, FJA. Introdução à Fitoquímica Experimental. UFC, Fortaleza. 2009; p. 148.
18. Coulom H, Birman S. Chronic exposure to rotenone models sporadic Parkinson's disease in *Drosophila melanogaster*. J Neurosci. 2004;24(48):10993-8.
19. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Baylor University, Allured Publishing. 2001;12(1):129-37.
20. Barnes RD, Ruppert EE, Litvaitis MK. Invertebrate zoology. Philadelphia: WB Saunders. 1968.
21. Mendonça PM, Lima MG, Albuquerque LRM, Carvalho MG, Queiroz MMC. Effects of latex from "Amapazeiro" *Parahancornia amapa* (*Apocynaceae*) on blowfly *Chrysomya megacephala* (Diptera: *Calliphoridae*) post-embryonic development", Vet Parasitol. 2011;178(3-4):379-82.
22. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils-a review. Food Chem Toxicol. 2008;46(2):446-75.
23. Lahlou M. Essential oils and fragrance compounds: bioactivity and mechanisms of action. Flavour Frag J. 2004;19(2):159-65.
24. Silva L, Oniki GH, Agripino DG, Moreno PR, Young MCM, Mayworm MAS, *et al.* Bicyclogermacreno, resveratrol e atividade antifúngica em extratos de folhas de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & Jarvis (*Vitaceae*). Rev Bras Farmacogn. 2007;17:361-67.
25. Kalita S, Kumar G, Karthik L, Rao KVB. A review on medicinal properties of Lantana camara. Research J. Pharm And Tech. 2012;5:771-5.
26. Pass MP. Poisoning of livestock by Lantana plants. In: Keeler RF, Tu AT, editors. Handbook of natural toxins, vol. VI, toxicology of plants and fungal compounds. New York: Marcel Dekker. 1991;297-11.
27. Parra AL, Yhebra RS, Sardiñas IG, Buela LI. Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. Phytomedicine. 2001;8(5):395-00.
28. Araújo-Pinho FVS, Silva GF, Macedo GE, Muller KR, Martins IK, Ternes APL, *et al.* Phytochemical Constituents and Toxicity of *Duguetia furfuracea* Hydroalcoholic Extract in *Drosophila melanogaster*. Evid-Based Compl Alt; 2014.
29. Deschamps C, Zanatta JL, Bizzo HR, Oliveira MC, Roswalka LC. Avaliação sazonal do rendimento de óleo essencial em espécies de menta. Ciênc. Agrotec. 2008;32(3):725-30.
30. APP, Cruz LC, Paula MT, Pereira BK, Albuquerque MP, Victoria FC, *et al.* Toxicity induced by *Prasiola crispa* to fruit fly *Drosophila melanogaster* and cockroach

*Nauphoeta cinerea*: evidence for Bioinsecticide action. J Toxicol Env Health, Part A. 2014;77(1-3):115-24.

31. Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annu. Rev. Entomol. 2007;52:81-106.

Recibido: 3 de marzo de 2016.

Aprobado: 15 de diciembre de 2016.

*José Weverton Almeida Bezerra*. Universidade Regional do Cariri, Brasil. Correo electrónico: [weverton.almeida@urca.com](mailto:weverton.almeida@urca.com)