



Óleo essencial, mineral e inseticida no manejo de *Duplachionaspis divergens* em cana-de-açúcar

Tarciana Silva dos Santos^{a*}, Márcio Akio Ootani^a, Milena Fernandes da Silva^a,
Thiago Silva de Almeida^a, Fernanda Helena Nascimento de Andrade^a, Stella Aurea Cristiane^a,
James Correia de Melo^a

^a Centro de Tecnologias e Estratégicas do Nordeste - CETENE, Brasil

* Autor correspondente (tarciana.agronomia@gmail.com)

INFO

Keywords

bioactivity of oils
mealybug
alternative management
Saccharum officinarum
insect

ABSTRACT

Essential oil, mineral and insecticide in the management of Duplachionaspis divergens in sugarcane
Sugarcane (*Saccharum officinarum*) moves the Brazilian economy, covering ± 9 thousand ha/year. Some pests escape the attention of the producer, such as mealybugs, due to their diminutive size and sedentary habit, causing damage to the essential oils that may be necessary. Likewise, this work aims to evaluate essential oils of three vegetal species (*Moringa oleifera*, *Piper marginatum* and *Lippia sidoides*), mineral oil, and an insecticide (Decis®) without handling *Duplachionaspis divergens* in micro propagated seedlings of sugarcane, variety SP 78 4764. Treatments and evaluations are carried out fortnightly. It was verified that the area and root dry mass (MSA and MSR) did not obtain significant differences in all the treatments. For seedling height (ALT), limb diameter (LIM), and chlorophyll (CLO), the best results will follow the infestation control (CI), the positive treatments (CP 1 - mineral oil and chemical CP 2 - Decis®), respectively in comparison with a negative testimonial (TN - water). With the level of the population evaluated in 2 cm² on the sheet, abaxial side, it was verified that after 30 days there was a significant reduction for all treatments, excreted or negative treatment (TN - water), the best treatments were maintained up to 60 days, as positive treatments 1 and 2 (Decis® mineral and chemical oil), and OE-3 (*Lippia sidoides*) obtained significant results. The mineral oil and the chemical control obtained essential answers in the agronomic development and the mealybug population, and the essential oil *Lippia sidoides* only in the population.

RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) importante economia Brasileira foram colhidos ± 9 milhões de ha/ano, porém causa desarranjo fitossanitário. Algumas pragas têm atenção do produtor, como as cochonilhas, devido ao tamanho e hábito sedentário, causando prejuízo. Os óleos essenciais vêm como alternativa. Este trabalho tem o objetivo de avaliar atividade biológica dos óleos essenciais de três espécies vegetais (*Moringa oleifera*, *Piper marginatum* e *Lippia sidoides*), como também óleo mineral e um inseticida (Decis®) no manejo de *Duplachionaspis divergens* em mudas micro propagadas de cana-de-açúcar, variedade SP 78 4764. Os tratamentos e as avaliações foram realizados quinzenalmente. Foi verificado que a massa seca área e radicular (MSA e MSR) de todos os tratamentos não obtiveram diferença significativa. Para altura de mudas (ALT), diâmetro do limbo (LIM) e clorofila (CLO) os melhores resultados seguiram do controle de infestação (CI - plantas sadias), os tratamentos positivos (CP 1 - óleo mineral e CP 2 químico - Decis®), respectivamente em comparação com a testemunha negativa (TN - água). Em relação ao nível de população avaliada em 2 cm² na folha, lado abaxial, foi verificado que aos 30 dias houve uma redução significativa para todos os tratamentos, exceto o tratamento negativo (TN - água), os melhores tratamentos se mantiveram estáveis até os 60 dias, como os tratamentos positivo 1 e 2 (óleo mineral e químico Decis®), e o OE-3 (*Lippia sidoides*) obteve resultados significativos. O óleo mineral e o controle químico obtiveram respostas importantes no desenvolvimento agrônomo e na população de cochonilha, já o óleo essencial *Lippia sidoides* apenas na população.

Palavras-chaves

bioatividade de óleos
cochonilha
manejo Alternativo
Saccharum officinarum
inseto

Received 20 April 2023; Received in revised from 07 August 2023; Accepted 11 August 2023



INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) tem grande importância econômica mundial, em função do seu uso para a produção de açúcar, biocombustíveis e bioenergia (FAO, 2022). O Brasil ocupa a posição de líder mundial na produção de cana-de-açúcar, com 568,4 milhões de toneladas e 8,26 mil hectares de área plantada (CONAB, 2022). Embora os dados comprovem uma alta produção, a cultura enfrenta diversos desafios, problemas de ordem fitossanitária interferem que na produtividade, entre eles destaca-se os insetos-praga a cochonilha, várias espécies de insetos infestam à cana-de-açúcar causando sérios prejuízos, já sendo reportadas cerca de 18 espécies de cochonilha atacando essa cultura no Brasil (Monteiro et al., 2023).

As condições climáticas no Brasil influenciam a abundância dessas espécies, como temperaturas amenas e umidade relativa alta. As cochonilhas podem ter preferências por variedades de cana de açúcar específicas, infestar diferentes regiões da planta, agir preferencialmente na região da parte aérea, após a brotação, em folhas (lado abaxial e adaxial), bainha, colmo (nós e entrenós), e também pode colonizar a parte radicular, sendo disseminada enigmáticamente em todas as condições citadas pelo vento, água, propagação de plantas doentes insetos e práticas agrícolas, tornando-se o controle extremamente difícil (Vasconcellos et al., 2010).

As cochonilhas (Euptera: Cocomorpha) possuem corpo e forma variáveis, tamanho diminuto (0,5 a 35 mm), geralmente seu corpo é recoberto de cera ou laca, possuem forma de reprodução assexuada e/ou partogênese, ovíparas e/ou ovovivíparas com postura variando de 50 a 5000 ovos, possuem hábito de deslocamento em curtas distâncias especificamente, nos primeiros instares ninfais e quando maduras diminuem sua locomoção ainda mais, prendem sua mandíbulas nas plantas hospedeiras e via sucção da seiva retiram líquido fotoassimilado, inoculam substâncias tóxicas e causam sérios prejuízos (Torres et al., 2021).

A infestação por cochonilha pode impactar diretamente a produção de açúcar até 21% (Puig et al., 2021), retardando o crescimento, causando morte dos brotos, desenvolvimento de colmos com menor peso e diâmetro, além disso, a presença da cochonilha pode afetar a existência de outros insetos e/ou doenças (fungos, bactérias e vírus), devido à vulnerabilidade das plantas, através dos danos diretos servindo como porta de entrada (Ganjisaffar et al., 2019).

A espécie *Diplachionaspis divergens* já é co-

nhecida no Brasil e em outros países como hospedeira em cana-de-açúcar (Monteiro et al., 2023), e em gramíneas forrageiras nos arredores de Mato Grosso do Sul (Torres et al., 2021). O manejo a cochonilha tem impacto adverso dos pesticidas químicos ao ambiente, é necessária uma substituição imediata para controlar com êxito as cochonilhas. Agentes botânicos derivados de plantas derivadas de plantas, tais como extratos e óleos essenciais de plantas não hospedeiras com propriedades repelentes e tóxicas podem ser considerados como uma melhor alternativa aos pesticidas químicos (Regnault-Roger et al., 2012). Tendo em vista a ausência de medidas adequadas de manejo ou produtos recomendados, favorecem o uso indiscriminado de inseticidas químicos sintéticos impróprios como uma forma de controle imediato da praga. Entretanto, essa prática pode acarretar em consequências graves, tais como, interferir no organismo não alvo, selecionar organismos resistentes e expor o ambiente e a saúde humana a riscos de contaminação. Portanto, a busca de medidas de manejos sustentáveis é importante para minimizar os impactos ocasionados, uma das alternativas é os inseticidas botânicos, através dos óleos essenciais.

Dentre os inseticidas botânicos a *Moringa oleífera* cultivada nos trópicos de todo o mundo mostra-se potencial inseticida, um dos componentes encontrados no extrato na moringa com atividade biológica para o controle da cochonilha é a lectina (Oyeniran et al., 2022), o *Piper marginatum* é uma planta já conhecida por seu efeito tóxico com efeito ovicida, de alta degradabilidade, cuja atividade fitoquímica de monoterpenoides (Ribeiro et al., 2016), e a espécie *Lippia sidoides* por atividade do componente majoritário também pertencente ao grupo dos monoterpenos, entre eles o timol, apresenta grande potencial atividade biológica (Guimarães et al., 2015).

Existe poucos estudos direcionados ao manejo químico ou cultural de *D. divergens* para a cultura de cana-de-açúcar. Esse trabalho teve o objetivo avaliar a atividade inseticida de diferentes óleos vegetais, mineral e químico a *D. divergens* em mudas infestadas naturalmente de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Condução do experimento

Esse estudo foi realizado na Biofábrica Governador Miguel Arraes no Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE, localizado em

Recife – PE (07° 51.461' S 035° 14.322 W), na estação considerada mais quente do ano, o verão, período que compreendeu de fevereiro a março de 2022. Durante o experimento, a média da condição climática, no interior da casa de vegetação, foi de 39 °C de temperatura máxima, e 22 °C, a mínima (± 2 °C).

As mudas utilizadas foram originadas da

propagação via cultura de tecidos, se encontravam na fase de aclimatização, em cultivo protegido, naturalmente infestadas com a cochonilha *D. divergens*, na qual apresentavam em bandejas sintomas em reboleiras, observando-se plantas amareladas, evoluindo do alaranjado/amarelo, desfolhadas, murchas, secas, com infestação contínua nas folhas na parte adaxial e abaxial (Figura 1).



Figura 1- Infestação natural de cochonilha em mudas de cana-de-açúcar, variedade SP 78 4764: (A) manifestação observada em reboleira; (B) folha com ápice de aspecto seco, coloração marrom, evoluindo do alaranjado/amarelo, com infestação contínua.

Identificação da cochonilha

As folhas que continham infestação contínua foram coletadas aleatoriamente em dez pontos, nesses pontos amostras de cochonilhas foram retiradas e colocadas em frascos tipo eppendorf contendo álcool 70% para identificação posterior. Foram identificadas como *Duplasiomaspis divergens* via técnica adaptada por Torres et al., (2021) (Hemiptera:

Diaspididae) - Figura 2, de acordo com as características morfológicas da fêmea adulta, onde possuem formato oval, são ligeiramente amarelas e cobertas com camada de cera branca, possuem ovos protegidos que se mantêm até a fase de ninfa, já os machos diferenciam aproximadamente aos sete dias de desenvolvimento e franjas de cera se formam em seu dorso segundo técnicas propostas por Monteiro et al., (2023).



Figura 2 - Folhas de cana-de-açúcar: (A) alta infestação de cochonilha (B) observação de espécies de *Duplasiomaspis divergens*, estando presas nas folhas através de peças bucais, extraindo a seiva da planta.

Manejo das mudas

As mudas foram acomodadas em tubetes de polipropileno de 290 mL, e plantadas em substrato comercial - Basaplant®. O substrato possui granulometria considerada ideal para desenvolvimento de mudas, em sua composição de casca de pinus, turfa, carvão, vermiculita, associado à macro e micronutrientes. As mudas foram irrigadas automaticamente por aspersão, em quatro irrigações/dia, com duração de quatro minutos para manter aproximadamente 80% da capacidade de retenção de água do solo. Receberam quinzenalmente um subsídio de nutrição com adubação foliar de macro e micronutrientes a fim de proporcionar o melhor desempenho vegetativo, e não comprometer os tratamentos.

Obtenção dos óleos e preparo das soluções

Sementes de *M. oleífera* foram desidratadas em estufa (40 °C – 48 h) e pulverizadas com o auxílio de um moinho de facas. Foi realizada extração com solvente (6 h) utilizando aparatos de extração tipo Soxhlet seguido de separação de solvente usando evaporador rotativo a vácuo. O óleo obtido foi armazenado em frascos de vidro âmbar sob refrigeração (0 – 4 °C) até análises posteriores e preparo das soluções (adaptado de Díaz et al., 2021).

Amostras de biomassa (folhas frescas) de *L. sidoides* e *P. marginatum* foram separadamente trituradas e submetidas ao processo de extração por hidrodestilação em aparelho tipo clewenger modificado por 2 h (adaptado de Almeida et al., 2013). Os óleos essenciais foram posteriormente, secos com adição de sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄), e armazenados sob refrigeração a -4 °C até serem testados.

Arranjo experimental

As mudas foram transferidas para um ambiente protegido e isolado, as infestadas foram aleatorizadas. Utilizou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC, com sete tratamentos: (CI) controle de infestação, utilizando plantas sadias; (TN) testemunha negativa, aplicando água pura; (TP-1) testemunha positiva, óleo mineral, na proporção de 200 mL de óleo + 300 mL de detergente neutro + 500 mL de água (Ayres et al., 2020); (TP-2) testemunha positiva, controle químico, utilizando o produto Decis® (BAYER S.A. São Paulo – Brasil)

2/500 mL de água; (OE-1) óleo essencial de *M. oleífera*; (OE-2) óleo essencial de *P. marginatum*; e o óleo essencial de *L. sidoides*. Para os óleos essenciais foi utilizada uma proporção de 160 µL de óleo + 240 µL de detergente neutro + 79,6 µL de água.

O arranjo experimental derivado de dez repetições, cada unidade experimental composta por uma muda/tubete, perfazendo 70 unidades experimentais, da qual foi repetido duas vezes para comprovação e veracidade dos dados. Os tratamentos foram aplicados quinzenalmente via pulverização, certificando-se sempre de uma boa distribuição de forma homogeneia em toda à planta, e feito a cobertura do tratamento a cada 15 dias, como forma de proteção.

Avaliações

As avaliações foram realizadas quinzenalmente, nos tratamentos descritos acima, aos 15, 30, 45 e 60 dias. Da qual compreendeu mais de um ciclo de *D. divergens*, que dura em média 39 dias (Torres et al., 2021). Foram realizadas avaliações biométricas observando-se o desenvolvimento das mudas, conforme: altura de plantas com auxílio de uma fita milimétrica (ALT - cm), diâmetro do limbo foliar com um paquímetro (LIM - cm), índice de clorofila e com o clorofilômetro (CLO - SPAD). A massa fresca aérea e radicular (MFA/MFR - g) das plantas aos 60 dias foram secas em estufa de ar forçado à ± 80 °C até a retirada total de umidade e posteriormente pesado em balança analítica.

Para avaliação da população de *D. divergens*, foi realizada no tempo (15; 30; 45; e 60 dias), delimitando-se um espaçamento na folha, parte abaxial de 2 cm² e contabilizado o número de juvenis com auxílio de uma lupa e um contador de partículas (Figura 3).

Para a porcentagem de eficiência foi realizado a média dos tratamentos em cima dos valores de população, e calculado da seguinte fórmula: Eficiência (%) = (A-B) / A x 100%. Sendo, A= valor de referência (Testemunha negativa – TN água); e B= demais tratamentos de forma isolada.

Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e a significância realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico Sisvar®, versão 5.6 para Windows (Ferreira, 2019).

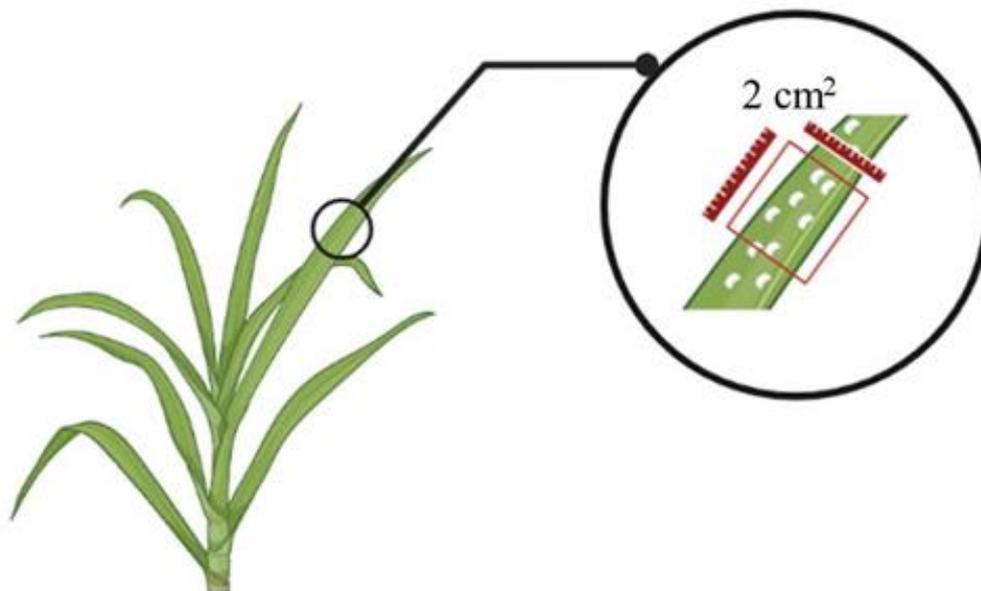


Figura 3 - Avaliação de população de *D. divergens* em 2 cm² em lâmina foliar parte abaxial de cana-de-açúcar, sobre infestação natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para interação entre os tratamentos com o uso de óleos essenciais, mineral e químico no controle de *D. divergens* em mudas de cana-de-açúcar, variedade SP 78 4764, observando no desenvolvimento agrônomo como na população da cochonilha análise de variância foi significativo ($p < 0,05$).

Na variável altura de mudas (ALT), quatro tratamentos se destacaram e foram equivalentes em nível de significância, por ser os mais que as plantas de cana-de-açúcar se desenvolveram durante a aplicação dos tratamentos, sendo eles: o controle de infestação – plantas sadias (CI), testemunha negativa – água pura (TN), tratamento positivo – óleo mineral (TP - 1), e o óleo essencial – *Lippia sidoides* (OE - 3). Os demais tratamentos obtiveram respostas inferiores aos já mencionados, em decadência de ordem de significância, seguindo do óleo essencial - *Piper marginatum* (OE - 3), tratamento positivo – químico Dercis® (TP - 2) e o óleo essencial – *Moringa oleífera* (OE - 1), respectivamente, (Tabela 1). Várias espécies de plantas, tais como *Ocimum gratissimum*, *Evodia lenticellata*, *Acorus calamus*, e *Aegle marmelos*, e tem sido reportado apresentando toxicidade de contacto contra *Callosobruchus chinensis*, *Lasioderma serricorne*, *Liposcelis bostrychophila*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica* (Ogendo et al., 2008; Cao et al., 2018).

O estabelecimento da sanidade é constituído por prática de maior disseminação no mundo para o

controle de pragas, os inseticidas nesse caso, por exemplo, devida a visão de ação rápida e eficaz, entretanto, a sua ação tem acarretado sérios problemas ambientais, alimentícios e na saúde humana, contudo relatos de cochonilhas tem desenvolvido resistência a muitas classes de pesticidas, incluindo avermectinas, carboidrazida, ciclodieno, neonicotinóides organofosforados, oxadiazina e piretróides (Nagrare et al., 2020).

Para a variável diâmetro do limbo da folha (LIM), o melhor empenho foi encontrado no CI, seguindo de quatro tratamentos que não diferiram entre si e nem da testemunha negativa utilizando, apenas água, foram eles (TN; TP - 1; OE - 1; e o OE - 3), e por último com menores médias significativas o (TP - 1 e o OE - 2), Tabela 1. O teor de clorofila total (CLO), nenhum tratamento foi representativo, se diferido dos demais no nível de significância. Já para massa fresca aérea e massa fresca radicular (MFA e MFR) obteve comportamento semelhante, sendo observada apenas significância para o CI, (Tabela 1). As atividades inseticidas de compostos puros de óleos essenciais de plantas, depende da concentração testada, estadio e tipo de inseto (Tripathi et al., 2001). De modo geral, as atividades biológicas dos óleos essenciais de plantas resultam frequentemente da natureza sinérgica dos seus variados componentes ativos que podem ser utilizados individualmente ou em mistura para o controle de pragas (Afshar et al., 2017).

Tabela 1 - Ação de óleos essenciais no controle de *Duplachionaspis divergens* em resposta ao desenvolvimento de cana-de-açúcar, variedade SP 78 4764, Recife – PE.

Tratamentos ¹	ALT ^a	LIM ^b	CLO ^a	MFA ^c	MFR ^d
CI (Plantas Sadias)	68,80 a	13,77 a	31,09 a	10,46 a	11,95 a
TN (Água)	60,30 abc	10,47 bc	29,98 ab	5,30 b	6,10 b
TP - 1 (Óleo mineral)	60,00 ab	11,34 b	24,22 b	7,02 b	6,30 b
TP - 2 (Químico - Decis®)	53,10 cd	9,01 d	28,30 ab	6,34 b	6,12 b
OE - 1 (<i>Moringa oleífera</i>)	47,10 d	9,53 bc	29,57 ab	5,12 b	5,64 b
OE - 2 (<i>Piper marginatum</i>)	54,70 bcd	8,93 d	28,30 ab	6,24 b	5,46 b
OE - 3 (<i>Lippia sidoides</i>)	60,00 abc	10,35 bc	28,50 ab	5,70 b	4,66 b
*CV%	8,14	9,76	11,52	18,49	23,30
Média geral	58,14	10,49	28,76	6,59	6,59

¹Tratamentos: CI – Controle de infestação, avaliação em plantas sadias; TN – Testemunha Negativa, plantas infestadas tratadas com água; TP 1 – plantas infestadas tratadas com óleo mineral; TP 2 – plantas infestadas tratadas com controle químico - Decis®; OE 1 – plantas infestadas tratadas com óleo essencial de *Moringa oleífera*; OE 2 – plantas infestadas tratadas com óleo essencial de *Piper marginatum*; OE 3 – plantas infestadas tratadas com óleo essencial de *Lippia sidoides*;

aALT: Altura de Mudas(cm);

bLIM: Diâmetro do Limbo da Folha (cm): valores médios ≠ valores de desvio médio;

aCL: Clorofila total (SPAD);

cMFA: Matéria Fresca Aérea (g): valores médios ≠ valores de desvio médio;

dMFR: Matéria Fresca Radicular (g);

*CV: Coeficiente de Variação (%);

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,01$) pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação do efeito dos tratamentos na população de *D. divergens* em cana-de-açúcar, consegue-se observar a eficiência aos 60 Dias de Avaliações (DA), em nível de significância. O tratamento controle de infestação (CI plantas sadias) foi o que obteve melhor resultado, e o tratamento negativo utilizando apenas água (TN água) o de maior discrepância, resultado esse já esperado. Os tratamentos protagonistas foram o (TP -2 Químico – Decis®) que obteve melhor resultado, seguindo (TP – 1 óleo mineral), simultaneamente os (OE - 2 *Piper marginatum*) e (OE – 3 *Lippia sidoides*), por último o (OE - 1 *Moringa oleífera*), Tabela 2.

Este é o primeiro relato conhecido na literatura acadêmica que descreve os efeitos deletérios do óleo essencial de *P. marginatum* sobre *D. divergens*. De fato, não foi encontrado nenhum relato de investigação sobre qualquer espécie de cochonilha, mostrando a amplitude de potencial para esta linha de pesquisa. Mesmo não havendo trabalhos específicos com espécies de cochonilha, alguns trabalhos anteriores já indicavam capacidade inseticida para o OE de *p. marginatum* e podem ser citados como base para esta atividade

biológica. O trabalho de Guedes (2020) mostrou que o OE desta espécie é capaz de induzir alterações morfológicas e danos no desenvolvimento de embriões de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), com resultados promissores quando comparados ao controle positivo utilizado que foi azadirachtin. Ayres (2020) e colaboradores demonstrou que em atividade fumigante o OE de *P. Marginatum*, na concentração de 0.01 $\mu\text{L/L}$ causou 100% de mortalidade sobre *Zabrotes subfasciatus* após 48 h de exposição.

Na avaliação dos DA em quatro estágios (15, 30, 45 e 60 dias) é possível observar diferenças significativas: de acordo com os dias permaneceu uma constância nula de população para o tratamento (CI plantas sadias); uma variância para o tratamento (TN água); uma queda de população após os 15 DA e posterior uma constância do nível de população até os 60 dias para os tratamentos (TP óleo mineral e o OE – 3 *Lippia sidoides*); um decréscimo populacional de acordo com os dias para o (TP – 2 químico Decis®); e sem diferença significativa entre os tratamentos (OE - 1 *Moringa oleífera* e o OE - 2 *Piper marginatum*), Tabela 2.

Tabela 2 - Efeito de óleos na população^a de *Duplachionaspis divergens* em cana-de-açúcar, variedade SP 78 4764.

Tratamentos	Dias de avaliações (DA)							
	15 DA		30 DA		45 DA		60 DA	
CI (Plantas Sadias)	0,00	a A	0,00	a A	0,00	a A	0,00	a A
TN (Água)	84,60	bc BC	51,40	b A	109,20	b C	62,20	cd AB
TP - 1 (Óleo mineral)	73,20	bc B	41,60	ab A	30,60	ab A	31,60	bc A
TP - 2 (Químico - Decis®)	61,00	b B	38,60	b AB	32,00	b A	27,00	ab A
OE - 1 (<i>Moringa oleífera</i>)	71,00	bc A	52,20	b A	48,80	b A	71,60	d A
OE - 2 (<i>Piper marginatum</i>)	64,40	bc A	51,40	b A	56,60	b A	55,80	bcd A
OE - 3 (<i>Lippia sidoides</i>)	92,40	c B	38,80	b A	41,60	b A	45,60	bcd A
CV % 1	28,49							
CV % 2	34,03							
Média	47,61							

¹Tratamentos: CI – Controle de infestação, avaliação em plantas sadias; TN – Testemunha Negativa, plantas infestadas tratadas com água; TP 1 – plantas infestadas tratadas com óleo mineral; TP 2 – plantas infestadas tratadas com controle químico - Decis®; OE 1 – plantas infestadas tratadas com óleo essencial de *Moringa oleífera*; OE 2 – plantas infestadas tratadas com óleo essencial de *Piper marginatum*; OE 3 – plantas infestadas tratadas com óleo essencial de *Lippia sidoides*;

^aPopulação: Contagem de juvenis em espaço delimitado na folha parte abaxial (2 cm²), avaliações quinzenais;

*CV: Coeficiente de Variação (%) 1 em linhas e 2 em colunas;

Médias seguidas da mesma letra na linha (Maiúscula) e coluna (Minúscula) não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade – Análise de variância com medidas repetidas em dois fatores de repetição (Tratamentos x Dias de avaliações).

Também já foi demonstrada ação inibitória da ovoposição e larvicida contra *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mesmo em linhagens resistentes a piretroides (Pereira Filho et al., 2021; Autran et al., 2009). Ação inseticida sobre a formiga de fogo da Amazônia *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) (Souto et al., 2020), contra a mosca *Drosophila suzukii* e *Trichopria anastrephae* (Souza et al., 2020). Fica evidente o amplo espectro de ação de atividade inseticida do óleo essencial desta espécie, sendo essa ação normalmente associada pelos autores devido aos diversos compostos terpênicos de sua composição como anetol e eugenol que já apresentaram atividade inseticida quando testados

isoladamente (Souto et al., 2020).

Na porcentagem de eficiência a inibição da população frente aos tratamentos de *D. divergens*, na Figura 4, é possível observar que as mudas de cana-de-açúcar com 60 dias de tratamento, que os melhores resultados encontrados para o controle foi: o TP-1; tratamento positivo (Decis®); o TP-2; óleo essencial (*Moringa oleífera*); e o óleo essencial (*Lippia sidoides*) – OE-3, com 51,73 %; 48,9 %; e 42,49 % de eficiência. Esses resultados mostram controles promissores para um planejamento inteligente da praga, sustentável, e talvez o seu uso alternado possam construir uma proteção cruzada e uma barreira de resistência difícil de ser quebrada pelo inseto.

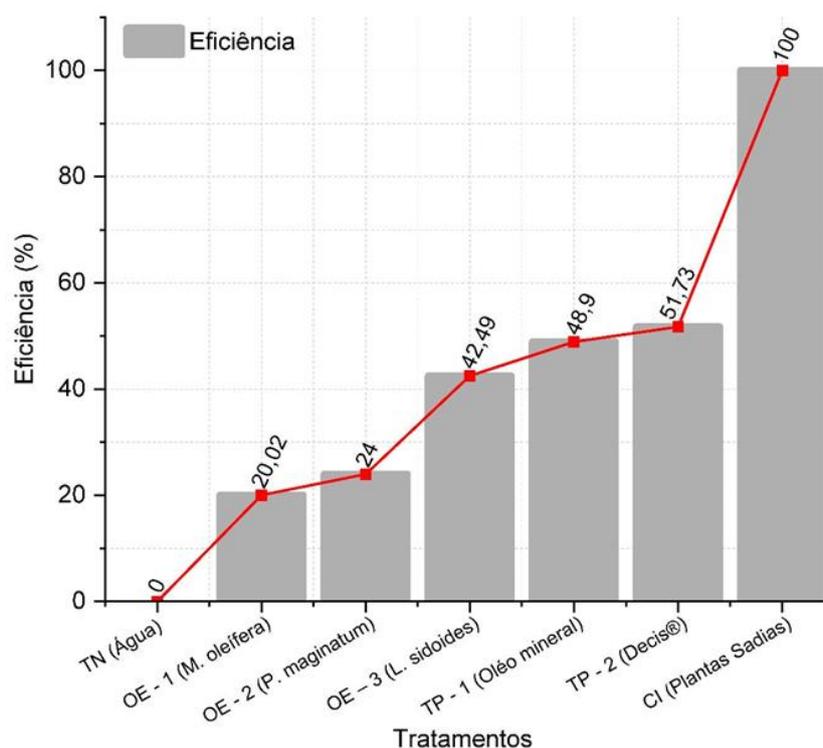


Figura 4 - Porcentagem de eficiência no manejo na população de *D. divergens* em mudas de cana-de-açúcar com 60 dias de tratamento: controle de infestação (mudas sadias) – CI; tratamento negativo (água) – TN; tratamento positivo (óleo mineral) – TP-1; tratamento positivo (Decis®) – TP-2; óleo essencial (*Moringa oleífera*) – OE-1; óleo essencial (*Piper marginatum*) – OE-2; óleo essencial (*Lippia sidoides*) – OE-3

Semelhante ao óleo essencial de *P. marginatum*, não foi encontrado nenhum relato anterior de investigação de ação do óleo de moringa oleífera sobre *Duplacionaspis divergens* ou mesmo sobre qualquer espécie de cochonilha, sendo este o primeiro trabalho conhecido. Grande parte dos trabalhos que relacionam *M. oleifera* e atividade inseticida são direcionados às lecitinas encontradas em suas sementes, contudo, é possível encontrar relatos, para o óleo, de atividade larvicida frente a *Aedes aegypti* (Nwankwo et al., 2015; Nwankwo et al., 2011), Vários óleos essenciais derivados de plantas de *Acorus calamus*, *Aegle marmelos*, *Cedrus deodara*, *Mentha piperita*, *Mentha spicata*, *Murraya koenigii*, e *Tagetes minuta* foram relatados como tendo atividades inseticidas contra várias pragas de insetos em estudos anteriores estudos anteriores (Jayaram et al., 2022). Adicionalmente, as misturas homogêneas ou heterogêneas de óleos essenciais também revelaram que as atividades inseticidas contra várias espécies de cochonilhas, incluindo *Pseudococcus calceolariae* (Tacoli et al, 2018), *Planococcus citri* (Erdemir e Erler, 2017), *Planococcus ficus* (Brahmi et al., 2022), A eficácia óleos essenciais

contra *D. divergens* não foi previamente descrita, de acordo com a revisão da literatura. Como resultado, esta investigação é uma abordagem nova e nunca foi efetuada antes para examinar o efeito sobre essa cochonilha em cana de açúcar.

CONCLUSÕES

O produto químico Decis® (BAYER S.A. São Paulo – Brasil), o óleo mineral e o óleo essencial *Lippia sidoides* podem ser usados no controle da cochonilha *Duplacionaspis divergens* em cana-de-açúcar obtendo eficiência entre 40-50% na regressão da população.

AGRADECIMENTOS

Centro de Tecnologias e Estratégias do Nordeste (CETENE) para nos conceder espaço físico. Financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - case número: 382221/2020-6) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES - case número: 88887.666074/2022-00) com bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida TS, Rocha JBT, Rodrigues FFG, Campos AR, Costa JGM. Chemical composition, antibacterial and antibiotic modulatory effect of *Croton campestris* essential oils. *Industrial Crops and Products*, v.44, p.630-633, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.010>
- Afshar FH, Maggi F, Iannarelli R, Cianfaglione K, Isman MB. Comparative toxicity of *Helosciadium nodiflorum* essential oils and combinations of their main constituents against the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera). *Industrial Crops and Products*. v.98, p.46–52, 2017. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.00>
- Autran E, Neves I, Dasilva C, Santos G, Camara C, Navarro D. Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae). *Bioresource Technology*. v.100, n.7, p.2284-2288, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.10.055>
- Ayres VFS, Oliveira MR, Baldin ELL, Corrêa GM, Guimarães AC, Takeara R. Chemical composition and insecticidal activity of the essential oils of *Piper marginatum*, *Piper callosum* and *Vitex agnus-castus*. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, v.93, n.3, e20200616, 2021. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120200616>
- Cao JQ, Guo SS, Wang Y, Pang X, Geng ZF, Du SS. Contact toxicity and repellency of the essential oils of *Evodia lenticellata* Huang and *Evodia rutaecarpa* (Juss.) Benth. leaves against three stored product insects. *Journal of Oleo Science*. v.67, n.8, p.1027–1034, 2018. <http://doi.org/10.5650/jos.ess17251>
- Brahmi R, Abdellaoui K, Harbi A, Abbes K, Rahmouni R, Tounsi S. Toxicity and neurophysiological impacts of three plant-derived essential oils against the vineyard mealybug *Planococcus ficus*. *Vitis*. v.61, n.1, p.1-10, 2022. <http://doi.org/10.5073/vitis.2022.61.1-10>
- CONAB - companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. v.8, n.3 - Terceiro levantamento, Brasília, 2022.
- Díaz Y, Tabio D, Rondón M, Piloto-Rodríguez R, Fernández E. Phenomenological model for the prediction of *Moringa oleifera* extracted oil using a laboratory Soxhlet apparatus. *Grasas y Aceites*. v.72, n.3, p.e422-e422, 2021. <https://doi.org/10.3989/gya.0664201>
- Erdemir T, Erler F. Repellent, oviposition-deterrent and egg-hatching inhibitory effects of some plant essential oils against citrus mealybug, *Planococcus citri* Risso (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*. v.124, p.473-479, 2017. <http://doi.org/10.1007/s41348-017-0112-x>
- FAO - World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. 2022. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>
- Ferreira DF. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*. v.37, n.4, p.529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Ganjisaffar F, Andreason SA, Perring TM. Lethal and Sublethal Effects of Insecticides on the Pink *Hibiscus Mealybug*, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Insects*. v.10, n.1, 2019. <https://doi.org/10.3390/insects10010031>
- Guedes CA, Teixeira VW, Dutra KA, Navarro DMAF, Cruz GS, Lapa Neto CJC, Correia AA, Sandes JM, Brayner, FA, Alves LC, Teixeira AAC. Evaluation of *Piper marginatum* (Piperales: Piperaceae) oil and geraniol on the embryonic development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae) in comparison to formulated products. *Journal of Economic Entomology*. v.113, n.1, p.239-248, 2020. <https://doi.org/10.1093/jee/toz300>
- Guimarães L, Silva M, Reis P, Costa M, Alves L. General Characteristics, Phytochemistry and Pharmacognosy of *Lippia sidoides*. *Nat Prod Commun*. v.10, p.1861-1867, 2015. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501001116>
- Jayaram CS, Chauhan N, Dolma SK, Reddy SE. Chemical composition and insecticidal activities of essential oils against the pulse beetle. *Molecules*. v.27, n.2, p.568, 2022. <http://doi.org/10.3390/molecules27020568>
- Monteiro GG, Peronti ALBG, Martinelli NM. Distribuição, abundância e sazonalidade de cochonilhas em culturas de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Biology*. v.83, p.1–7, 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.250879>
- Nagrare VS, Fand BB, Naik CBV, Naikwadi B, Deshmukh V, Sinh D. Resistance development in cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) to insecticides from organophosphate, thiazidiazines and thiourea derivatives. *International Journal of Tropical Insect Science*. v.40, p.181–188, 2020. <http://doi.org/10.1007/s42690-019-00068-9>
- Nwankwo EN, Okonkwo NJ, Ogbonna CU, Akpom CJ, Egbuche CM, Ukonze BC. *Moringa oleifera* and *Annona muricata* seed oil extracts as biopesticides against the second and fourth larval instar of *Aedes aegypti* L. *Journal of Biopesticides*. v.8, n.1, p.56-61, 2015.
- Nwankwo EN, Okonkwo NJ, Ozumba NA, Okafor EG. Comparative studies on the larvicidal action of novaluron (Mosquiron® 100EC) and *Moringa oleifera* (LAM) Seed Oil against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae. *African Research Review*. v.5, n.1, 2011.
- Ogendo JO, Kostyukovsky M, Ravid U, Matasyoh JC, Deng AL, Omolo EO. Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. oil and two of its constituents against five insect pests attacking stored food products. *Journal of Stored Products Research*. v.44, n.4, p.328-334, 2008. <http://doi.org/10.1016/j.jspr.2008.02.009>
- Oyeniran OH, Oboh G, Ademiluyi AO, Umar HI. Mistletoe infested *Moringa oleifera* and *Terminalia catappa* leaves supplemented diet enhances antioxidant and insulin-like peptide mRNA levels in *Drosophila melanogaster*. *Food Chem (Oxf)*. v.5, 100124, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100124>
- Pereira Filho AA, Pessoa GCD, Yamaguchi LF, Stanton MA, Serravite AM, Pereira RHM, Neves WS, Kato MJ. Larvicidal activity of essential oils from piper species against strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids. *Frontiers in Plant Science*. v.12, 685864, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.685864>

- Puig AS, Wurzel S, Suarez S, Marelli JP, Niogret J. Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) Species Associated with Cacao Mild Mosaic Virus and Evidence of Virus Acquisition. *Insects*. v.12, n.11, 2021.
<https://doi.org/10.3390/insects12110994>
- Ribeiro N, Câmara C, Ramos C. Toxicity of essential oils of *Piper marginatum* Jacq. against *Tetranychus urticae* Koch and *Neoseiulus californicus* (McGregor). *Chilean Journal of Agricultural Research*. v.76, p.71-76, 2016.
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392016000100010>
- Regnault-Roger C, Vincent C, Arnason JT. Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*. v.57, p.405-424, 2012.
<http://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
- Souto RNP, Harada AY, Andrade EHA, Maia JGS. Insecticidal activity of piper essential oils from the amazon against the fire ant *Solenopsis saevissima* (Smith)(Hymenoptera: Formicidae). *Neotropical Entomology*. v.41, n.6, p.510-517, 2012.
<https://doi.org/10.1007/s13744-012-0080-6>
- Souza MT, Souza MT, Bernardi D, Krinski D, de Melo DJ, Oliveira DC, Rakes M, Zarbin PHG, Maia, BHLNS, Zawadneak MAC. Chemical composition of essential oils of selected species of Piper and their insecticidal activity against *Drosophila suzukii* and *Trichopria anastrephae*. *Environmental Science and Pollution Research*. v.27, n.12, p.13056-13065, 2020.
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-07871-9>
- Environmental Science and Pollution Research*. v.27, n.12, p.13056-13065, 2020.
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-07871-9>
- Tacoli F, Bell VA, Cargnus E, Pavan F. Insecticidal activity of natural products against vineyard mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Crop Protection*. v.111, p.50-57, 2018.
<http://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.04.020>
- Torres FZV, Valério JR, Santos RDN, Amaral BB, Wolff VRDS. First record of *Duplachionaspis divergens* (Green, 1899) (Hemiptera: Diaspididae) in forage grasses in Brazil. *Entomological Communications*. v.3, p.ec03011, 2021.
<https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec03011>
- Tripathi AK, Prajapati V, Aggarwal KK, Kumar S. Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1, 8-cineole from artemisia annua on progeny production of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*. v.94, n.4, p.979-983, 2001.
<http://doi.org/10.1603/0022-0493-94.4.979>
- Vasconcellos A, Andreatze R, Almeida AM, Araujo HFP, Oliveira ES, Oliveira U. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Revista Brasileira De Entomologia*. v.54, p.471-476, 2010.