

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E
PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA –
PIBIC

**POTENCIAL INSETICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Cymbopogon citratus PARA O CONTROLE DE
FORMIGAS CORTADEIRAS DO GÊNERO *Atta*
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE)**

PLANO: ÓLEO ESSENCIAL *Cymbopogon citratus* PARA
CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS DO GÊNERO *Atta*
(HYM.: FORMICIDAE)

Área de conhecimento: Ciências Agrárias Aplicada
Subárea do conhecimento: Ciências Florestais
Especialidade do conhecimento: Proteção Florestal

Relatório Final
Período da bolsa: de (Agosto / 2020) a (Agosto / 2021)

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica
PIBIC/CNPq

Orientador: Genésio Tâmara Ribeiro
Autor: Paulo Felix Bento

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Objetivos.....	2
Metodologia.....	3
Obtenção do óleo essencial.....	3.1
Aplicação tópica.....	3.2
Aplicação por fumigação.....	3.3
Toxicidade aguda por fumigação.....	3.4
Análise estatística.....	3.5
Resultados e discussão.....	4
Bioensaios de toxicidade - aplicação tópica e fumigação.....	4.1
Toxicidade aguda por fumigação.....	4.2
Conclusão.....	5
Perspectiva de futuros trabalhos.....	6
Referências.....	7
Outras atividades.....	8
Justificativas.....	9

Resumo: Considerada praga de maior importância para o setor silvicultural e agrícola, as formigas cortadeira (Formicidae: Attini), promovem perdas inestimáveis em culturas de grande importância econômica como em plantações de eucalipto, a partir do corte de suas folhas, comprometendo seu desenvolvimento e conseqüentemente a produtividade. Os constituintes químicos presentes em óleos essenciais tem sido cada vez mais estudados por apresentarem uma ampla gama de atividades biológicas. O objetivo do trabalho foi analisar o potencial inseticida do óleo essencial do *Cymbopogon citratus* no controle da formiga cortadeira *Atta sexdens*. O óleo essencial foi obtido da empresa Destilaria Bauru Ltda. (Catanduva, São Paulo, Brasil), extraído por hidrodestilação em escala industrial. Na aplicação tópica foram coletadas 140 formigas, sendo divididas em 5 tratamentos, com 4 repetições, mantidas em placas de Petri, umedecidas com 0,5 mL de água destilada, mantidas em freezer a 4 °C por 1 min, em seguida foi aplicado 1µL do óleo essencial de *C. citratus* e acetona (controle) na região protorácica. Em seguida foram mantidas em estufas do tipo B.O.D., em temperatura de 25±1°C, umidade relativa >70% e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram feitas 48 h após a aplicação dos tratamentos, sendo que para a determinação das concentrações letais foram avaliadas em 5 concentrações. Na aplicação por fumigação, as formigas foram mantidas em um pote de vidro (250 mL), forrado com um filtro umedecido a 0,5 mL de água destilada, o óleo essencial foi aplicado com auxílio de micropipeta sobre um papel no centro do pote, foi utilizado 10 µL da solução do óleo essencial, mantidos em mesmo local e em temperaturas semelhantes ao da aplicação tópica. A avaliação de mortalidade foi no período de 48 horas, semelhante a aplicação tópica. Para determinar a concentração letal foram usadas 10 concentrações. As concentrações capazes de causar a mortalidade de 50% das formigas foi de 1,48 µL⁻¹ variando entre 1,02 a 2,62 µL⁻¹ na aplicação tópica e a mortalidade de 90% das formigas foi de 47,90 µL⁻¹ variando entre e 10,95 µL⁻¹ 7,92 a 20,55 µL⁻¹ na aplicação por fumigação. Os resultados evidenciam o potencial do óleo essencial de *C. citratus*, como uma alternativa natural e promissora, para o desenvolvimento de bio-inseticidas, visando o manejo de *A. sexdens*.

Palavras chaves: Saúva; Controle alternativo; Aplicação tópica.

1. Introdução

As formigas cortadeiras (Formicidae: Attini) são insetos desfolhadores que se destacam como uma das mais importantes pragas na região Neotropical, pois causam danos as culturas agrícolas e áreas florestais, principalmente nos cultivos de *Pinus* e *Eucalyptus* (ZANUNCIO et al., 2016). Os prejuízos atribuídos às formigas cortadeiras podem ser de forma direta, através do corte contínuo das folhas, ou de forma indireta, ao diminuírem a resistência da árvore a outros insetos e patógenos, podendo ainda causarem danos à saúde do homem e contaminação do meio ambiente, devido à grande quantidade de formicidas aplicados no controle de tais pragas (DELLA LUCIA et al., 1993; ZANUNCIO et al., 2016; ZANETTI et al., 2014).

Os danos econômicos causados pelas formigas cortadeiras podem atingir bilhões de dólares anualmente, segundo estimativas globais (MONTROYA-LERMA et al., 2012). Esses dados são fortalecidos pela observação de que a desfolhação sucessiva compromete o crescimento, a estrutura e o rendimento das espécies cultivadas (MATRANGOLO et al., 2010). Elas proporcionam grandes perdas na produção silvicultural, sendo considerada a praga de maior importância no setor florestal, podendo provocar prejuízos consideráveis a produção florestal (ANJOS et al., 1998).

Existem diversos métodos de controle das espécies de *Atta*, como: o controle mecânico, que consiste na extirpação dos ninhos na área (DELLA-LUCIA; VILELA, 1993); controle cultural, utilizando a aração e gradagem do solo para matar a rainha (DELLA-LUCIA; VILELA, 1993; OLIVEIRA et al., 2011); e o controle químico que, apesar de várias restrições, é o único que apresenta tecnologia disponível para ser utilizado comercialmente em larga escala, no controle de formigas cortadeiras, em destaque para a utilização de iscas tóxicas. Contudo, pesquisadores têm se debruçado em maiores estudos para obtenção de produtos menos tóxicos ao homem e menos agressivos ao ambiente (OLIVEIRA et al., 2011).

Devido a sua importância para o setor florestal, torna-se imprescindível buscar novas alternativas para o controle das formigas cortadeiras, como estudos voltados ao desenvolvimento de produtos de potencial inseticida, que

sejam mais efetivos no controle, que apresente alta especificidade e que seja menos danoso ao meio ambiente. Várias espécies de plantas já foram estudadas visando o controle e entre àquelas que apresentaram efeitos satisfatórios encontram-se *Sesamum indicum* (Pedaliaceae) (MORINI et al., 2005), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) (ACÁCIO-BIGI et al., 1998), *Azadirachta indica* (Meliaceae) (SANTOS-OLIVEIRA et al., 2006), *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) e *Melia azedarach* (Meliaceae) (JUNG et al., 2013), *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) (ALONSO; SANTOS, 2013).

A espécie vegetal *Cymbopogon citratus* (capim-limão) é uma das que vem se destacando com relação ao seu uso como bio-inseticida, considerando sua elevada capacidade de produzir um óleo essencial, de alto potencial inseticida e repelente (AGUIAR, 2019). O óleo essencial de *C. citratus*, em testes com pulgão-do-pessegueiro *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) apresentou atividade inseticida e repelente (HENNING et al., 2007), e o pulgão-do-algodoeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) (ANDRADE et al., 2013). Diante desse contexto, o presente trabalho é relevante, pois visa avaliar o potencial inseticida do *C. citratus* no controle das formigas cortadeiras *Atta sexdens*, expondo-as a uma aplicação tópica e fumigação.

2. Objetivos

Avaliar o potencial inseticida do óleo essencial do *Cymbopogon citratus* no controle da formiga cortadeira *Atta sexdens*.

3. Metodologia

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Florestal (LEFLO) do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

3.1. Obtenção do óleo essencial

O óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (capim-limão) foi adquirido da empresa Destilaria Bauru Ltda. (Catanduva, São Paulo, Brasil), extraído por hidrodestilação em escala industrial (EHLERT et al., 2006).

3.2. Aplicação tópica

Foram utilizadas as operárias de *Atta sexdens* provenientes da criação do Laboratório de Entomologia Florestal (LEFLO), onde são mantidas em temperatura e umidade controlada.

Nos bioensaios por aplicação tópica (contato), foram coletadas 140 formigas, sendo divididas em 5 tratamentos, com 4 repetições resultando em 7 formigas em cada placa de Petri, forrada no fundo por papel filtro umedecido com 0,5 mL de água destilada. Testes prévios indicam que este número de formigas por placa e a condição de umidade garantem maior tempo de sobrevivência dos indivíduos. Durante a aplicação, as placas com as formigas foram mantidas em freezer a -4 °C por 1 min para reduzir a atividade das mesmas e permitir a aplicação tópica dos tratamentos. Cada formiga recebeu 1µL do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* e acetona (controle) na região protorácica. As placas contendo os insetos tratados foram cobertas com filme plástico de PVC e acondicionadas em estufa tipo B.O.D. com temperatura de 25±1 °C, umidade relativa >70% e fotoperíodo de 12 horas.

Avaliações de mortalidade foram realizadas 48 horas após a montagem dos Bioensaios e foram considerados mortos os indivíduos que se mantiveram imóveis e não responderam a nenhum estímulo.

Para a determinação das concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) foram utilizadas 5 concentrações do óleo essencial para se determinar as curvas de concentração-mortalidade de *A. sexdens*.

3.3. Aplicação por fumigação

No bioensaio de fumigação cada repetição foi constituída por um pote de vidro (250 mL) forrado no fundo por papel filtro umedecido com 0,5 mL de água destilada contendo sete operárias. Testes prévios indicam que este número de

formigas por pote e a condição de umidade garantem maior tempo de sobrevivência dos indivíduos (OLIVEIRA et al., 2017). O óleo essencial foi aplicado com o auxílio de uma micropipeta de 10 µL sobre papel filtro de 1 cm² (Unifil, cod. 501.009) fixado por uma linha de tecido na parte inferior da tampa do pote. O pedaço de papel filtro de (1 cm²) foi o veículo de dispersão dos voláteis que recebeu o tratamento, uma linha manteve esse papel no centro do pote, fora do alcance das formigas, evitando assim o contato. Foram utilizados 10 µL da solução do óleo essencial. Os potes foram fechados hermeticamente com tampa plástica e filme de PVC e posteriormente colocados em estufa incubadora tipo B.O.D.

Avaliações de mortalidade foram realizadas 48 horas após a montagem dos bioensaios e foram considerados mortos os indivíduos que se mantiveram imóveis e não responderam a nenhum estímulo.

Para a determinação das concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) foram utilizadas 10 concentrações do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* para se determinar as curvas de concentração-mortalidade de *A. sexdens*.

3.4. Toxicidade aguda por fumigação

A toxicidade aguda por fumigação foi analisada por meio das concentrações e tempos letais do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* sobre operárias de *Atta sexdens*.

Para determinação dos tempos letais (curvas de sobrevivência e TL₅₀) os procedimentos empregados foram semelhantes aos utilizados no bioensaio de fumigação. No entanto, foi utilizada apenas uma concentração (CL₉₀ determinada no bioensaio anterior) com 10 repetições. As avaliações de mortalidade foram realizadas a cada 30 minutos nas duas primeiras horas após a montagem do experimento, a cada 60 minutos até 7 horas, a cada 120 minutos até 23 horas e, posteriormente, a cada 240 minutos até 60 horas e, posteriormente, a cada 360 minutos até 123 horas

3.5. Análise estatística

Os resultados de mortalidade dos bioensaios das vias de exposição, toxicidade aguda por aplicação tópica e fumigação para determinação das CLs foram corrigidos em relação à mortalidade ocorrida na testemunha usando-se a fórmula de ABBOTT (1925).

Análises de Próbit foram realizadas para determinar as curvas concentração-mortalidade do óleo essencial de *C. citratus* para as operárias de *A. sexdens*. Foram aceitas curvas com probabilidade maior que 0,05 de aceitação da hipótese de nulidade pelo teste χ^2 . Por meio destas curvas foram obtidas as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) com seus respectivos intervalos de confiança a 95% de probabilidade usando o software SAEG. As CLs foram comparadas pelo critério da não-sobreposição dos intervalos de confiança (IC₉₅) com a origem do intervalo.

Os resultados dos bioensaios de tempo letal foram submetidos à análise de sobrevivência usando o software Graph Pad-Prism. Este procedimento não-paramétrico permite a estimativa de curvas de sobrevivência obtidas através de estimadores de Kaplan-Meier gerados a partir da proporção de insetos sobreviventes do início até o fim do experimento. Foram determinados os tempos necessários para causar mortalidade em 50% das populações das espécies de formigas para cada tratamento.

4. Resultados e discussão

4.1. Bioensaios de toxicidade – aplicação tópica e fumigação

O óleo essencial de *Cymbopogon citratus* apresentou maior toxicidade as operárias de *Atta sexdens* quando a via de exposição foi a fumigação, apresentando mortalidade superior a 80% após 48 horas de exposição enquanto a aplicação tópica apresentou uma mortalidade de 55% (Figura 1).

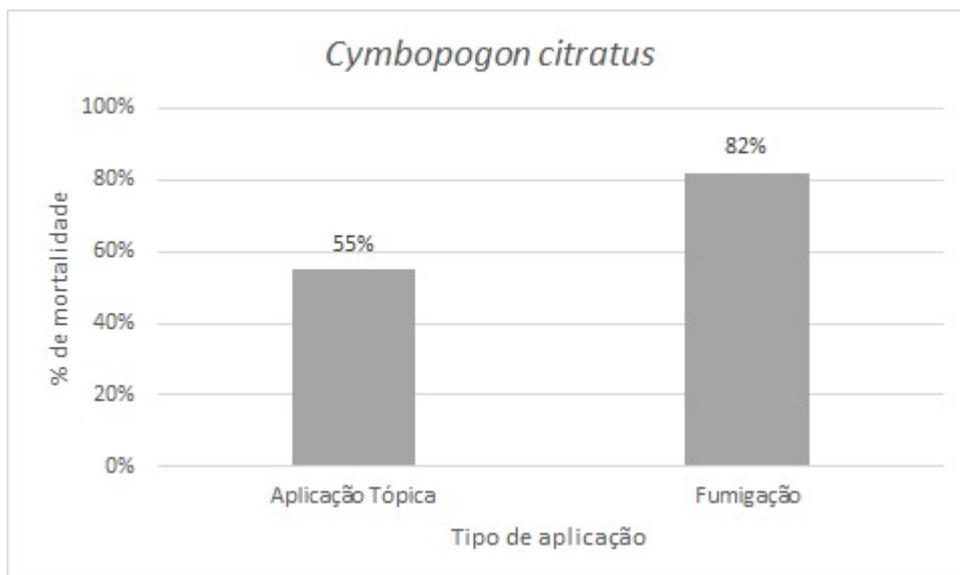


Figura 1. Bioensaios de toxicidade com aplicação tópica e por fumigação com óleo essencial de *Cymbopogon citratus* sobre a *Atta sexdens*.

A concentração do óleo *C. citratus* necessária para causar a mortalidade de 50% das operárias de *A. sexdens* foi de $1,48 \mu\text{L}^{-1}$ variando entre $1,02$ a $2,62 \mu\text{L}^{-1}$ quando expostas a aplicação tópica por contato e $3,45 \mu\text{L}^{-1}$ variando entre $3,08$ a $3,95 \mu\text{L}^{-1}$ quando expostas à fumigação. Para causar a mortalidade de 90% das operárias, a concentração necessária é de $47,90 \mu\text{L}^{-1}$ variando entre $15,66$ a $446,07 \mu\text{L}^{-1}$ quando expostas a aplicação tópica por contato e $10,95 \mu\text{L}^{-1}$ a $20,55 \mu\text{L}^{-1}$ quando expostas à fumigação (Tabela 1).

Tabela 1. Toxicidade do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* sobre operárias de *Atta sexdens* por aplicação tópica e fumigação após 48 horas de exposição.

Tratamento	Nº de insetos	CL ₅₀ (IC 95%) ($\mu\text{L L}^{-1}$)	CL ₉₀ (IC 95%) ($\mu\text{L L}^{-1}$)	β^1	χ^2	p-valor
Aplicação tópica						
<i>C. citratus</i>	140	1,48 (1,02 – 2,62)	47,90 (15,66 – 446,07)	0,85	0,59	0,75
Aplicação por fumigação						
<i>C. citratus</i>	280	3,45 (3,08 – 3,95)	10,95 (7,92 – 20,55)	2,55	0,70	0,71

4.2. Toxicidade aguda por fumigação

A sobrevivência das operárias de *A. sexdens* expostas ao óleo essencial de *C. citratus* (CL₉₀) diminuiu significativamente ao longo do tempo (Teste de Log-rank: = 126,9; gl = 1; p < 0,001), sendo que a curva de sobrevivência do tratamento diferiu do controle (Figura 2).

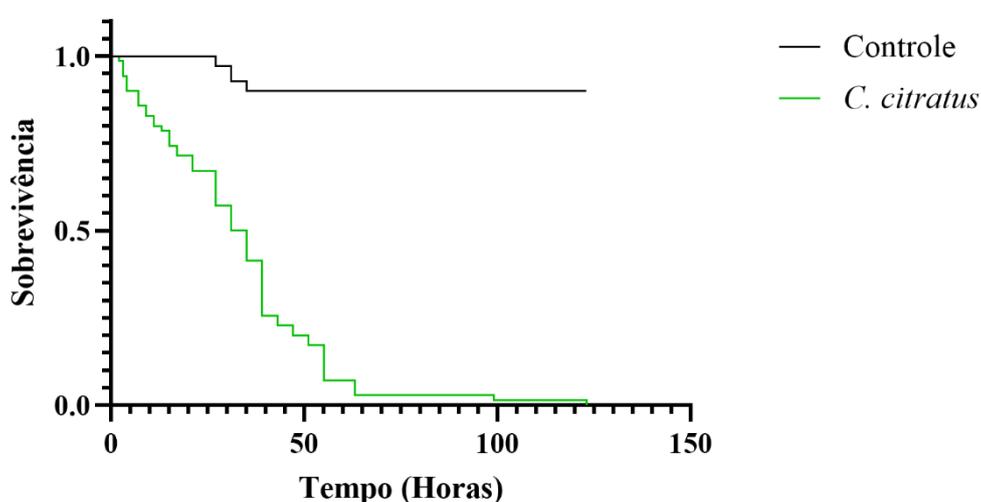


Figura 2. Toxicidade aguda por fumigação com escala de sobreviventes em razão do tempo (Horas) e controle, após a aplicação do óleo essencial de *C. citratus* sobre a *Atta. sexdens*.

A mortalidade de 55 e 85% das operárias de *A. sexdens* expostas ao óleo essencial de capim-limão, comprova a atividade formicida desse óleo, à semelhança do relatado para lagartas de segundo instar de *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae), que exibiu taxa de mortalidade entre 25 e 50%, com variação da DL₅₀ de 3,15 a 90,23 µg e DL₉₀ de 10,17 e 17,24 µg do óleo de *C. citratus* (BRUGGER, 2018). Efeitos semelhantes de mortalidade foram também relatados em *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (FURTADO et al. 2005), em *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) (GUERRA et al., 2019), em *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) (PINTO et al., 2015) e, em lagartas desfolhadoras *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) (SOARES et al., 2011).

Outros estudos evidenciam o efeito inseticida do óleo essencial de *C. citratus*, tais como: a mortalidade de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* em concentrações reduzidas do óleo de capim-limão, após 36 horas de exposição, sendo atribuída a ação da acetilcolinesterase que age no sistema nervoso das lagartas (PESSOA et al., 2014; BRUGGER, 2018); mortalidade superior a 90% com concentração de 2,00% de óleo essencial de *C. citratus* a partir de aplicação tópica em mosca-do-figo *Zaprionus indianus* Gupta (Diptera: Drosophilidae) (SOUZA et al., 2019). Com base nas evidências supracitadas, fica claro o alto potencial inseticida do *C. citratus* no controle da *A. sexdens*.

5. Conclusão

O óleo essencial de *Cymbopogon citratus* apresentou atividade inseticida, nas dosagens avaliadas, causando a mortalidade da *A. sexdens*, sendo, portanto, promissor para o desenvolvimento de novos inseticidas para o manejo de *A. sexdens*.

6. Perspectivas de futuros trabalhos

Diante dos resultados obtidos, onde evidenciou-se a atividade bioinseticida do óleo essencial da *C. Citratus* sobre as formigas cortadeiras *A. sexdens*, tem-se a perspectivas de continuidade desses estudos, avaliando o efeito dos constituintes do óleo essencial de *C. citratus* separadamente e, ou combinando os constituintes majoritários.

Esses estudos podem favorecer a identificação de um ou mais constituinte responsável pelo efeito formicida e assim, viabilizar diversos outros estudos, para avaliação do efeito destes em outros organismos vivos, bem como no meio ambiente, possibilitando a prospecção de um novo formicida, biologicamente mais seguro e eficaz.

7.Referências

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-266, 1925.
- ACÁCIO-BIGI, M. F. M.; HEBLING, M. J. A.; BUENO, O. C.; PAGNOCCA, F. C.; SILVA, O. A.; FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C. Toxicidade de extratos foliares de *Ricinus communis* L. para operárias de *Atta sexdens* L., 1908 (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 41, n. 2-4, p. 239-243, 1998.
- AGUIAR, C. V. S de. Susceptibilidade de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) aos óleos essenciais de *Lippia origanoides* Hunth.(Verbenaceae) e *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae). 2019. 30 p. TCC (Graduação). Orientador: Prof. Patrik Luiz Pastori, D. Sc. Curso de Agronomia, **Centro de Ciências Agrárias** da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ALONSO, E. C.; SANTOS, D. Y. A. C. *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) seed oil toxicity against *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 2, p. 742-746, 2013.
- ANDRADE, L. H et al. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 44, n. 3, p. 628-634, jul-set, 2013.
- ANJOS, N.; DELLA LUCIA, T. M. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J. **Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamento, Ponte nova, MG**: Graff Cor, 1998. 100p.
- BRUGGER, B. P. **Bioatividade do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (Poaceae) e seus constituintes em lagartas de *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) e no predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: pentatomidae)**. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2018.

DELLA-LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G.; MOREIRA, D. D. O. **Espécies de formigas cortadeiras no Brasil**. In: DELLA-LUCIA, T.M.C. (Ed.), *As formigas cortadeiras*. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p. 26 – 31.

DELLA-LUCIA, T. M. C.; VILELA, E. F. **Métodos atuais de controle e perspectiva**. In: DELLA-LUCIA, T.M.C. (Ed.). *As formigas cortadeiras*. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993. p.163 – 176.

EHLERT, P. A. D.; BLANK, A. F.; ARRIOGONI-BLANK, M. F.; PAULA, J. W. A.; CAMPOS, D. A.; ALVIANO, C. S. Tempo de hidrodestilação na extração de óleo essencial de sete espécies de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, p. 79-80, 2006.

FURTADO, R. F; LIMA, M. G. A; NETO, M. A; BEZERRA, J. N. S; SILVA, MARIA G. DE V. Atividade Larvicida de Óleos Essenciais contra o *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Public Health**, v. 1, p. 5, 2005.

GUERRA, A. M. N. M; SILVA, D. S.; SANTOS, P. S; SANTOS, L. B. Teste de repelência de óleos essenciais sobre *Callosobruchus maculatus* (Coleoptero: Chrysomelidae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.9, n. 3, p. 110 – 117, 2019.

JUNG, P. H.; SILVEIRA, A. C.; NIERI, E. M.; POTRICH, M.; SILVA, E. R. L.; REFATTI, M. Atividade inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach* L. sobre *Atta laevigata* Smith. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 191-196, 2013.

MATRANGOLO, C. A. R.; CASTRO, R. V. O.; DELLA LUCIA, T. M. C.; DELLA LUCIA, R. M.; MENDES, A. F. N.; COSTA, J. M. F. N.; LEITE, H. G. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 952–957, 2010.

MONTOYA-LERMA, J.; GIRALDO-ECHEVERRI, C.; ARMBRECHT, I.; FARJIBRENER, A.; CALLE, Z. Leaf-cutting ants revisited: towards rational management and control. **International Journal of Pest Management**, v. 58, n.3; p. 225–247, 2012.

MORINI, M. S. C.; BUENO, O. C.; BUENO, F. C.; LEITE, A. C.; HEBLING, M. J. A.; PAGNOCCA, F. C.; FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. G. F.

- Toxicity of sesame seed to leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 45, n. 1, p. 195-204, 2005.
- OLIVEIRA, B. M. S.; MELO, C. R.; ALVES, P. B.; SANTOS, A. A.; SANTOS, A. C. C.; SANTANA, A. S.; ARAÚJO, A. P. A.; NASCIMENTO, P. E. S.; BLANK, A. F.; BACCI, L. Essential oil of *Aristolochia trilobata*: synthesis, routes of exposure, acute toxicity, binary mixtures and behavioral effects on leaf-cutting ants. **Molecules**, v. 22, n. 3, 335, 2017.
- OLIVEIRA, M. A.; ARAÚJO, M. S.; MARINHO, C. G. S.; RIBEIRO, M. M. R.; DELLA LUCIA, T. M. C. **Manejo de formigas-cortadeiras**. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). *Formigas-cortadeiras: da biologia ao manejo*. Viçosa: UFV, 2011. p. 400-419.
- PESSOA, A. S.; LOZANO, E. R.; VILANI, A.; POTRICH, M.; MATOS, L. L.; OLIVEIRA, T. T.; PESSOA, G. M. *Bacillus thuringiensis* Berliner e *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Eribidae) sob ação de extratos vegetais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 4, p. 329 – 334, 2014.
- PINTO, Z. T. et al. Composição química e atividade do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* de Brasil e Cuba contra mosca doméstica. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 36 – 44, 2015.
- RENNING, C.; RÉ, S.; RINGUELET, J.; CERIMELE, E. Insecticidas botânicos para el control de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) en *Brassica oleracea* var. capitata. **Boletim Fitossanitário**. Pests , ISSN 0213-6910, Vol. 33, n. 2, 2007 , p. 187-194.
- SANTOS-OLIVEIRA, M. F. S.; BUENO, O. C.; MARINI, T.; REISS, I. C.; BUENO, F. C. Toxicity of *Azadirachta indica* to leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, p. 423-431, 2006.
- SOARES, C. S. A.; SILVA, M.; COSTA, M. B.; BEZERRA, C. E. S. Ação inseticida de óleos essenciais sobre a lagarta desfolhadora *Thyrintina arnobia* (STOLL) (Lepidoptera: Geometridae). **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n.2, p. 154 – 157, 2011.

SOUZA, M. T.; DURAU, B. C.; MALESKI, L. T.; SOUZA, M. T.; AGUIAR, L. K.; ZAWADNEAH, M. A. C. Toxicidade de quimiotipos dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (Poaceae) sobre adultos de *Zaprionus indianus* (Diptera: Drosophilidae). **CONBRAAF**, v. 1, p. 8, 2019.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.; SANTOS, J.; DA SILVA, W.; RIBEIRO, G.; LEMES, P. An Overview of Integrated Management of Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian Forest Plantations. **Forests**, v. 5, n. 3, p. 439-454, 2014.

ZANUNCIO, J. C.; ANTUNES, L. R.; MAIA, J. L. S.; MENDES, J. E. P.; TANGANELLI, K. M.; SALVADOR, J. F.; SERRÃO, J. E. The impact of the Forest Stewardship Council (FSC) pesticide policy on the management of leaf-cutting ants and termites in certified forests in Brazil. **Annals of Forest Science**, v. 73, n. 2, p. 205-214, 2016.

8. Outras atividades

Devido as condições restritivas impostas pela pandemia da Covid-19, não ocorreram outras atividades.

9. Justificativa de alteração no plano de trabalho

Devido a problemas condicionados pela pandemia de Covid-19, que limitou a presença de alunos da graduação estarem de modo presencial, influenciou diretamente nos processos de coletas, produção de extrato e do óleo essencial de *Thevetia peruviana*, sendo, portanto, substituído pelo óleo essencial de *Cymbopogon citratus* adquirido da empresa Destilaria Bauru Ltda. (Catanduva, São Paulo, Brasil), extraído por hidrodestilação em escala industrial.