



Centro de
**Ciências
Agrárias**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

MARIA EUGÊNIA GOBBO MERCADANTE

**PREFERÊNCIA DE *Atta sexdens* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) POR FOLHAS
DE EUCALIPTO IMERSAS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO
DE EXTRATO DE *Ipomoea batatas* (CONVOLVULACEAE)**

ARARAS

2019

MARIA EUGÊNIA GOBBO MERCADANTE

PREFERÊNCIA DE *Atta sexdens* (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) POR FOLHAS DE EUCALIPTO IMERSAS EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO DE EXTRATO DE *Ipomoea batatas* (CONVOLVULACEAE)

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Agroecologia como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo T. Fujihara

**Araras
2019**

MARIA EUGÊNIA GOBBO MERCADANTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de São Carlos como
exigência para obtenção do título em Bacharel em
Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara

Aprovado em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Toshio Fujihara

Waldemore Moriconi

Lisiana Crivelenti Voltolini

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e aos meus pais, por terem me concebido a vida e por me apoiarem em todas as minhas escolhas.

Aos produtores do assentamento Sepé Tiarajú, por tantos ensinamentos sobre Agroecologia, Agrofloresta, extensão e sobre a vida também. A minha gratidão à vocês!

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Meio Ambiente: Tavico, Waldemore, Joel, Kátia, Sônia, Myrian, Marley, Mário, Corrales e Canuto, além da equipe de estagiários, a minha gratidão pelos conhecimentos práticos adquiridos e por todo o apoio neste trabalho.

Ao professor Ricardo, pela paciência e dedicação com este trabalho. A minha gratidão pelos conhecimentos sobre formigas-cortadeiras e por todo apoio.

À minha amiga Lika, a qual tanto me ajudou com este trabalho e em toda minha trajetória universitária, você é incrível.

E por fim e não menos importante, à República As Patroa, a minha eterna gratidão por esses anos bem vividos e por tornarem a minha caminhada mais leve! Amo vocês.

RESUMO

A utilização de extratos de plantas na agricultura pode ser uma alternativa para o controle de formigas-cortadeiras em agroecossistemas, uma vez que garante maior autonomia ao agricultor e não polui o ambiente com resíduos, diferentemente dos métodos convencionais que são onerosos e possuem elevada taxa residual no ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a preferência de operárias de *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) por discos de folhas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) imersas em diferentes concentrações de solução de extrato de batata-doce (*Ipomoea batatas*). Para os bioensaios em campo, foram selecionadas três trilhas de forrageamento distintas oriundas de ninhos adultos de *A. sexdens*. Foram utilizadas três concentrações de extrato: C5 (5 mg/ml), C50 (50 mg/ml), C100 (100 mg/ml), além do tratamento controle (etanol Alcohol Absolute TEDIA). Em cada trilha, foram ofertados 10 discos de folhas de eucalipto imersos em seus respectivos tratamentos (extratos) por bioensaio. O tempo de cada bioensaio foi de 15 minutos, totalizando doze repetições e 180 minutos de avaliação por trilha. A umidade relativa do ar (UR) e a temperatura também foram mensurados. Foi contabilizado o número de discos carregados por tratamento/repetição, não havendo diferença significativa entre as concentrações de extrato de batata-doce ($p>0,05$). Cabe ressaltar que novos estudos devem ser realizados, a fim de avaliar a não repelência dos extratos de batata-doce nas concentrações utilizadas.

Palavras-chave: formigas-cortadeiras; bioensaios; discos carregados; batata-doce.

ABSTRACT

The use of plant extracts in agriculture may be an alternative for the control of leaf-cutting ants in agroecosystems, once it ensures greater autonomy for the farmer and does not pollute the environment with waste, unlike conventional methods which are costly and have high residual rate in the environment. The present work aimed to evaluate the preference of *Atta sexdens* workers (Linnaeus, 1758) by eucalyptus leaf discs (*Eucalyptus grandis*) immersed in different concentrations of sweet potato extract solution (*Ipomoea batatas*). For field bioassays, were selected three distinct foraging trails from *A. sexdens* adult nests. Three extract concentrations were used: C5 (5 mg/ml), C50 (50 mg/ml), C100 (100 mg/ml), in addition to control treatment (etanol Alcohol Absolute TEDIA). In each trail, 10 discs of eucalyptus leaves were found immersed in their residues (extracts) by bioassay. The time of each bioassay was 15 minutes, totaling twelve repetitions and 180 minutes of evaluation per track. Relative humidity (RH) and temperature were also measured. The number of discs loaded per treatment / repeat was counted, not having significant difference between the concentrations of sweet potato extract ($p > 0.05$). It is noteworthy that further studies should be performed, to evaluate the non-repellency of sweet potato extracts at the concentrations used.

Keywords: leaf-cutting ants; bioassays; loaded discs; sweet potato.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Sítio Agroecológico (limites em amarelo) e da Embrapa Meio Ambiente	19
Figura 2. Funil de Buchner com placa porosa sinterizada, filtro branco qualitativo de papel e alonga de borracha e Kitassato com suporte de borracha e filtro de Buchner interligados ao compressor a vácuo	20
Figura 3. Rotaevaporador (Heidolph G3). Da esquerda para a direita: medidor de temperatura, bomba a vácuo para auxiliar na evaporação (destacado em vermelho: regulador de velocidade e de vácuo)	21
Figura 4. Folhas de eucalipto cortadas em formato de disco	23
Figura 5. Distribuição dos discos de folhas sobre o papel pardo e respectivos tratamentos na trilha.....	24
Figura 6. Distribuição dos tratamentos contendo discos de folhas de eucalipto junto às trilhas de forrageamento de <i>A. sexdens</i>	25
Figura 7. Croqui com as trilhas demarcadas nas entrelinhas do Sítio Agroecológico da Embrapa Meio Ambiente.....	26
Figura 8. Gráfico representando o número de discos carregados pelas operárias de <i>Atta sexdens</i> em dois dias consecutivos por trilha e em função das concentrações.....	27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Ninhos e trilhas demarcados, atividade de operárias forrageiras de <i>Atta sexdens</i> e tipo de substrato vegetal coletado.....	26
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3. REVISÃO DA LITERATURA	11
3.1 Formigas-cortadeiras: uma breve introdução	11
3.2 A importância das formigas-cortadeiras no ambiente vs. prejuízos econômicos	12
3.3 A Agroecologia como ferramenta importante nas questões ambientais e sociais.....	13
3.4 Controle por extratos de plantas vs. inseticidas convencionais	15
3.5 A importância da batata-doce: metabólitos secundários e princípios ativos.....	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1. Área de estudo	17
4.2. Coleta das folhas e preparação do extrato de batata-doce	19
4.3. Teste do solvente etanol nas folhas de eucalipto.....	21
4.4. Diluições utilizando etanol e água milli-Q e suas respectivas concentrações.....	22
4.5. Identificação de ninhos e trilhas para os bioensaios em campo.....	23
4.5.1 Seleção de folhas de eucalipto e formas de oferta.....	23
4.5.2 Bioensaios em campo.....	24
4.6. Análises estatísticas	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 Teste do solvente etanol em folhas de eucalipto.....	25
5.2. Identificação de ninhos e trilhas para os bioensaios em campo	25
5.3. Bioensaios em campo.....	26
6. CONCLUSÃO.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
8. APÊNDICES	35

1. INTRODUÇÃO

Depois da consolidação da Revolução Verde no Brasil, a tendência à utilização indiscriminada de agrotóxicos e a dependência de empresas multinacionais passou a dominar o cenário agrícola. Portanto, assuntos relacionados a impactos sócio-ambientais vieram à tona, visando buscar práticas agrícolas amigáveis com o agroecossistema (SILVA e ROSA, 2017)

É preciso que haja uma substituição, bem como uma transição agroecológica no novo cenário, onde práticas convencionais sejam substituídas por práticas alternativas, como é o caso da Agroecologia (GLIESSMAN, 2000).

Também é necessário quebrar o paradigma de que qualquer inseto que cause danos à produção agrícola deva ser eliminado de seu ambiente. Dentro dessa perspectiva, a agroecologia se faz presente, uma vez que possui como premissa básica a inserção de todos os seres no sistema, onde cada um possui a sua função ecológica e contribuição para o ambiente.

As formigas-cortadeiras são uma das principais “pragas” do cenário agrícola desde a época das Navegações. Visando remediar este grande gargalo, que muitos produtores enfrentam, é necessário que as pesquisas científicas avancem com foco em Agroecologia para este tema, excluindo a utilização de qualquer método químico ou mecânico, e fomentando métodos ecológicos que resolvam de fato o problema, sem interferir negativamente no meio ambiente e na saúde do produtor, além de ser de fácil acesso aos agricultores.

Uma das maneiras de minimizar os impactos sociais e ambientais causados pela Revolução Verde, seria a utilização de métodos alternativos para o controle de formigas. Sugere-se então o uso de extratos de plantas. Desse modo, os extratos naturais apresentam-se como alternativas promissoras no controle de formigas-cortadeiras, uma vez que não possui custo oneroso ao produtor, pois ele mesmo pode fazer em sua propriedade, lhe trazendo maior autonomia.

Pensando nesta perspectiva, o presente trabalho objetivou avaliar a preferência de *Atta sexdens* (Hymenoptera, Formicidae) por discos de folhas de eucalipto imersas em diferentes concentrações de solução de extrato de *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (Convolvulaceae).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a preferência de operárias de *A. sexdens* por discos de folhas de eucalipto imersas em diferentes concentrações de solução de extrato de batata-doce (*Ipomoea batatas* var. roxa), em condições de campo.

2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar um protocolo para obtenção do extrato de batata-doce;
- Avaliar o efeito de do extrato de batata-doce aplicado em folhas de eucalipto sobre o forrageamento de operárias de *A. sexdens*.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Formigas-cortadeiras: uma breve introdução

As formigas (Hymenoptera, Formicidae) dispõem de uma das mais complexas organizações sociais, se comparadas com outros insetos eussociais (SILVA; ROSA, 2017). Uma sociedade é considerada como eussocial quando há atenção cooperativa dos indivíduos, existência de indivíduos reprodutivos e não reprodutivos e sobreposição de pelo menos duas gerações na mesma sociedade (WIRTH et al., 2003).

Segundo Calheiros (2019), é necessário que exista uma organização social e divisão do trabalho intracolônia para que as atividades executadas pelas formigas sejam realizadas. Desse modo, ocorre a divisão dos indivíduos em castas, dependendo de suas características fisiológicas, morfológicas e etárias.

Além disso, visualizando do ponto de vista fisiológico, as formigas de uma colônia podem ser divididas entre indivíduos reprodutivos (fêmeas e machos alados) e indivíduos estéreis (operárias). As rainhas (fêmeas fertilizadas) possuem vida longa e realizam tarefas vinculadas apenas à reprodução, e as operárias, exercem tarefas como a manutenção e defesa da colônia, além do forrageamento (CALHEIROS, 2019).

Existem mais de 13 mil espécies de formigas, dentre os quais 45 gêneros e 2.554 espécies estão catalogadas na tribo Attini (BOLTON, 2019). Esta tribo está restrita ao Novo Mundo e pertence a um grupo estritamente de clima tropical (SILVA; ROSA, 2017).

Durante sua evolução, a tribo divergiu em duas clades, Palaeoattini e Neoattini. A clade primitiva Palaeoattini corresponde aos gêneros *Apterostigma*, *Mycocepurus* e *Myrmicocrypta*, os quais possuem muitas características em comum; já a clade Neoattini possui três divergências: o primeiro grupo basal que é composto pelos gêneros *Mycetarotes*, *Mycetophylax*, *Mycetasoritis* e *Cyphomyrmex*; o grupo de transição superior que não corta folhas: *Trachymyrmex*, *Mycetagroicus* e *Sericomyrmex*, os quais possivelmente deram origem às Attini cortadoras de folhas, que constituem os gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) (Bezerra, 2018).

As formigas-cortadeiras encontram-se distribuídas em regiões tropicais como o México, América Central e América do Sul (HOLLDOBLER e WILSON, 2011). São catalogadas 17 espécies de *Atta* e 33 espécies e 29 subespécies de *Acromyrmex* (BOLTON, 2019), sendo que mais de 60% delas ocorre no Brasil.

Ambos os gêneros possuem o hábito de cortar e transportar substratos vegetais frescos para o cultivo do fungo mutualista *Leucoagaricus gongylophorus* (Basidiomycota: Agaricales), alimento de larvas e adultos (SCHULTZ, 1999; OSTI, 2016). Entretanto, as operárias também podem ingerir a seiva das plantas no processo de corte das folhas e preparo do substrato vegetal (LITTLEDYKE e CHERRET, 1975).

Este fungo é cultivado em uma estrutura denominada jardim de fungo, e compreende fragmentos de substrato vegetal processado pelas formigas e o seu micélio (WEBER, 1972; MUELLER et al., 2010). Em contrapartida ao proposto por Weber (1972), estudos demonstram que o fungo mutualista não é o único micro-organismo ativo no jardim, uma vez que existe uma complexa comunidade microbiana constituída de bactérias, leveduras e fungos filamentosos.

É importante frisar que alguns desses micro-organismos podem competir com o fungo mutualista por nutrientes, e outros podem parasitá-lo. Porém, também existem outros micro-organismos que podem auxiliá-lo na proteção contra patógenos (OSTI, 2016).

3.2 A importância das formigas-cortadeiras no ambiente vs. prejuízos econômicos

As formigas-cortadeiras são extremamente importantes na natureza, uma vez que realizam a ciclagem de nutrientes do solo, através de suas câmaras subterrâneas ou pelos materiais que depositam no solo, arejando-o e enriquecendo-o. Isso resulta na reparação das propriedades físico-químicas do solo, devido à modificação das estruturas, permeabilidade e disponibilidade de nutrientes em suas câmaras de lixo e do fungo simbiote. Além disso, atuam como dispersoras de sementes e realizam a poda da vegetação de modo a estimular o crescimento de algumas plantas (LEAL et al., 2011).

No Cerrado, a ação das saúvas favorece o crescimento de arbustos e árvores, visto que elas levam uma quantidade de matéria orgânica considerável em

profundidades de até sete metros abaixo do solo, longe do alcance de gramíneas, onde somente o extrato arbóreo pode chegar. Dessa forma, as saúvas fornecem adubo às árvores (SCHNEIDER e BUENO, 2003).

Em contrapartida, as formigas-cortadeiras atacam e conseqüentemente desfolham árvores de muitas espécies agrícolas e florestais, acarretando em perdas significativas na produção. Por conta disso, estas recebem destaque como principal praga florestal no Brasil. Por exemplo, se árvores de *Eucalyptus grandis* forem atacadas aos seis meses de idade, podem apresentar perdas de até 13% na produção volumétrica de sua madeira, ao fim de sete anos (MAGISTRALI; DOS ANJOS, 2011). Se a árvore for destinada à celulose, este prejuízo pode triplicar (DELLA LÚCIA e SOUZA, 2011).

O gênero *Atta* representa grande importância econômica, devido ao seu potencial de desfolha de plantas e possuem preferência por sistemas baseados em monoculturas (COSTA, 2018). No Brasil, existem quatro espécies de saúvas que apresentam maior relevância econômica: *Atta sexdens*, *Atta laevigata*, *Atta capiguara* e *Atta bisphaerica* (MARTINS, 2015).

Ainda, podem causar danos indiretos e menos conhecidos, como danos em pontes, túmulos, represas, prédios, rodovias e ferrovias, devido à construção de seus ninhos subterrâneos. Além disso, tem-se a contaminação ambiental causada pela aplicação de agrotóxicos para o controle desses insetos (DELLA LUCIA e SOUZA, 2011).

3.3 A Agroecologia como ferramenta importante nas questões ambientais e sociais

Desde a década de 60, um novo modelo de agricultura foi colocado em prática passando-se a denominar Revolução Verde. Este modelo trouxe diversas consequências negativas principalmente nos aspectos social e ambiental, devido à adoção de insumos industriais e mecanização do meio rural.

Além disso, foi estabelecido com políticas agrícolas, pesquisas, tecnologias e linhas de crédito. As consequências deste modelo para o meio agrário são: monocultura, irrigação tecnificada, cultivo intensivo do solo, aplicação de fertilizantes sintéticos, controle de pragas e doenças com agrotóxicos e manipulação genética de plantas. Contudo, essas práticas vêm acarretando em grandes impactos ambientais, o que permite a proliferação rápida de insetos tornando-os pragas de importância

econômica. Essa proliferação epidêmica de insetos, gera desequilíbrio no agroecossistema, aliado à diminuição da biodiversidade e empobrecimento dos solos (GLIESSMAN, 2000).

Segundo da Silva e Rosa (2017), com a implantação do monocultivo pós Revolução Verde, aumentou-se a densidade populacional de espécies pragas, dentre elas as formigas. Isso se deve à diminuição da diversidade ecológica no meio ambiente, uma vez que práticas como rotação e consórcio de culturas tendem a aumentar a diversidade de inimigos naturais.

Além dessa agricultura pós-moderna influenciar negativamente os aspectos ambientais, também acaba interferindo nos aspectos sociais, uma vez que possui consequência direta ao empobrecimento generalizado não só do ecossistema, mas também da população que ele depende (GLIESSMAN, 2000).

Há uma relação intrínseca entre pobreza e degradação ambiental, já que danificação de modo progressivo dos recursos naturais em função da perda de biodiversidade aliada ao uso irracional da terra ocasiona no seu esgotamento, fomentando em um ciclo vicioso que demandará emprego crescente de insumos industriais e dependência permanente por agrotóxicos. Consequentemente, isso irá refletir na qualidade de vida dos agricultores (GLIESSMAN, 2000).

Na contramão disso, a Agroecologia aparece como solução desses gargalos:

A Agroecologia é uma disciplina científica que fornece os princípios ecológicos básicos de como estudar, desenhar e manejar agroecossistemas, para que sejam produtivos e conservem os recursos naturais, culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis (ALTIERI et al., 1999).

Considera-se que a Agroecologia tem uma visão holística em relação à exploração dos recursos naturais, procurando sempre o desenvolvimento sustentável das sociedades, em especial à agricultura familiar. A agricultura familiar tradicional e local aliada aos povos indígenas, quilombos, pescadores artesanais, caboclos ribeirinhos e sertanejos, possuem um enorme saber tradicional sobre produção de alimentos, formas de cultivo e de criações mais adaptadas às condições ecológicas locais. Eles possuem um conhecimento profundo sobre as espécies e variedades vegetais, bem como as crioulas mais aptas ao ambiente local (GIESEL, 2007).

Nesta conjuntura, a Agroecologia apresenta-se como peça chave na transformação do ser e resgate desses conhecimentos, garantindo a segurança

alimentar das comunidades locais, uma vez que são os pequenos produtores os responsáveis pela produção de alimentos para a população. Contudo, em determinadas situações os agricultores familiares se sentem ameaçados diante das adversidades que aparecem ao longo dos períodos de cultivo. Devido à crescente simplificação dos sistemas agrícolas, facilita-se a emergência cíclica de pragas e doenças nos agroecossistemas, e as formigas vêm superando os mais eficazes métodos de controle químico (GIESEL, 2007).

Para isso, alternativas e métodos que respeitem a natureza devem ser empregados, buscando sempre diversificar as culturas e entender o solo como organismo vivo, promovendo o equilíbrio biológico do sistema (da SILVA e ROSA, 2017).

Em suma, é preciso alternativas viáveis e inovadoras com foco na Agroecologia para este tema, com métodos ecológicos que atinjam a raiz do problema e o solucione sem interferir negativamente nos agroecossistemas, na saúde humana e que tenha acessibilidade aos produtores, tanto nos custos quanto em pesquisas (MERCADANTE et al., 2018).

3.4 Controle por extratos de plantas vs. inseticidas convencionais

Uma expressiva quantidade de agrotóxicos vem sendo aplicada para o controle de saúvas, em forma de iscas granuladas, pós-secos, pós-solúveis e líquidos termonebulizáveis (OLIVEIRA et al., 2011). Ingredientes ativos como sulfluramida, fipronil, clorpirifós e deltametrina são os mais comumente utilizados para o controle de formigas-cortadeiras no Brasil (BRASIL, 2011).

Apesar de mais empregado, o controle químico causa danos ecológicos devido ao elevado percentual residual, além de não solucionar o problema. Inseticidas com elevado teor de toxicidade ou de grande persistência no ambiente vêm sendo proibidos em muitos países, além de ser evidente o aumento da ocorrência de populações de insetos resistentes aos produtos que se mantem regulamentados (MARINHO-PRADO et al., 2018).

Segundo Schneider e Bueno (2003), para que se desenvolva métodos e produtos altamente eficazes no controle de formigas-cortadeiras, é essencial que haja maior conhecimento sobre a biologia básica das espécies, além de seu comportamento dentro do formigueiro e no jardim de fungos. Por exemplo, o fato

das formigas possuírem características de polimorfismo em suas colônias e, no caso das cortadeiras, a interação entre planta, formiga e fungo, acaba gerando uma certa complexidade que limita o controle (GIESEL, 2007).

Atuando na contramão do problema, alternativamente vem sendo estudados métodos menos impactantes para o controle de pragas agrícolas, como o uso de produtos de origem natural (FERNANDES et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2007; ALVES et al., 2011; CONCESCHI et al., 2011).

Dentre esses, algumas espécies de plantas foram consideradas promissoras para o controle de formigas-cortadeiras e seu fungo mutualístico: *Canavalia ensiformis* (Fabaceae), *Cipadessa fruticosa* (Meliaceae), *Persea americana* (Lauraceae), *Simarouba versicolor* (Simaroubaceae) (TORRES et al., 2013), *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) (HEBLING et al., 2000), *Sesamum indicum* (Pedaliaceae) (HEBLING-BERALDO et al., 1991; RIBEIRO et al., 1998), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) (BIGI et al., 2004), dentre outras.

Porém, é importante ressaltar que quando se utiliza uma espécie vegetal com potencial para uso no controle fitossanitário, deve-se observar alguns atributos. Primeiramente, a planta precisa produzir uma boa quantidade de matéria-prima, bem como um elevado teor de matéria fresca ou seca para consecutivo uso (GIESEL, 2007). Após verificada tal característica de uso, há a possibilidade de se utilizar de extratos vegetais no manejo de insetos-praga.

3.5 A importância da batata-doce: metabólitos secundários e princípios ativos

A batata-doce (*I. batatas*) representa grande importância no contexto humano e social, devido à sua exigência nutricional, por servir de suplemento nutricional na dieta de povos carentes. Cultivada e propagada mundialmente, a batata-doce é um alimento histórico e de ordem cultural, presente na agricultura e desenvolvimento de diversas sociedades (CARTABIANO LEITE, 2017).

Possui diversos usos, seja na alimentação humana (produção de doces, pães, álcool e amido de elevada qualidade) e animal (silagem), como na obtenção de substâncias orgânicas e matéria-prima na indústria (fabricação de tecidos, papel e cosméticos), e como ornamentais (CARTABIANO LEITE, 2017).

O reino Plantae é representado por uma enorme fonte de investigação de novas moléculas, considerando que das 250 mil espécies conhecidas, apenas uma pequena porcentagem (8 a 12%) foi apurada do ponto de vista químico e, menos que isso, submetida à ensaios de atividade biológica (POCHAPSKI, 2010).

De acordo com Vizzotto et al. (2010), há uma produção vasta e diversa de componentes orgânicos produzidos pelas plantas, divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários são responsáveis pela atividade estrutural, plástica e de armazenamento de energia das plantas. Os secundários, possuem relevantes funções ecológicas, como servir de atrativos para os polinizadores (aroma, cor e sabor), atuar como agentes de competição, interagir na simbiose entre micro-organismos e plantas, e protegê-las da herbívora e patógenos (TAIZ e ZEIGER, 2006).

A batata-doce possui diversos desses metabólitos secundários, que podem apresentar atividade anti-inflamatória, antitumoral, antimicrobiana, antiviral, antioxidante, dentre outras (POCHAPSKI, 2010).

Um dos poucos estudos sobre o uso de batata-doce para o controle de formigas-cortadeiras é o de Hebling et al. (2000), que ofereceram folhas dessa planta e de *Eucalyptus alba* para colônias de *A. sexdens*, e observaram mortalidade de operárias e redução do jardim de fungos em comparação à planta controle.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A elaboração do extrato e as diluições foram realizadas no Laboratório de Resíduos Sólidos (LRS), localizado na Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Os ensaios foram realizados em campo no Sítio Agroecológico (SA) da mesma unidade (22°72' S; 47°01' W), que ocupa uma área de aproximadamente 5 ha (Figura 1).

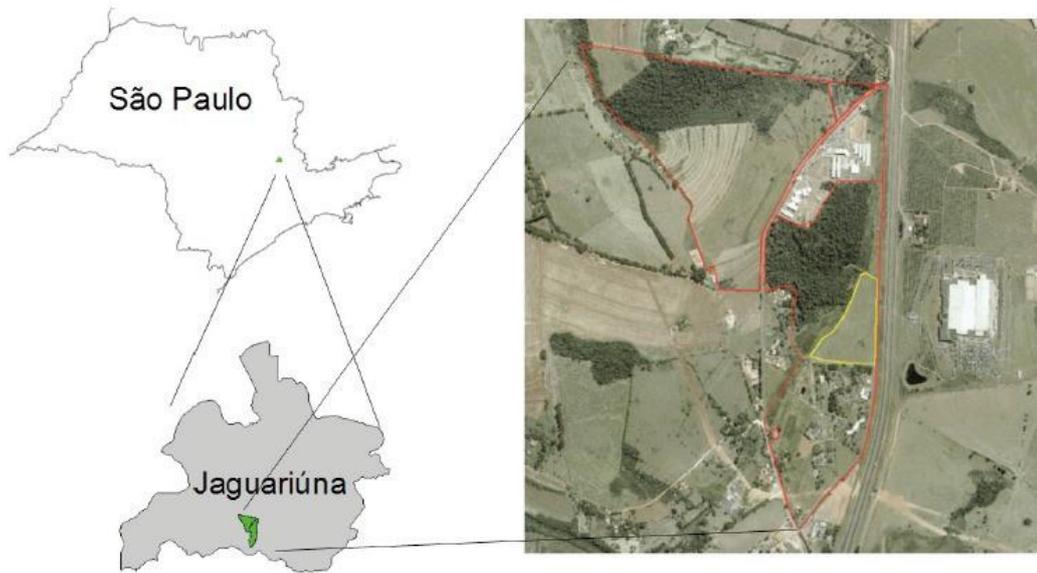


Figura 1: Localização do Sítio Agroecológico (limites em amarelo) e da Embrapa Meio Ambiente (limites em vermelho). Fonte: Embrapa Meio Ambiente (2016).

O clima apresenta temperatura média anual em torno de 20°C, precipitação média anual de aproximadamente 1.300 mm e chuvas mal distribuídas concentradas no verão (NEVES et al., 2017).

O solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, classe textural franco-argilo-arenosa, declividade dos terrenos entre 8 e 12%. Antes da implantação das linhas de Agrofloresta, a área apresentava sinais claros de erosão laminar de solos e zonas de compactação, além de baixos teores de fertilidade e pH ácido (4,6 a 5,3) (NEVES et al., 2017).

Ainda que o SA esteja dentro de uma fazenda experimental, encontra-se representativamente em condições ambientais congruente a áreas em que se praticam agricultura familiar no estado de São Paulo (NEVES et al., 2017).

Os bioensaios foram realizados em uma parte do SA, bem como no SAF Frutas, área destinada à agricultura agroecológica, sem utilização de insumos sintéticos, como em todo sítio. As práticas agrícolas utilizadas neste local são integralmente agroecológicas desde a sua implantação. A intenção da Embrapa sempre foi buscar manejos alternativos espelhando-se na realidade dos assentamentos rurais, onde a pesquisa-extensão é gerada.

4.2. Coleta das folhas e preparação do extrato de batata-doce

O extrato de batata-doce foi obtido a partir de metodologia adaptada de Marinho-Prado et al. (2018). Foram coletados 1.165 g de folhas e talos da planta, secos em estufa com circulação de ar (TE 394/2, Tecnal) a 30°C por um período de cinco dias.

É importante frisar que houveram dois processos de extração, e que essa massa coletada de folhas e talos da planta foi referente à ambos os processos.

A matéria seca resultante de 35,72 g foi triturada em moinho por aproximadamente 30 minutos, obtendo-se teor de massa seca restante de 32,27 g. Metade da massa seca triturada (16,135 g) foi alocada em Erlenmeyer de 250 ml com 200 ml de água e, a outra metade (16,135 g), com 200 ml do solvente etanol (Alcohol Absolute, Tedia).

Os Erlenmeyers foram colocados em incubadora refrigerada/agitadora (TE 424, Tecnal) em temperatura de 25°C e velocidade de 125 rpm. Após o período de 24 horas, foram retirados para a filtração. Esta foi realizada com funil de Buchner com placa porosa sinterizada e filtro branco qualitativo de papel, ou seja, por dupla filtração. Os filtros foram inseridos em um Kitassato (250ml) com alonga de borracha e ajustados em um compressor aspirador a vácuo (CA DIA-PUMP) para acelerar o processo de filtração.



Figura 2: **A)** Funil de Buchner com placa porosa sinterizada, filtro branco qualitativo de papel e alonga de borracha. **B)** Kitassato com suporte de borracha e filtro de Buchner interligados ao compressor a vácuo. Fonte: arquivo pessoal.

A filtração da água demorou uma semana e, após este período, não havia sido 100% filtrada, contendo fungos no funil, devido ao tempo de exposição fora da geladeira. O procedimento demonstrou-se lento devido à tensão superficial da água.

Portanto, fez-se necessário excluir a água como um possível solvente, prosseguindo apenas com o etanol.

A filtragem do etanol demorou aproximadamente 30 minutos e os resíduos sólidos restantes foram descartados. Posteriormente, a mistura foi colocada em um balão fundo e em geladeira (4 a 6°C) para conservação dos princípios ativos.

No dia seguinte, o balão foi colocado no rotaevaporador (Heidolph G3) a 39,8°C, 100 rpm e vácuo a 100 mbar. Desse modo, o solvente evaporou e obteve-se o extrato a seco referente à primeira extração (Figura 3).



Figura 3: Rotaevaporador (Heidolph G3). **A)** Da esquerda para a direita: medidor de temperatura, bomba a vácuo para auxiliar na evaporação e regulador de velocidade e de vácuo (destacado em vermelho – **B**). Foto: arquivo pessoal.

Realizou-se os mesmos processos para a segunda extração, e ao fim dos procedimentos ambos os extratos já secos foram armazenados em geladeira.

Após uma semana, por meio de uma pipeta Pasteur, diluiu-se uma pequena quantidade de etanol nos balões, para que os extratos retornassem em sua forma líquida. Porém, ainda restaram partículas sólidas, que foram retiradas por meio de um ultrassom (Transsonic 660H).

Depois disso, os extratos foram então alocados em um balão fundo e novamente foram para o rotaevaporador por cerca de uma hora para a evaporação do solvente. Os volumes de extrato bruto obtidos foram de 6,31 g e 5,5 g, respectivamente.

4.3. Teste do solvente etanol nas folhas de eucalipto

Foram realizados testes em campo para verificar se o solvente etanol poderia provocar reações adversas de inibição ou atratividade das folhas de eucalipto (*E. grandis*) por operárias de *A. sexdens*.

Utilizou-se de cinco porcentagens de etanol: 100%; 80, 60, 40 e 20% diluídas em água milli-Q; e dez folhas de eucalipto. Cada folha foi imersa por cinco segundos, sendo colocada em peneira de aço para secagem por cinco minutos.

Após identificação, as folhas foram colocadas sobre folha de papel alumínio e fixadas com palitos de dente. Um conjunto de cinco folhas foi colocado na área de SAF Medicinais, e outro, no SAF Frutas, para fins de comparação.

4.4. Diluições utilizando etanol e água milli-Q e suas respectivas concentrações

As concentrações de extrato foram baseadas em Defagó et al. (2017). Inicialmente, foram definidos quatro tratamentos: 5 mg/ml (C5), 25 mg/ml (C25) e 50 mg/ml (C50), além do controle (C), somente com etanol.

Foi realizado um cálculo para determinar o volume das concentrações, iniciando-se a partir da maior concentração (50 mg/ml), com diluições posteriores com etanol para a obtenção das demais.

$$\begin{aligned}x &= 100\% \\6.310 \text{ mg} &= 5\% \\X &= 126,2 \text{ ml}\end{aligned}$$

A massa, em mg, corresponde ao peso bruto total da primeira extração. O x corresponde ao volume de maior concentração, 50 mg/ml. Se nos basearmos na fórmula m/v , ou seja, 6.310 mg por 126,2 ml, o resultado será 50 mg/ml.

Por meio de uma pipeta, foram diluídos 126,2 ml de etanol no balão fundo que continha a massa de extrato bruto (6,31 g) e, após mistura, colocado em recipiente no ultrassom para liberação das partículas mais espessas. Logo após, o extrato foi transferido em sua máxima concentração para um tubo

volumétrico. A partir da C50 foram realizadas as diluições para as demais concentrações.

Os tubos volumétricos foram então agitados e armazenados em geladeira. Foram realizados testes-piloto em campo para avaliar a efetividade das concentrações. Portanto, decidiu-se substituir o solvente etanol por água mili-Q, e aumentar as concentrações de 25 para 50 mg/ml, e de 50 para 100 mg/ml. Sendo assim, os tratamentos utilizados foram: 5 mg/ml (C5), 50 mg/ml (C50), 100 mg/ml (C100) e o controle somente com etanol (C).

O extrato com peso bruto de 5,5 g foi utilizado para gerar as novas concentrações e diluído em água milli-Q, segue o novo cálculo:

$$X - 100\%$$

$$5,5 - 10\%$$

$$X = 55 \text{ ml}$$

Ao fim de todos os processos, os equipamentos e materiais foram higienizados com detergente, água destilada, etanol 70%, acetona PA e autoclavados em estufa.

4.5. Identificação de ninhos e trilhas para os bioensaios em campo

Em 12 de junho de 2019 foi realizado o levantamento dos ninhos de *A. sexdens*. Os ninhos e suas respectivas trilhas ativas foram identificadas e demarcadas, bem como o substrato vegetal coletado e o grau de atividade das operárias forrageiras. Para tanto, foi contabilizado o número de formigas que entravam nos respectivos olheiros transportando o substrato, durante um período de três minutos (DEFAGÓ et al., 2017).

4.5.1 Seleção de folhas de eucalipto e formas de oferta

Os bioensaios foram adaptados de Defagó et al. (2017). Os ramos de eucalipto (*E. grandis*) foram coletados no SA por meio de um podão. Foram

selecionadas as folhas mais vigorosas, sem qualquer tipo de lesão aparente e de aproximadamente mesma idade.

Os discos de folhas de eucalipto foram cortados com um perfurador de metal ($\varnothing = 1,0$ cm) (Figura 4).



Figura 4: Folhas de eucalipto cortadas em formato de disco. Fonte: arquivo pessoal.

4.5.2 Bioensaios em campo

Foram realizados dois bioensaios por ninho/trilha, totalizando em seis bioensaios, uma vez que foram selecionados três ninhos para o experimento. Cada dia de bioensaio foi constituído por seis repetições de 15 minutos cada, totalizando em 180 minutos de avaliação, bem como por dois dias consecutivos. Em cada repetição, foram ofertados 10 discos de folhas de eucalipto por tratamento, e ao final de cada repetição um novo conjunto com 10 novos discos de cada tratamento foi colocado, porém invertendo-se as posições (em sentido anti-horário) para excluir possíveis efeitos de posicionamento.

Definiu-se transmitir 1 ml de cada concentração para seus respectivos frascos âmbar de cor escura devidamente nomeados para não absorver luz e calor, diariamente, ou seja, sempre que os bioensaios foram realizados. Os tubos volumétricos com os volumes totais das amostras foram armazenados em geladeira.

Os discos de folhas de eucalipto foram imersos nas respectivas concentrações de extratos por cinco segundos, sendo secos em peneira por cinco minutos. Foram armazenados em placas de Petri individualizadas por tratamento e distribuídas sobre folhas de papel pardo, a partir de 50 cm da entrada do olheiro, distantes 10 cm da lateral da trilha e 5 cm equidistantes entre si (Figura 5). O papel pardo foi utilizado para melhor visualização, aderência dos discos, e evitar o contato direto com o solo.



Figura 5: Distribuição dos discos de folhas sobre o papel pardo e respectivos tratamentos na trilha.

Esse procedimento foi realizado seis vezes (Figura 6) e ao final de cada repetição, os discos restantes foram colocados em sacos plásticos devidamente identificados por dia, trilha e tratamento, para contagem posterior.

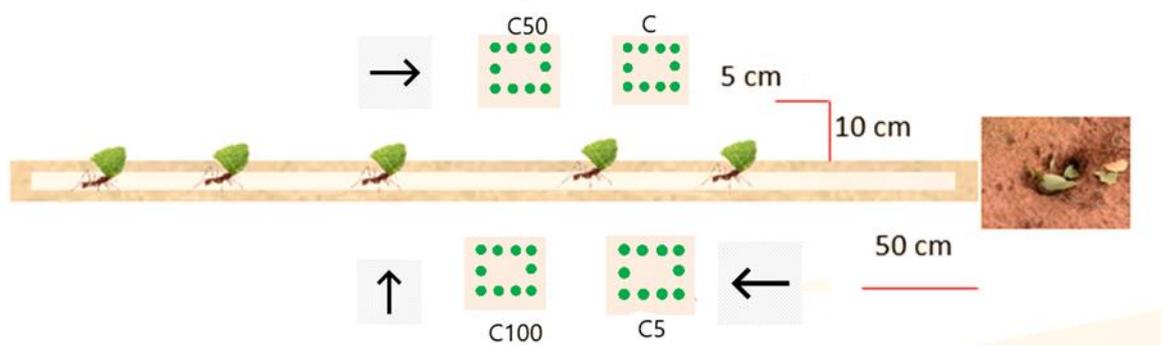


Figura 6: Distribuição dos tratamentos contendo discos de folhas de eucalipto junto às trilhas de forrageamento de *A. sexdens*. Fonte: Arquivo pessoal.

Parâmetros como umidade relativa do ar (%) e temperatura (°C) foram obtidos ao final de cada repetição (Termo Higrômetro J Prolab).

O comportamento das formigas foi observado criteriosamente e, no fim de cada repetição, também foi realizada a contagem de discos transportados pelas operárias forrageiras de *A. sexdens*.

A contagem dos discos transportados, os parâmetros avaliados e as observações diárias quanto ao comportamento das formigas-cortadeiras eram marcadas em uma planilha designada pela autora (vide apêndice).

Os bioensaios ocorrem mais precisamente nos dias 15 e 16 de julho de 2019 (ninho 1), 18 e 19 de julho de 2019 (ninho 2) e 22 e 23 de julho de 2019 (ninho 3).

Eram realizados em dois dias consecutivos para melhor apuração e observação dos resultados e ocorreram sempre após as 10 horas da manhã.

4.6. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do software R, e Tukey para a comparação das médias a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teste do solvente etanol em folhas de eucalipto

Todas as folhas de eucalipto foram carregadas pelas operárias forrageiras de *A. sexdens*, independentemente da porcentagem de etanol. Sendo assim, o solvente não gerou efeito de repelência e nem reagiu com os compostos químicos presentes nas folhas, capaz de causar algum dano às mesmas.

5.2. Identificação de ninhos e trilhas para os bioensaios em campo

Foram identificados e demarcados três ninhos com suas respectivas trilhas ativas, bem como o substrato vegetal coletado e o grau de atividade das operárias forrageiras (Tabela 1, Figura 7).

Tabela 1: Ninhos e trilhas demarcados, atividade de operárias forrageiras de *Atta sexdens* e tipo de substrato vegetal coletado.

Ninho	Atividade	Coleta
1	Alta	Folhas de plantas na linha 5, com maior ênfase no algodoeiro
2	Média	Folhas e pecíolos de mamoeiro da linha 4 e folhas de plantas da linha 5
3	Média	Folhas de plantas da linha 4, em grande parte de pimenta

Fonte: arquivo pessoal, 2019.

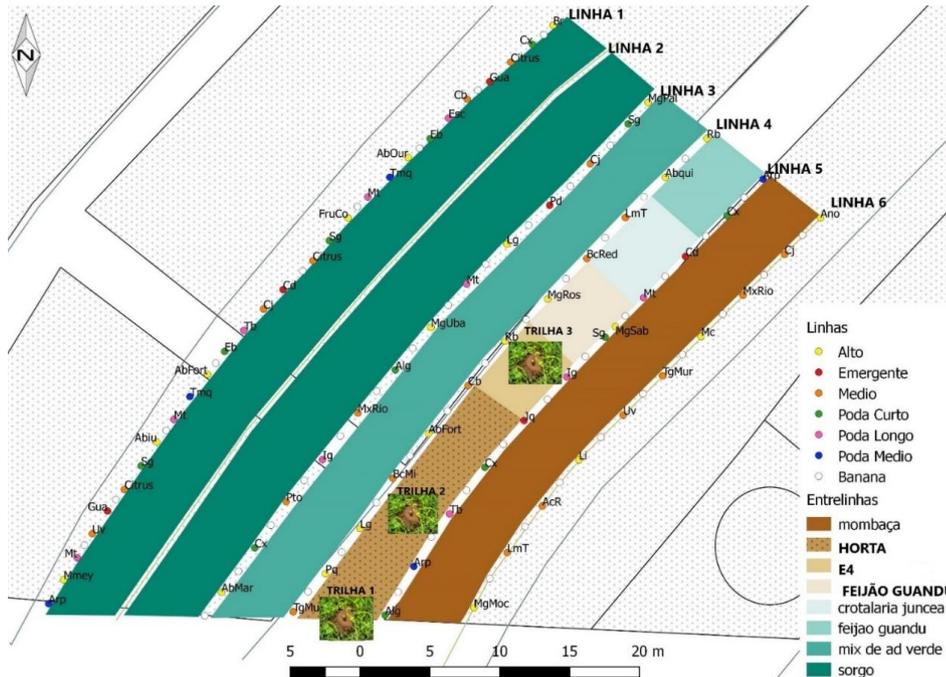


Figura 7: Croqui com as trilhas demarcadas nas entrelinhas do Sítio Agroecológico da Embrapa Meio Ambiente.

5.3. Bioensaios em campo

De acordo com os resultados obtidos pôde-se comprovar que conforme as análises estatísticas não houve diferença significativa entre os tratamentos (concentrações e controle), uma vez que o teste de Tukey a 5% não apresentou diferença significativa entre as médias pareadas ($p = 0,08948$).

A figura 8 apresenta o número de discos carregados e as concentrações de extrato. Pode-se observar que não houve diferença significativa entre as concentrações, uma vez que todos os tratamentos não se diferiram entre si.

A linha preta em destaque indica a concentração das médias baseadas na quantidade de discos carregados com maior frequência, e de acordo com cada concentração. É possível observar que as médias se concentraram em números próximos uns dos outros.

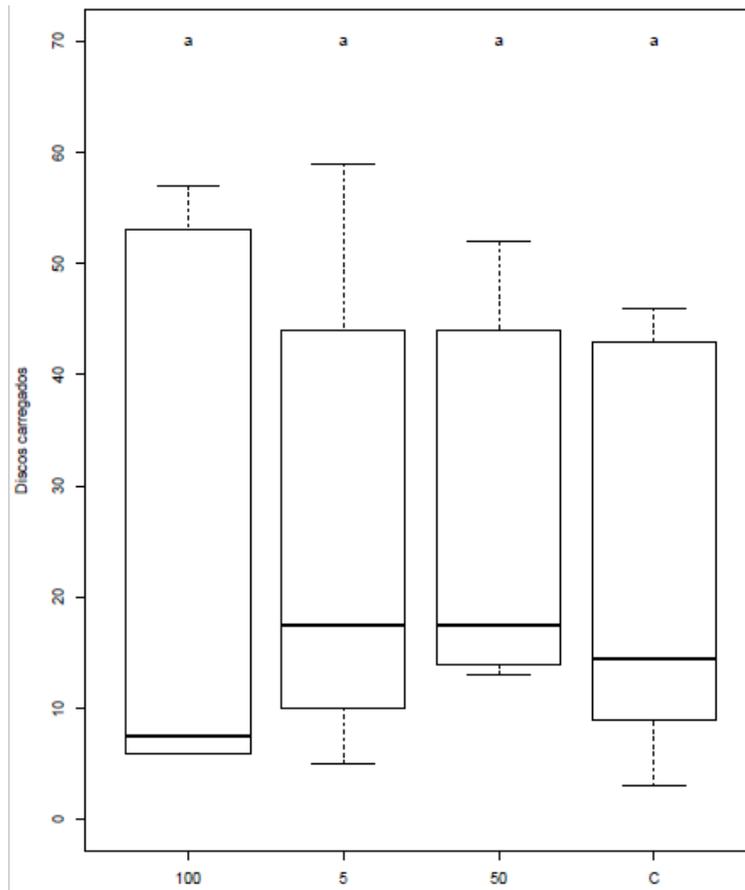


Figura 8: Gráfico representando o número de discos carregados pelas operárias de *Atta sexdens* em dois dias consecutivos por trilha e em função das concentrações. As letras “a” indicam que as médias não foram diferentes.

Esses resultados contrastam com o de outros autores, como Bueno e Bueno (2011), Morais (2012) e Defagó et al. (2017). No capítulo de um livro, Bueno e Bueno (2011) apresentam muitos estudos promissores de plantas inseticidas utilizadas no controle de formigas-cortadeiras. Por exemplo, os extratos brutos de folhas, frutos, galhos e raízes de *Cedrela fissilis Vell.* (Cedro-rosa) foram testados com o objetivo de avaliar sua toxicidade para as operárias de *Atta sexdens* e no fungo *L. gongilophorus*.

Concluiu-se que as operárias tratadas diariamente com dieta artificial contendo os extratos de raízes e folhas apresentaram elevada mortalidade, se comparado ao controle, e que o crescimento do fungo foi inibido.

Foi observado que os extratos brutos das folhas, frutos e galhos de *Cipadessa fruticosa blume*, diminuíram consideravelmente a sobrevivência das operárias de *Atta sexdens* e os extratos com diclorometano de frutos e hexano de galhos inibiram em 80% o desenvolvimento do fungo. A maioria dos extratos com

diferentes solventes apresentou-se de alta toxicidade para as formigas-cortadeiras. O extrato do óleo da semente de *Azadirachta indica* A. Juss (nim), também apresentou resultados promissores no controle de formigas-cortadeiras, provocando alta mortalidade nas operárias e repelência (Bueno e Bueno, 2011).

Morais (2012) avaliou os extratos de hortelã (*Mentha piperita*), menstrato (*Ageratum conyzoides*) e coentro (*Coriandrum sativum*), a fim de verificar se possuíam algum efeito nocivo para as colônias de formigas-cortadeiras (*A. sexdens*). Os três extratos de plantas tiveram efeito negativo sobre o fungo *L. gongylophorus*, o que reduziu o seu crescimento. Os extratos de hortelã e menstrato, em suas menores concentrações utilizadas (25 mg/ml), implicaram na redução de biomassa do fungo, em contrapartida o extrato de coentro não gerou alterações significativas na biomassa do fungo nas concentrações de 25 mg/ml e 50 mg/ml. Entretanto, para a concentração de 100 mg/ml houve a inibição completa do desenvolvimento do fungo para todos os extratos, gerando sua morte.

Defagó et al. (2017) avaliaram se o extrato de *Aristolochia argentina* Griseb pode afetar as decisões de forrageamento das formigas-cortadeiras (*Acromyrmex lundii*). O extrato foi concentrado em 1% e 5% e, nos resultados obtidos, a concentração de 1% não teve efeito significativo sobre a quantidade de material transportado durante o ensaio, diferentemente da concentração de 5%, que mostrou efeito repelente acentuado nos dois dias de experimento.

Após análise dos dados estatísticos, observou-se que nos dois dias consecutivos em que foram realizados os bioensaios na trilha 1, as temperaturas foram mais amenas e a umidade relativa do ar mais elevada se comparada às trilhas 2 e 3, interferindo no número de discos carregados pelas operárias de *A. sexdens* na trilha 1. Para esta trilha, o carregamento foi menor se comparada às outras, devido à essas condições ambientais (vide apêndice).

Segundo Silva (2011), a elevada umidade relativa do ar pode reduzir o fluxo de formigas, pois as mesmas podem interpretar como um período de chuva. Desse modo, recomenda-se avaliar os bioensaios em apenas dois dias consecutivos, para que fatores como umidade relativa do ar e temperatura sejam menos instáveis e o número de variáveis diminua.

Portanto, sugere-se a realização de novos bioensaios com maior número de repetições e de ninhos/trilhas possíveis, realizar o experimento em apenas dois dias

consecutivos, além de se observar o forrageamento em diferentes épocas do ano (verão e inverno), para melhor expressão dos resultados.

6. CONCLUSÕES

Foi possível concluir que todas as concentrações utilizadas no trabalho não apresentaram diferença significativa entre si, por isso não houve preferência de operárias de *A. sexdens* para nenhuma das concentrações testadas do extrato de batata-doce.

Elaborou-se um protocolo científico para a obtenção do extrato em laboratório e o seu efeito foi avaliado em campo, aplicando-se diferentes concentrações nas iscas de eucalipto.

Sugere-se então fazer novos bioensaios aumentando-se o número de repetições e de trilhas, realizar o experimento em apenas dois dias consecutivos e em diferentes épocas do ano. Além disso, buscar pesquisas que identificassem a estabilidade dos compostos ativos da batata-doce no solo e no ecossistema e ampliar os estudos sobre esses compostos nos jardins de fungo, em laboratório.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, Miguel A. et al. **Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable**. Nordan-Comunidad,, 1999.

ALVES, D. S.; OLIVEIRA, D. F.; CARVALHO, G. A.; SANTO, M. A. I. **Extrato de *Coffea racemosa* como alternativa no controle do bicho mineiro do cafeeiro**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 2, p. 250-*americana* (avocado) seed extracts. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 35, n. 2, p.250-258, março 2011. Mensal. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10315/Cienc.%20agrotec.v.%2035.n.%202.p.%20250%20-%20258.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

ARAÚJO, M. S.; RODRIGUES, C. A.; OLIVEIRA, M. A.; JESUS, F. G. **Controle biológico de formigas-cortadeiras: o caso da predação de fêmeas de *Atta* spp. por *Canthon virens***. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 8–12, jul./set. 2015.

Bezerra, N. S. **Eficiência de fungos entomopatogênicos sobre formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae)**. 2018. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de PósGraduação em Biotecnologia. Centro de Biotecnologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

BIGI, M.F.M.A.; TORKOMIAN, V.L.V.; GROOTE, S.T.C.S.; HEBLING, M.J.A.; BUENO, O.C.; PAGNOCCA, F.C.; FERNANDES, J.B.; VIEIRA, P.C.; SILVA, M.F.G.F. **Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) and ricinine against the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiont fungus *Leucoagaricus gongylophorus***. *Pest Management Science*, v. 60, p. 933-938. 2004.

BOLTON, Barry. **An Online Catalog of the Ants of the World**. Disponível em: <<http://www.antcat.org/catalog/429609>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit: sistema de agrotóxicos**. 258, mar./abr. 2011.agrofit_cons>. Acesso em: 7 agosto 2019.

BUENO, Odair Correa; BUENO, Fabiana Correa. Plantas Inseticidas: Perspectivas de uso no controle de formigas-cortadeiras. In: DELLA LÖCIA, Teresinha Maria Castro. **Formigas Cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa: Editora Ufv, 2011. Cap. 21. p. 359-372.

CALHEIROS, A.; C. **Social organization and foraging in the fungus-farming ant, "*Acromyrmex subterraneus*"(Hymenoptera: Formicidae): Organização social e forrageamento na formiga cultivadora de fungo," *Acromyrmex subterraneus*"(Hymenoptera: Formicidae)**. 2019.

Cartabiano Leite, C. E. **Novas cultivares de batatas-doces (*Ipomoea batatas* L. Lam.): potencial nutricional, composição de bioativos, propriedades antioxidantes e análise digital de imagem**. 2017. 200 f. Dissertação - Programa de

Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

CONCESCHI, M. R. et al. **Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica* e de *Trichilia pallida* sobre lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho.** BioAssay, Londrina, v. 6, n. 1, p. 1-6, 2011.

COSTA, J. C. **SOBREVIVÊNCIA DE FORMIGAS CORTADEIRAS SOBRE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÓLEO MINERAL ASSOCIADO À *Beauveria bassiana*.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Agronomia – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018. 37p.

DEFAGÓ, M. T., NOLLI, L., NAPAL, G. D., PALACIOS, S. M. & BUFFA, L. M. **Can the extract of *Aristolochia argentina* Griseb affect the foraging decisions of the leaf cutting ant *Acromyrmex lundi* (Guérin)?** Preliminary assays. International journal of pest management, v. 63, n. 3, p. 207-212, 2017.

DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. **Importância e história de vida das formigas cortadeiras.** Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo. Terezinha M.C. Della Lucia editora – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. p. 13-26.

FERNANDES, J. B.; DAVID, V.; FACCHINI, P. H.; da SILVA, M. F. G. F.; FILHO, E. R.; VIEIRA, P. C.; GALHIANE, M. S.; PAGNOCCA, F. C.; BUENO, O. C.; HEBLING, M. J.; VICTOR, S. R.; dos SANTOS, A. M. R. **Extrações de óleos de sementes de citros e suas atividades sobre a formiga cortadeira *Atta sexdens* e seu fungo simbionte.** Química nova, p. 1091-1095, 2002.

GIESEL, A. **Preparados homeopáticos, iscas fitoterápicas, conhecimento popular e estudo do comportamento para o manejo das formigas cortadeiras no Planalto Serrano Catarinense.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina. 94p. 2007.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. 653p.

GOOGLE. Google Eart Pro. Versão 7.3.0.3832. **Fazenda experimental da Embrapa Meio Ambiente.** Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 07 set. 2019.

HEBLING, M. J. A. et al. **Effects of leaves of *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) on nest development and on respiratory metabolism of leaf-cutting ants *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae).** Journal Applied Entomology, Berlin, v. 124, n. 7/8, p. 249-252, Oct. 2000a.

HEBLING, M.J.A.; BUENO, O. C.; MAROTI, P.S.; PAGNOCCA, F.C.; SILVA, O. A. **Effects of leaves of *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae) on nest development and on respiratory metabolismo of leaf-cutting ants *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae).** Journal of Applied Entomology, v. 124, p.249-252. 2000.

HEBLING-BERALDO, M.J.A.; BUENO, O.C.; ALMEIDA, R.E., SILVA, O.A.; PAGNOCCA, F.C. **Influência do tratamento com folhas de *Sesamum indicum* sobre o metabolismo de *Atta sexdens rubropilosa*** Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 20, n.1, p. 27-33. 1991.

HOLLDOBLE B.; WILSON, E. O. **The ultimate superorganisms.** In: HOLLDOBLE B.; WILSON E. O. **The leafcutter ants: civilization by instinct.** New York: W. W. Norton & Company, 2011. p. 5-10.

LEAL, R.I., WIRTH, R., TABARELLI, M. **Dispersão de sementes por formigas cortadeiras.** In: Della Lucia T.M.C. (ed.) **Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo.** 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 420p.

LITTLEDYKE, M.; CHERRET, J. M. **Variability in the selection of substrate by the leaf cutting ants *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich)** (Formicidae, Attini). Bulletin of Entomological Research, v. 65, p. 33-47, 1975.

MAGISTRALI, Iris Cristiane; ANJOS, Norivaldo dos. **Avaliação de saueiros externos em eucaliptais de Minas Gerais.** Ciência Florestal, v. 21, n. 2, p. 349-354, 2011.

MARINHO-PRADO, J. S., QUEIROZ, S. C. N., PRADO, S. S. & ASSIS, M. C. **Bioatividade de extratos de plantas sobre lagartas de *Anticarsia gemmatilis* e *Helicoverpa armigera*.** Embrapa Meio Ambiente-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2018.

MARTINS, Hendria Cirqueira, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, março de 2015. Bioecologia de três espécies de forídeos parasitoides da saúva *Atta bisphaerica*. Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

MERCADANTE, M. E. G.; VOLTOLINI, L. C.; MIRA, P. M.; MORICONI, W.; RAMOS-FILHIS, L. O. **Controle de Saúvas (*Atta spp.*) com Extrato das Folhas de Batata-Doce (*Ipomoea batatas*).** Cadernos de Agroecologia, v. 13, n. 2, p. 10-10, 2018.

MORAIS, WAGNER CALIXTO DE CASTRO. **EXTRATOS BOTÂNICOS E SEUS EFEITOS EM *Atta sexdens rubropilosa* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE).** 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

MUELLER, U. G.; SCOTT, J. J.; ISHAK, H. D.; COOPER, M.; RODRIGUES, A. Monoculture of leaf cutter ant gardens. Plos One, San Francisco, v. 5, n. 9, p. e12668, 2010.

NEVES, M. C.; MORICONI, W.; CANUTO, J. C.; CORRALES, F. M.; MALAGODI BRAGA, K. S.; CAMARGO, R. C. R.; QUEIROGA, J. L. de; RAMOS-FILHO, L. O.; URCHEI, M. A.; RAMOS, M. S. T. A. dos S. **O sítio agroecológico da Embrapa Meio Ambiente.** In: URCHEI, M. A.; CANUTO, J. C. (Ed.). Trajetória das ações em agroecologia na Embrapa Meio Ambiente. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Cap. 5. p. 95-115.

OLIVEIRA, M. A.; ARAÚJO, M. S.; MARINHO, G. C.; RIBEIRO, M. M. R.; DELLA LUCIA, T. M. C. Manejo de formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA T. M. C. **Formigas-cortadeiras: da biologia ao manejo**. Viçosa-MG: UFV, 2011. p. 400-419.

OLIVEIRA, M. S. S.; ROEL, A. R.; ARRUDA, E. J.; MARQUES, A. S. **Eficiência de produtos vegetais no controle da lagarta-do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 2, p. 326-331, mar./abr. 2007.

OSTI, J. F. **EVIDÊNCIAS EXPERIMENTAIS SUGEREM O GÊNERO ESCOVOPSIODES COMO PARASITA DO FUNGO CULTIVADO PELAS FORMIGAS ATÍNEAS**. 2016. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139481/osti_jf_me_rcla_int.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 17 ago. 2019.

POCHAPSKI, Márcia Thais. **ESTUDO DOS EFEITOS DA *Ipomoea batatas* (L.) Lam. NA RESPOSTA INFLAMATÓRIA E NO BIOFILME DENTAL**. 2010. 100 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas (unicamp), Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/288949/1/Pochapski_MarciaThais_D.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

RIBEIRO, S.B.; PAGNOCCA, F.C.; VICTOR, S.R.; BUENO, O.C.; HEBLING, M.J.; BACCI, M.; SILVA, O.A.; FERNANDES, J.B.; VIEIRA, P.C.; SILVA, M.G.F. **Activity of sesame leaf extracts against the symbiotic fungus of *Atta sexdens* L.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 27, n.3, p. 421-425, 1998.

Samy RP, Gopalakrishnakone P. **Therapeutic potential of plants as anti-microbials for drugdiscovery**. Evid Based Complement Alternat Med. 2010; 7(3):283-94.

SCHNEIDER, Marcelo de Oliveira; BUENO, Odair Correa. **COMPORTAMENTO DE CUIDADO DA PROLE DA SAÚVA-LIMÃO *Atta sexdens rubropilosa* FOREL, 1908 (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)**. 2003. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (unesp), Rio Claro, 2003. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88529/schneider_mo_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SCHULTZ, T. R. **Ants, plants and antibiotics**. Nature, v. 398, p. 747-748, 1999.

SILVA, Bruno Luiz da; ROSA, Antônio Carlos Machado da. **Controle da formiga cortadeira (*Atta sexdens rubropilosa*) em agricultura orgânica no bioma Cerrado**. 2017. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina (ufsc), Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174309/TCC-BRUNO%20LUIZ%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

SILVA, Mariana Brugger. **Caracterização das trilhas de forrageamento em formigas cortadeiras de gramíneas (Formicidae, Attini): transferência de informações durante o recrutamento em *Atta bisphaerica***. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ssadada, Unesp, Botucatu, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99396/silva_mb_me_botib.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 ago. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, tissue of sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.). J Agric Food Chem. 2006; 51(20):5916 22.

TORRES, A. F.; LASMAR, O.; CARVALHO, G. A.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; ZANETTI, R.; OLIVEIRA, D. **Atividade inseticida de extratos de plantas no controle de formiga cortadeira, em cafeeiro**. 2013. v. 42, n. 2, p. 110-113, mar./abr. 2009.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

WEBER, N. A. Gardening ants: The Attines. **Philadelphia**: American Philosophical Society, v. 92, 1972, 146 p.

Wirth R., Herz H., Ryel R.J., Beyschlag W., Hölldobler B. About This Book. In: **Herbivory of Leaf-Cutting Ants**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. p. 1-3.

8. APÊNDICES

I) APÊNDICE A – Tabela do bioensaio trilha/ninho 1 (15/07)

II) APÊNDICE B – Tabela bioensaio trilha/ninho 1 (16/07)

III) APÊNDICE C – Tabela bioensaio trilha/ninho 2 (18/07)

IV) APÊNDICE D – Tabela bioensaio trilha/ninho 2 (19/07)

V) APÊNDICE E – Tabela bioensaio trilha/ninho 3 (22/07)

VI) APÊNDICE F – Tabela bioensaio trilha/ninho 3 (23/07)

APÊNDICE A – Tabela bioensaio trilha/ninho 1 (15/07)

	Hr In	Hr Fim	Discos carregados				T - Cº	UR - %
			C5 - 5mg/ml	C50 - 50mg/ml	C100 - 100mg/ml	C - Etanol		
R1	11:27	11:43	4	5	0	3	22,2	54
R2	11:47	12:03	0	4	2	0	24,1	66
R3	12:06	12:21	0	3	1	3	25,9	61
R4	12:28	12:43	1	2	3	1	25,3	59
R5	12:48	13:04	0	0	0	1	24,7	57
R6	13:08	13:23	0	0	1	1	25	63
Total de discos			5/60	14/60	7/60	9/60		

APÊNDICE B – Tabela bioensaio ninho/trilha 1 (16/07)

	Hr In	Hr Fim	Discos carregados				T - Cº	UR - %
			C5 - 5mg/ml	C50 - 50mg/ml	C100 - 100mg/ml	C - etanol		
R1	10:42	10:58	2	0	0	4	22,8	66
R2	11:03	11:18	3	1	0	4	25	67
R3	11:22	11:37	3	7	0	1	24,5	64
R4	11:43	11:58	0	4	2	0	23,9	67
R5	12:02	12:17	0	0	4	3	24,9	63
R6	12:29	12:44	2	1	0	1	26	60
Total de discos			10/60	13/60	6/60	13/60		

APÊNDICE C – Tabela bioensaio ninho/trilha 2 (18/07)

	Hr In	Hr Fim	Discos carregados				T - Cº	UR - %
			C5 - 5mg/ml	C50 - 50mg/ml	C100 - 100mg/ml	C - etanol		
R1	10:48	11:03	4	2	6	2	23,5	53
R2	11:07	11:22	6	5	10	10	25,3	46
R3	11:26	11:41	7	9	7	4	27,4	41
R4	11:46	12:01	10	10	10	10	29,6	37
R5	12:04	12:19	7	8	10	10	29,6	37
R6	12:22	12:34	10	10	10	10	28,9	36
Total de discos			16/60	16/60	53/60	46/60		

	Hr In	Hr Fim	Discos carregados				T - Cº	UR - %
			C5 - 5mg/ml	C50 - 50mg/ml	C100 - 100mg/ml	C - etanol		
R1	10:48	10:58	10	10	10	10	23,2	49
R2	11:16	11:31	10	5	8	8	25,8	45
R3	11:35	11:50	10	9	9	2	26,9	43
R4	11:53	12:05	10	10	10	10	28,4	41
R5	12:13	12:28	9	8	10	8	31	36
R6	12:37	12:52	10	10	10	5	32,5	33
	Total de discos		59/60	52/60	57/60	43/60		

	Hr In	Hr Fim	Discos carregados				T - Cº	UR - %
			C5 - 5mg/ml	C50 - 50mg/ml	C100 - 100mg/ml	C - etanol		
R1	10:38	10:53	10	10	4	10	29,3	41
R2	10:57	11:12	10	9	2	4	29,3	41
R3	11:16	11:31	1	1	0	0	30,8	38
R4	11:35	11:50	0	0	0	0	34,6	38
R5	11:54	12:09	0	0	0	0	31,7	33
R6	12:13	12:28	0	0	0	0	28,7	34
Total de discos			39/60	20/60	6/60	14/60		

APÊNDICE F – Tabela bioensaio ninho/trilha 3 (23/07)

	Hr In	Hr Fim	Discos carregados				T - Cº	UR - %
			C5 - 5mg/ml	C50 - 50mg/ml	C100 - 100mg/ml	C - etanol		
R1	10:30	10:45	10	8	4	7	25,5	47
R2	10:50	11:05	2	6	1	5	28,5	46
R3	11:09	11:24	0	1	3	1	31,9	43
R4	11:28	11:42	2	0	0	1	31,4	35
R5	11:46	12:01	0	0	0	1	32,4	32
R6	12:04	12:19	0	0	0	0	33,2	30
Total de discos			14/60	15/60	8/60	15/60		