



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA**

CASSIANE ULIANA

**BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E ÓLEO DA SEMENTE
DE *Campomanesia xanthocarpa* Berg EM PLANTAS**

LARANJEIRAS DO SUL

2020

CASSIANE ULIANA

BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E ÓLEO DA SEMENTE
DE *Campomanesia xanthocarpa* Berg EM PLANTAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Orientadores: Henrique von Hertwig Bittencourt
Coorientador: Luciano Tormen

LARANJEIRAS DO SUL

2020

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Uliana, Cassiane

BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL E DO ÓLEO DAS SEMENTES
DE *Campomanesia xanthocarpa* Berg EM PLANTAS / Cassiane
Uliana. -- 2021.

32 f.:il.

Orientador: Dr. Henrique Von Hertwig Bittencourt

Co-orientador: Dr. Luciano Tormen

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2021.

1. Plantas espontâneas em sistemas orgânicos;. 2.
Aleloquímicos;. 3. Propriedades químicas da guabiroba;. 4.
Óleos e óleos essenciais.. I. Bittencourt, Henrique
von Hertwig, orient. II. Tormen, Luciano, co-orient.
III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CASSIANE ULIANA

**BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS E DO ÓLEO DA
SEMENTE DE *Campomanesia xanthocarpa* Berg EM PLANTAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR).

Orientador: Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
11/12/2020.

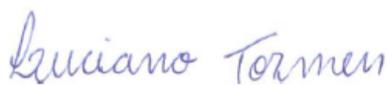
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt - UFFS
Orientador



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome - UFFS



Prof. Dr. Luciano Tormen – UFFS

Aos meus pais Marcelino e Rosa Maria
e aos irmãos Cintia e Cilto por serem
meu alicerce.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, pelas oportunidades, conquistas, experiências, forças, foco e determinação.

Aos orientadores Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt e Prof. Dr. Luciano Tormen, vocês são mais que orientadores, são amigos, estão sempre dispostos a orientar e ajudar a desenvolver cada atividade complexa, mesmo em feriados e finais de semana. Por cada palavra gratificante que alegraram meus dias. Ao Prof. Dr. Lisandro T. S. Bonome por participar da banca avaliadora. Muito obrigada a todos vocês!

Aos meus pais Rosa Maria e Marcelino e aos irmãos Cintia e Cilto, por serem meu alicerce, por todo o incentivo, apoio, por acreditar na minha capacidade, serem a luz no meu caminho quando as coisas não estavam ocorrendo conforme o planejado. Por estarem presente, mesmo longe, em cada dificuldade e serem compreensíveis em cada resultado. Agradeço por cada gesto que fizestes, principalmente por me ensinar a lutar e nunca desistir, por mais longa que seja a caminhada. Entrego a vocês a minha gratidão por cada etapa vencida. Amo vocês!

Aos meus amigos por estarem dispostos a ajudar em cada dificuldade, por escutarem cada desabafo, por segurarem as pontas quando tudo parecia desabar. Agradeço principalmente aqueles que considero como mãe e como irmãos, foram muitos conselhos e lições de vida, vocês jamais sairão do meu coração.

A equipe que ajudou nos experimentos, que mesmo com suas tarefas tiraram um tempinho.

A todos os professores por serem ótimos exemplares, aos técnicos de laboratório por estarem dispostos a ajudar.

Aos doadores de guabiroba, sem os frutos e folhas nada sairia do papel.

A universidade por estar sempre de portas abertas.

Ao edital Fomento à Agroecologia pela disponibilização do material.

Meu muito obrigada a todos que fizeram parte desta longa caminhada!

*“... bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida com paixão, perder com classe
e vencer com ousadia, porque o mundo
pertence a quem se atreve e a vida é muito
para ser insignificante.”*

Augusto Branco

Resumo

Em sistemas de manejo orgânico as plantas espontâneas são um dos principais problemas enfrentados para produção, sendo estas, muitas vezes, difíceis de serem controladas sem a utilização de produtos sintéticos. Estudos relatam que a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg) apresenta em sua composição química compostos com potencial bioativo contra microrganismos patogênicos, como bactérias por exemplo. Devido ao potencial bioativo da guabiroba o trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito de extratos/óleos da planta no desenvolvimento de plantas espontâneas. Os extratos da semente e da folha da guabiroba foram testados em diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) no desenvolvimento inicial de plantas cultivadas (*Triticum aestivum* e *Medicago sativa*) e plantas espontâneas (*Digitaria insularis* e *Eragrostis plana*). Os resultados obtidos foram positivos para o efeito inibitório e retardamento de desenvolvimento inicial para plantas cultivadas e espontâneas. Sendo a solução contendo óleo essencial das folhas de guabiroba a que apresentou maior efeito inibitório. Na aplicação de óleo da semente de guabiroba no desenvolvimento inicial a espécie *T. aestivum* apresentou maior sensibilidade, seguida de *M. sativa* e *D. insularis*, já a espécie *E. plana* apresentou resistência à aplicação em estágio inicial. Na aplicação emulsão de óleo essencial das folhas, todas as espécies testadas apresentaram sensibilidade, sendo *T. aestivum* a mais sensível e *E. plana* a menos sensível. No estágio de planta os resultados foram parecidos, na aplicação de extrato as espécies *T. aestivum* e *M. sativum* apresentaram alta sensibilidade, sobrevivendo por menos de 14 dias após a aplicação e *D. insularis* e *E. plana* tiveram resultados parecidos, resistindo até 21 - 25 dias após a aplicação.

Palavras chaves: Aleloquímicos; Efeito inibitório; Controle; Manejo orgânico; Produtos naturais de plantas.

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1. Comprimento de hipocótilo e total de plântulas de <i>Triticum aestivum</i> em relação a concentração do óleo da semente de guabiroba.....	22
Figura 2. Comprimento de radícula, hipocótilo e total de plântulas de <i>Triticum aestivum</i> em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.....	23
Figura 3. Comprimento de hipocótilo de plântulas de <i>Medicago sativa</i> em relação a concentração do óleo em hexano da semente de guabiroba.....	24
Figura 4. Comprimento de radícula, hipocótilo e total de plântulas de <i>Medicago sativa</i> em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.....	24
Figura 5. Comprimento de hipocótilo de plântulas de <i>Digitaria insularis</i> em relação a concentração do óleo em hexano da semente de guabiroba.....	25
Figura 6. Comprimento de radícula, hipocótilo e total de plântulas de <i>Digitaria insularis</i> em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.....	26
Figura 7. Comprimento de radícula e total de plântulas de <i>Eragrostis plana</i> em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.....	27
Tabela 1. Sobrevivência das plantas após a aplicação da solução de óleo essencial da semente.....	28
Tabela 2. Dias de sobrevivência das plantas espontâneas ao óleo da semente.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 PLANTAS ESPONTÂNEAS EM SISTEMAS ORGÂNICOS.....	13
3.1.2 Aleloquímicos.....	14
3.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS DA GUABIROBA.....	15
3.2.1 Óleos e óleos essenciais.....	16
4. METODOLOGIA	17
4.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL.....	18
4.1.1 Obtenção do óleo das sementes de Guabiroba.....	18
4.1.2 Obtenção do óleo essencial das folhas de Guabiroba.....	18
4.2 AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE NO DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS/PLANTAS.....	19
4.2.1 Preparo das soluções.....	20
4.2.2 Experimento em Câmara de Germinação.....	20
4.2.3 Experimento em Casa de Vegetação.....	21
4.3 COMPOSTOS FENÓLICOS.....	21
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICA.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
8. ANEXOS	34

1. INTRODUÇÃO

O manejo das plantas espontâneas em agroecossistemas tem sido citado por agricultores no mundo todo como sendo o principal problema enfrentado nos sistemas de produção. Quando não manejadas adequadamente diminuem a capacidade produtiva e frustram os agricultores orgânicos pela escassez de alternativas ao manejo com herbicidas sintéticos.

No processo de transição agroecológica os agricultores encontram dificuldade na adoção de tecnologias que permitam a redução das perdas ocasionadas pela interferência da comunidade de plantas espontâneas com as espécies cultivadas (MCERLICH e BOYDSTON, 2013). Embora em situações específicas a ocorrência de plantas espontâneas possa ser benéfica ao agroecossistema, constituindo um componente importante da biodiversidade funcional (ALTIERI, 1999).

Uma pesquisa realizada por Anon (2007) com agricultores orgânicos nos EUA, apontou que o manejo das plantas espontâneas constitui o maior desafio enfrentado nos seus sistemas de produção, a frente de outros problemas como disponibilidade de sementes orgânicas, controle de pragas e baixa qualidade do produto colhido, por exemplo. Ainda na opinião dos agricultores entrevistados, a área de pesquisa mais importante para o desenvolvimento da agricultura orgânica é a das plantas espontâneas, a frente de outros temas de pesquisa como fertilidade do solo, pragas e melhoramento de plantas. Isso demonstra a relevância da ciência das plantas espontâneas para a agricultura orgânica e indica que à partir do seu desenvolvimento os impactos relacionados aos problemas que ocorrem podem ser minimizados.

Uma das opções no controle de plantas espontâneas concentra-se no estudo e utilização de produtos naturais como bioherbicidas, principalmente os produzidos por plantas. Produtos naturais de plantas que apresentam fitotoxicidade, quando liberados no ambiente podem diminuir o desenvolvimento de plantas espontâneas e as culturas agrícolas.

Alguns aleloquímicos já são empregados pelos agricultores indiretamente, especialmente nos sistemas de plantio direto. Nesses sistemas a cobertura do solo com a fitomassa produzida pelas espécies de adubação verde liberam compostos químicos durante o processo de degradação que auxiliam no manejo de plantas espontâneas em cultivos orgânicos (ALTIERI, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a bioatividade de extratos das sementes e folhas da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg) no desenvolvimento inicial de espécies vegetais espontâneas e cultivadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência de diferentes concentrações de óleo da semente e óleo essencial da folha da guabiroba no comprimento de hipocótilo e radícula de plântulas de alfafa (*Medicago sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), capim amargoso (*Digitaria insularis*) e capimannoni (*Eragrostis plana*) em laboratório;

- Avaliar a influência de diferentes concentrações de óleo da semente da guabiroba no índice de mortalidade de plantas de alfafa (*Medicago sativa*), trigo (*Triticum aestivum*), capim amargoso (*Digitaria insularis*) e capimannoni (*Eragrostis plana*) em casa de vegetação;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PLANTAS ESPONTÂNEAS EM SISTEMAS ORGÂNICOS

As plantas espontâneas são quaisquer plantas indesejáveis que se desenvolvem nas áreas de produção agropecuária podendo ocasionar graves problemas ao sistema de produção. Estas competem por nutrientes, luz, água, etc. e sua infestação varia de acordo com a cultura implantada, época de plantio e o manejo. Em solos descobertos ou pousio a infestação é maior, além disso o manejo inadequado pode ocasionar no desenvolvimento de plantas espontâneas de difícil erradicação acarretando na perda de valor da terra (FERREIRA *et al*, 2000).

Em lavouras ou piquetes infestadas de plantas espontâneas ocorre redução da produtividade e da qualidade do produto, dificuldade da colheita e aumento do custo de produção, redução da taxa de lotação e até intoxicação alimentar e alergia aos humanos. No caso de incidência de plantas invasoras de difícil controle os custos são agravantes (RODRIGUES, 2016).

Estudos revelam que do custo total da produção 20-30% corresponde à gastos com manejo de plantas daninhas e de maneira geral, reduzem 30-40% a produtividade e no Brasil a redução chegou de até 85%. Para controlar os gastos

existem diferentes técnicas de manejo, cada qual compatível com o modelo de produção da propriedade, sendo de forma preventiva, cultural, biológica, mecânica, química e/ou física (RODRIGUES, 2016).

O método preventivo busca evitar a introdução de plantas espontâneas através da limpeza de equipamentos, introdução de mudas e sementes certificadas e sadias. O controle biológico é realizado com a utilização de inimigos naturais, como bactérias e fungos. Como método cultural é utilizado adubação verde, palhada, redução do espaçamento para evitar entrada de luz e rotação de culturas. Já no controle mecânico são utilizados equipamentos que promovem a erradicação das mesmas e para controle químico são utilizados produtos químicos, principalmente herbicidas (RODRIGUES, 2016).

Nos sistemas de produção orgânicos é muito utilizado a técnica de plantio direto, com presença de palhada sobre a superfície do solo. Esta técnica de cultivo é bastante eficaz para a redução da germinação de plantas espontâneas fotoblásticas positivas, ou seja, que necessitam de um determinado comprimento de onda luminosa para germinarem. Já para as fotoblásticas neutras, como *Digitaria insularis*, *Digitaria ciliaris*, *Panicum maximum*, *Porophyllum ruderale*, *Ipomoea indica*, *Sida cordifolia*, *Malvastrum coromandelianum*, etc. não necessitam da presença de luz para germinarem, tornando-se prejudiciais no Sistema de Plantio Direto (COSTA et al, 2018).

Assim como algumas plantas espontâneas liberam compostos capazes de interferir no desenvolvimento de plantas cultivadas, há também plantas de interesse agrônomo que liberam compostos do metabolismo secundário, capazes de interferir no desenvolvimento de plantas espontâneas, como por exemplo a *Urochloa decumbens* que é muito utilizada no Sistema de Plantio Direto. Sendo assim a utilização de partes vegetais para extração de compostos aleloquímicos uma solução para controle de determinadas plantas invasoras em sistemas orgânicos e agroecológicos (COSTA et al, 2018).

3.1.2 Aleloquímicos

Os aleloquímicos são compostos presentes no metabolismo secundário das plantas, estes compostos são distribuídos em diferentes partes da planta e quando liberados em quantidades suficiente podem interferir no desenvolvimento de outros organismos, como plantas e microrganismos (VILELA, 2009).

A forma de liberação de aleloquímicos ao ambiente varia de acordo com a espécie. As plantas que apresentam odor característico, como por exemplo a *Campomanesia xanthocarpa* Berg, liberam os aleloquímicos por meio da volatilização, no qual são difíceis de serem quantificados e identificados. Estes compostos não são necessariamente prejudiciais a outros organismos.

Ainda existem poucos estudos específicos e comprobatórios sobre o efeito dos aleloquímicos em outros organismos, sendo assim um desafio para os pesquisadores. Relata-se que os aleloquímicos geram impactos na germinação de sementes e afetam o crescimento de outras culturas, atuando como reguladores de crescimento na redução da divisão e alongamento celular, os compostos fenólicos presentes nos aleloquímicos também podem ser inibidores da síntese de proteínas (OLIVEIRA, 2011).

Os aleloquímicos fenólicos também podem apresentar atividade sobre hormônios, podendo se ligarem a giberelina (GA) e reduzirem o crescimento ou se ligarem ao ácido abscísico (ABA) e aumentarem o crescimento, interferem na atividade do ácido indolacético (AIA), estudos também revelam que o efeito aleloquímico de certas substâncias, dependendo da concentração, pode promover ou inibir o desenvolvimento de plantas (OLIVEIRA, 2011).

Os aleloquímicos que apresentam efeito inibitório e/ou redução de desenvolvimento das plantas interferem na taxa fotossintética, respiração, transpiração, crescimento, nutrição mineral e resistência. Com isso os aleloquímicos se tornam alternativas de uso, sendo pela aplicação de produto natural e sustentável ao ambiente quanto pela redução de manejos mecânicos e desgastantes aos agricultores (VOLL, 2018).

De forma geral, as espécies vegetais apresentam resistência à determinadas substâncias e sensibilidade à outras, então estes compostos atuam de diferentes formas em cada espécie vegetal. Devido a tal reação e a viabilidade do mesmo, os compostos aleloquímicos podem ser extraídos das plantas, manipulados industrialmente e utilizados como “efeito herbicida” sobre às plantas espontâneas sensíveis ao produto, podendo inclusive ser utilizado na agricultura orgânica (INOUSE et al, 2010).

3.2 PROPRIEDADES QUÍMICAS DA GUABIROBA

A *Campomanesia xanthocarpa* Berg, mais conhecida como guabiroba

pertence à família das Myrtaceae e é nativa de ocorrência principalmente na região sul e sudeste, seus frutos são amarelo-esverdeados com epiderme fina e polpa suculenta, seus frutos podem ser consumidos *in natura*, utilizados em processamentos industriais e suas folhas são utilizadas para preparos de chás devido ao seu potencial medicinal (SOUZA, 2013).

A guabiroba apresenta teor nutricional, com elevado potencial de fibra alimentar, fósforo, potássio, magnésio e ferro. Além de propriedades químicas como a presença de compostos fenólicos com atividade antioxidante e compostos bioativos, entre eles o ácido ascórbico (ALVES et al 2013).

Plantas pertencentes à família Myrtaceae apresentam boas propriedades biológicas, bem como produção de óleos essenciais, utilizados principalmente na indústria farmacêutica e química. O óleo essencial dessas plantas apresenta alta volatilidade e perde seus princípios ativos facilmente se manejados e armazenados em condições inadequadas. Estudos demonstram que a *Campomanesia* apresenta em maior quantidade monoterpenos e sesquiterpenos nos óleos essenciais de flores, frutos e chalcona, flavonóides nas folhas (OLIVEIRA et al 2016).

Já o óleo da semente da guabiroba é rico em compostos fenólicos que são importantes na redução oxidativa dos lipídios presentes no tecido vegetal. Estes compostos são antioxidantes que formam compostos menos reativos, no qual são responsáveis por retardar o envelhecimento celular (ULIANA, 2017).



Fonte: Branco, 2017



Fonte: Diel, 2020

3.2.1 Óleos e óleos essenciais

Para a obtenção de óleos e graxas de fontes vegetais ou animais é muito comum o uso de solventes apolares como por exemplo o diclorometano ou hexano, sendo

que o processo de extração pode ser realizado de diferentes maneiras, entre elas pelo uso do extrator Soxhlet. O material obtido com o solvente hexano pode ser denominado de extrato, óleo ou azeite dependendo da parte da planta utilizada, sendo normalmente utilizados os frutos e sementes. Já o óleo essencial é tipicamente extraído de flores, folhas, caules e raízes, é constituído de compostos de maior volatilidade e que possuem maior valor agregado, é considerado um produto mais fino e possui aroma mais intenso que o óleo vegetal.

Os óleos vegetais são ricos em ácidos graxos e são utilizados principalmente na culinária, estes carregam consigo o óleo essencial, porém em menores concentrações. Já o óleo essencial é utilizado principalmente como aromatizantes, estes são ricos em terpenos, sesquiterpenos, álcoois, ésteres entre outros e dependendo do uso e composição pode causar irritabilidade e toxicidade, sendo também conhecidas suas propriedades como antibacterianas, antifúngicas, atividade antimutagênica, como conservante, entre outras (FERNANDES, 2020).

Os óleos essenciais são os componentes mais comuns encontrados em formulações de herbicidas orgânicos, apresentando uma ampla quantidade de constituintes químicos, principalmente terpenos, sesquiterpenos e compostos aromáticos voláteis. O tipo e a quantidade de cada constituinte varia de acordo com as condições ambientais do local, espécies e variedades das plantas. Os óleos essenciais não apresentam uma composição química exata, o que pode limitar os resultados experimentais (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

O grau de insaturação e aromaticidade são os principais fatores para a eficiência dos óleos essenciais na supressão de plantas daninhas, dentre os constituintes presentes, os compostos aromáticos voláteis são os mais toxicológicos. Devido a sua volatilidade os óleos essenciais causam normalmente injúrias agudas e não crônicas, sendo estas de efeito rápido (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

4. METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados na Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Laranjeiras do Sul - Paraná, foram conduzidos nos laboratórios de Ciência de Plantas Espontâneas, Germinação e Crescimento de Plantas, Química Analítica e Frutas e Vegetais.

4.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO DA GUABIROBA

4.1.1 Obtenção do óleo da semente de Guabiroba

As frutas de *Campomanesia xanthocarpa* Berg foram colhidas manualmente e conduzidas ao laboratório para serem manejadas. No laboratório, as frutas maduras de coloração alaranjada e de formato arredondado foram separadas para aproveitamento, posteriormente foram sanitizadas em solução de hipoclorito (10 mL L⁻¹ na concentração de 2-2,5%) por 15 min, enxaguadas em água destilada para retirada do hipoclorito, colocadas para escoamento da água por 20 min e armazenadas em freezer horizontal.

Para despulpamento as frutas foram retiradas do freezer 24h antes e no processo utilizou-se uma peneira de 0,08 mm acoplada a despulpadeira modelo DMJI-05 da marca Hauber Macanuda (Joinville, Brasil), no qual separou-se a polpa, enquanto que as cascas e sementes ficaram juntas. A polpa e as cascas juntamente com a sementes foram armazenadas em sacos plásticos em freezer horizontal. A separação das sementes das cascas foi realizada de forma manual. Após a separação as sementes foram lavadas e secas em estufa à 50 °C até massa constante. Após secas, as sementes foram moídas em multiprocessador doméstico da marca Cuisinart por 30 seg, obtendo partículas finas da amostra.

A extração do óleo bruto foi realizada utilizando extrator Soxhlet da marca Marconi, modelo MA-487/8 com. A semente de guabiroba seca e moída foi transferida para cartucho de celulose até um pouco abaixo da borda e adicionado hexano 95%, marca NEON, até completar dois ciclos. O solvente foi aquecido até a temperatura de ebulição, sendo a extração conduzida por 6 horas mantendo gotejamento contínuo sobre a amostra.

Após a extração a mistura obtida foi filtrada com papel filtro comum sob vácuo e posteriormente o solvente foi removido em evaporador rotativo a uma temperatura de 40 °C sob vácuo até massa constante, sendo o óleo obtido armazenado em frasco fechado, sob abrigo da luz em temperatura ambiente.

4.1.2 Obtenção do óleo essencial das folhas de Guabiroba

As folhas de *Campomanesia xanthocarpa* Berg foram colhidas manualmente e conduzidas ao laboratório, no qual foram separadas dos materiais grosseiros e armazenadas em freezer à - 4 °C, para posteriores atividades.

O processo para a moagem foi o mesmo utilizado nas sementes, diferenciando-se no tempo da moagem, de aproximadamente 1 min, permanecendo com partículas mais grosseiras quando comparado com as sementes.

Para a extração do óleo essencial das folhas, utilizou-se o método de Hidrodestilação (araste à vapor). Para cada batelada do processo de extração foram transferidos 140 g de folhas moídas e aproximadamente 1,4 L de água para um balão de fundo redondo de 2 L. A temperatura do sistema foi elevada até a ebulição da água e gotejamento constante no condensador, mantendo o sistema sob tal condição por 3 horas. Diversas bateladas do processo de extração foram executadas até o volume desejado de óleo, o qual foi transferido para um béquer contendo 1 g de sulfato de sódio anidro, a mistura foi homogeneizada e o óleo transferido para vial de vidro e armazenado ao abrigo da luz em refrigerador.

4.2 AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE NO DESENVOLVIMENTO DAS PLÂNTULAS/PLANTAS

Para a determinação das espécies a serem utilizadas no experimento foi realizado o teste de germinação, sendo utilizadas as que apresentaram no mínimo 85% de germinação. Após os testes definiu-se a utilização das sementes de duas espécies de plantas cultivadas, sendo alfafa (*Medicago sativa*) e trigo (*Triticum aestivum*), duas espécies de plantas espontâneas, sendo o capim amargoso (*Digitaria insularis*) e o capimannoni (*Eragrostis plana*).

O experimento foi realizado em dois locais, sendo parte em Câmara de Germinação e a outra em Casa de Vegetação. Para os experimentos da Câmara de Germinação utilizou-se o óleo das sementes e óleo essencial das folhas separadamente, já para o experimento na Casa de Vegetação utilizou-se apenas o óleo das sementes devido ao limite de quantidade de material extraído.

Os experimentos conduzidos contaram com 4 espécies diferentes, sendo que para cada espécie realizou-se 5 tratamentos, nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% respectivamente. Para cada tratamento realizou-se 4 repetições e cada repetição apresentou 10 exemplares de plântulas, contando com a avaliação de 200 plântulas/plantas por espécie em cada experimento, totalizando ao final dos três experimentos 2400 plântulas/plantas avaliadas.

4.2.1 Preparo das emulsões com óleo

As emulsões foram preparadas nas concentrações de 0 (T1 - Testemunha); 0,5 (T2); 1,0 (T3); 1,5 (T4) e 2,0% (m/v) (T5) de óleo essencial ou óleo da semente e 4% (m/v) do surfactante não iônico Tween 20, completando o restante com água destilada. A emulsificação dos componentes foi preparada pela homogeneização dos mesmos à 35°C.

Para o experimento realizado em câmaras de germinação, a quantidade da emulsão preparada baseou-se na massa no papel filtro, sendo 2 vezes a massa do papel filtro, totalizando aproximadamente 3,5 mL por placa de petri e 15 mL por tratamento de cada espécie.

Já para o experimento realizado na casa de vegetação o preparo da emulsão baseou-se na área do vaso, utilizou-se 200 mL da emulsão por tratamento por espécie, nas mesmas concentrações descritas acima, sendo para 0% ausência de óleo, 0,5% - 1 mL, 1,0% - 2 mL, 1,5% - 3 mL e 2,0% - 4 mL de óleo.

4.2.2 Experimento em Câmara de Germinação

Este experimento foi realizado com a utilização do óleo essencial das folhas e óleo das sementes, em experimentos separados, com as quatro espécies. Todas as plântulas foram incubadas com fotoperíodo de 12h, às cultivares de *Triticum aestivum* e *Medicago sativa* foram mantidas a 20 °C, enquanto que *Digitaria insularis* e *Eragrostis plana* foram mantidas em temperatura alternadas, sendo 12h com 25 °C e 12h com 30 °C.

Em uma bandeja de aproximadamente 500 cm² foi disposto papel filtro umedecido com água destilada e espalhado em torno de 400 sementes, vedando o recipiente com filme plástico de PVC.

As sementes nas bandejas foram acondicionadas em câmara de germinação do tipo BOD até atingirem comprimento entre 2 e 4 mm de hipocótilo. As espécies cultivadas apresentaram crescimento inicial mais rápido quando comparadas às espécies espontâneas, sendo *Triticum aestivum* após 3 dias, *Medicago sativa* após 5 dias, *Digitaria insularis* e *Eragrostis plana* após 10 dias de incubação.

Ao atingirem o crescimento desejado, as plântulas foram selecionadas homoganeamente e transferidas para as placa de petri, contendo o papel filtro com a devida solução, posteriormente as plântulas retornaram para a câmara de

germinação, vedadas com filme plástico de PVC, onde permaneceram por mais 72h. Após as 72h de incubação as plântulas foram avaliadas quantitativamente com auxílio do paquímetro, realizando medições de comprimento de hipocótilo e radícula. Os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente análise de regressão, adotando-se modelos significativos para a relação entre a concentração da solução e as variáveis correspondentes utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2013).

4.2.3 Experimento em Casa de Vegetação

Neste experimento as plantas foram conduzidas em vasos de 10 L, sendo no total 80 vasos, 20 para cada espécie. O solo foi preparado de forma homogênea para todos os vasos, contendo uma mistura de solo e areia na proporção 2:1. Após o preparo do solo foi semeado 15 sementes em cada vaso, na profundidade de 1 cm e distribuídas na mesa de forma aleatória. A irrigação dos vasos foi realizada manualmente.

Da mesma forma como no Gerbox, as espécies cultivadas apresentaram desenvolvimento inicial mais rápido, sendo *Triticum aestivum* após 4 dias, *Medicago sativa* após 7 dias, *Digitaria insularis* e *Eragrostis plana* após 15 dias. Ao atingirem 2 cm de altura realizou-se o raleio das plântulas, deixando apenas 10 plântulas de tamanho semelhante em cada vaso e aplicadas as emulsões.

As soluções foram preparadas no mesmo dia da aplicação e aplicadas em uma única vez, utilizando-se um borrifador para cada tratamento, a aplicação foi realizada em local isolado das demais plantas, sendo a aplicação de 50 mL da solução para cada vaso, no mesmo dia da aplicação as plantas não receberam irrigação. Após a aplicação as avaliações visuais foram realizadas a cada 7 dias, considerando como parâmetros o índice de mortalidade de 50% + 1, sendo assim quando apresentavam seis plantas mortas por vaso. Para este experimento não foram realizadas as medições devido a mortalidade precoce das plantas.

4.3 COMPOSTOS FENÓLICOS

Para a determinação de compostos fenólicos seguiu-se a metodologia de Minussi et al (2003). Para as análises o de óleo da semente e o de óleo essencial foram diluídos em etanol separadamente. Uma alíquota de cada amostra foi transferida, separadamente em balão volumétrico de 25 mL com 4 mL de reagente

Folin Ciocalteu 10% (v/v), 2 mL de carbonado de sódio 7,5% (m/v) e completado o volume com água. As soluções foram homogeneizadas, mantidas ao abrigo da luz por 2 horas e posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda de 765 nm descontando o valor do branco de cada medida.. Foi preparada uma curva padrão com ácido gálico nas concentrações de 0; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 mg L⁻¹ e submetidas ao mesmo tratamento das amostras. A análise de cada amostra foi realizada em triplicata.

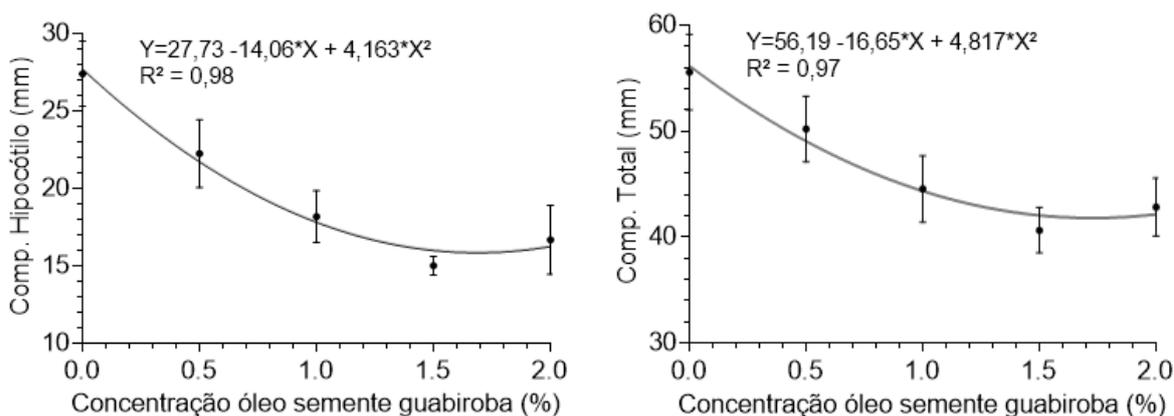
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos a análise de normalidade, variância e quando aplicável também análises de regressão adotando os modelos mais simples com o maior coeficiente de determinação (R²). Os pontos de máximo e mínimo nos modelos quadráticos foram determinados por interpolação de acordo com Storck et al. (2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo da semente de guabiroba influenciou negativamente o comprimento de hipocótilo e total das plântulas de *Triticum aestivum* ($p < 0,05$), com seus valores diminuindo de acordo com o aumento da concentração do óleo da semente até atingir o ponto de mínimo (aproximadamente 1,69% para hipocótilo e 1,73% para comprimento total) (Figura 1).

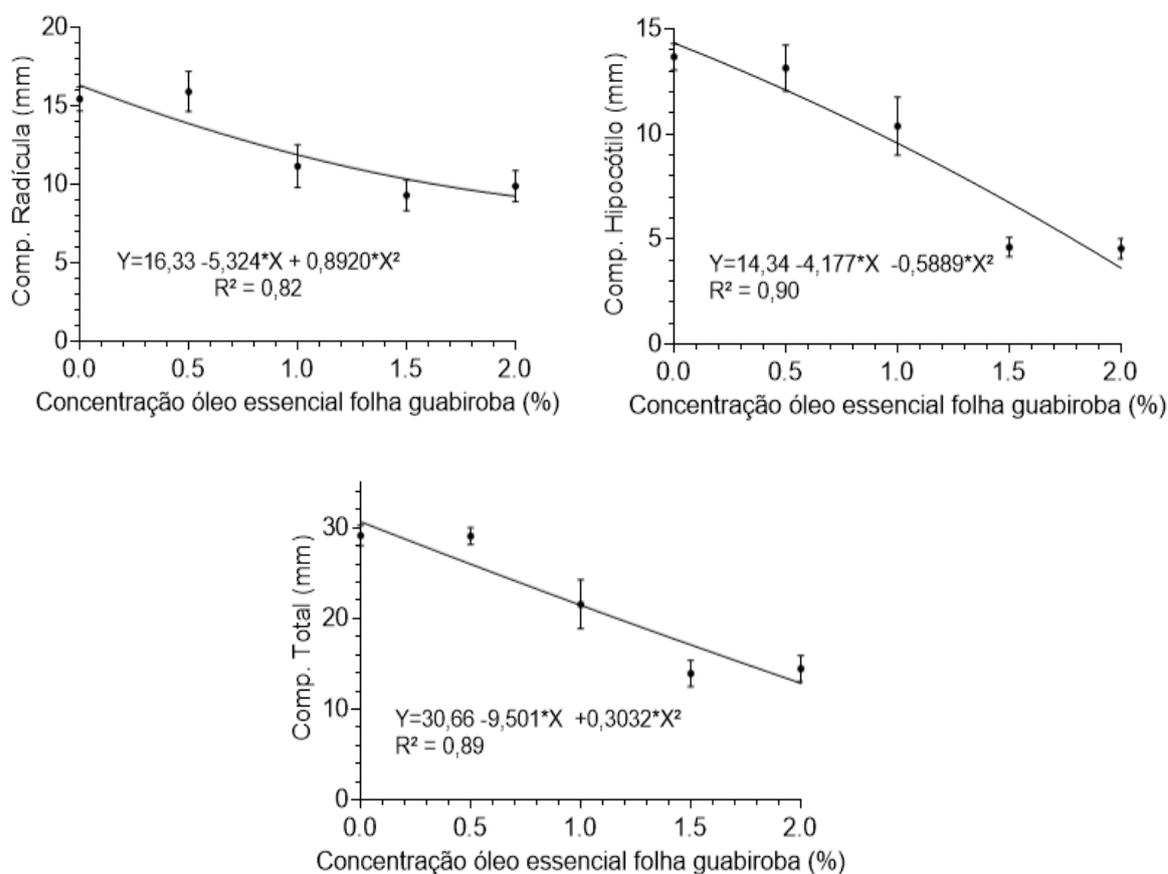
Figura 1. Comprimento de hipocótilo e total de plântulas de *Triticum aestivum* em relação a concentração do óleo da semente de guabiroba.



De acordo com Ootani et al (2010), os óleos extraídos de vegetais apresentam potencial aleloquímico, inibindo a germinação de sementes, causando fitotoxidez e reduzindo a capacidade fotossintética dos vegetais.

Além de influenciar negativamente o comprimento de hipocótilo e total das plântulas de *T. aestivum*, óleo essencial das folhas de guabiroba também apresentou efeito inibitório para o comprimento de radícula ($p < 0,05$). Assim como o óleo da semente, o aumento na concentração apresentou redução nas variáveis (Figura 2).

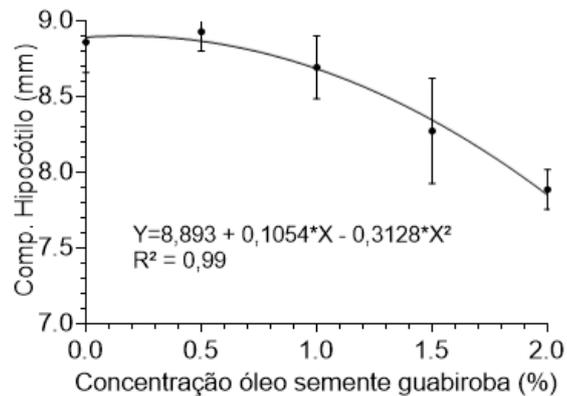
Figura 2. Comprimento de radícula, hipocótilo e total de plântulas de *Triticum aestivum* em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.



Quando comparado os resultados do óleo da semente com os da folha de guabiroba, observa-se que o das folhas apresentam maior potencial inibitório, sendo que para a folha quanto maior for a concentração do óleo essencial maior é seu efeito fitotóxico sobre o *T. aestivum*.

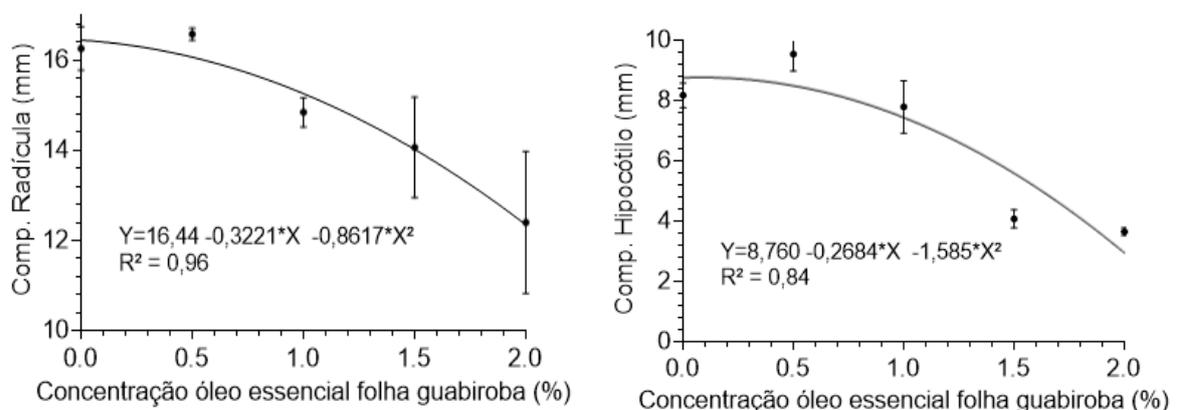
O óleo da semente de guabiroba interferiu no comprimento de hipocótilo de *Medicago sativa* ($p < 0,05$). O comprimento de hipocótilo diminuiu com o aumento na concentração do óleo da semente (Figura 3).

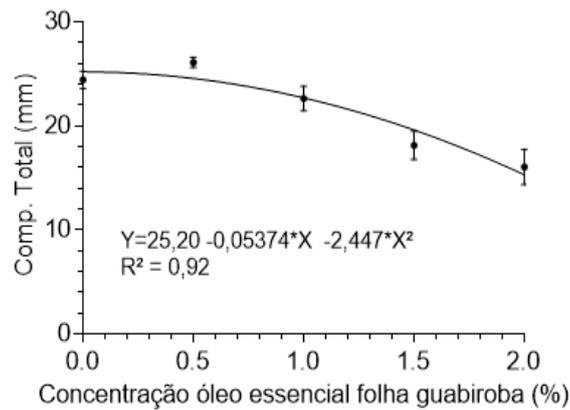
Figura 3. Comprimento de hipocótilo de plântulas de *Medicago sativa* em relação a concentração do óleo da semente de guabiroba.



Já o óleo essencial das folhas de guabiroba reduziu tanto o comprimento de hipocótilo como o comprimento de radícula e total das plântulas de *M. sativa* ($p < 0,05$). Quanto maior a concentração do óleo essencial das folhas de guabiroba, menor foi o comprimento das três variáveis supracitadas (Figura 4).

Figura 4. Comprimento de radícula, hipocótilo e total de plântulas de *Medicago sativa* em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.

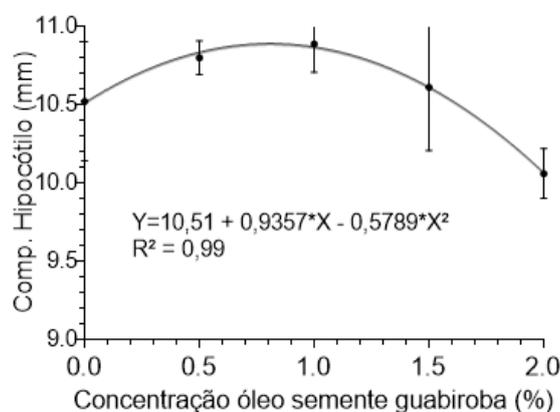




A diferença entre o efeito do óleo das sementes e folhas da guabiroba em *M. sativa* assemelha-se a observada em trigo, onde o óleo essencial da folha também apresentou efeito significativo em um número maior de variáveis que o óleo da semente.

O comprimento de hipocótilo de *Digitaria insularis* também foi influenciado pelo óleo da semente de guabiroba ($p < 0,05$). Observa-se que a concentração de aproximadamente 0,81% foi responsável pelo maior comprimento de hipocótilo, sendo que o aumento da concentração do extrato resultou em efeito inibitório (Figura 5).

Figura 5. Comprimento de hipocótilo de plântulas de *Digitaria insularis* em relação a concentração do óleo da semente de guabiroba.



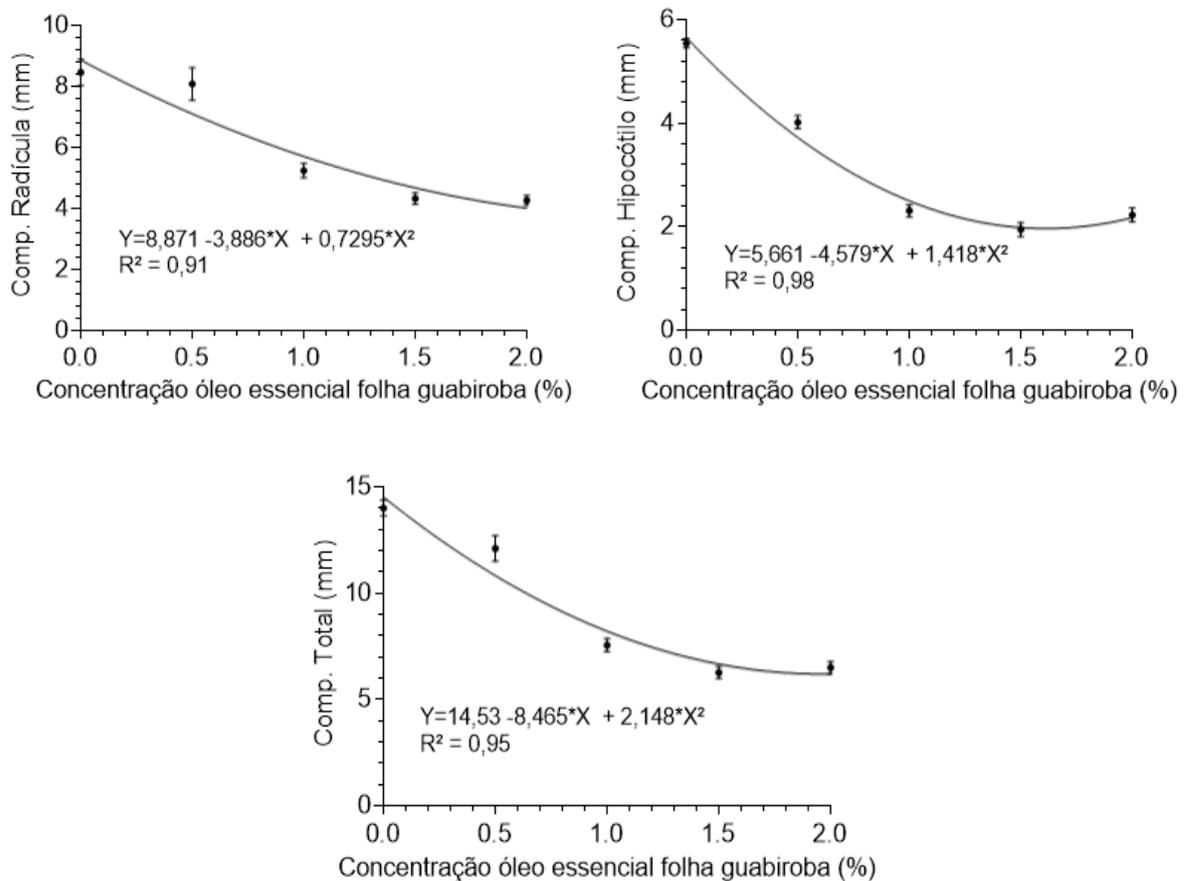
A interação entre o comprimento de hipocótilo de *D. insularis* e a concentração do óleo da semente de guabiroba parece ser representado por um

efeito alternado, onde a mesma solução pode influenciar tanto positivamente quanto negativamente o organismo, dependendo da concentração administrada.

Na pesquisa desenvolvida por Silva et al (2012) a aplicação em concentrações mais elevadas do herbicida causou redução de desenvolvimento da cultura, enquanto que em concentrações menores do herbicida o feijoeiro apresentou aumento de até 10% da produtividade.

Já o óleo essencial das folhas de guabiroba influenciou tanto o hipocótilo como o comprimento radicular e total das plântulas de *D. insularis* ($p < 0,05$) (Figura 6).

Figura 6. Comprimento de radícula, hipocótilo e total de plântulas de *Digitaria insularis* em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.

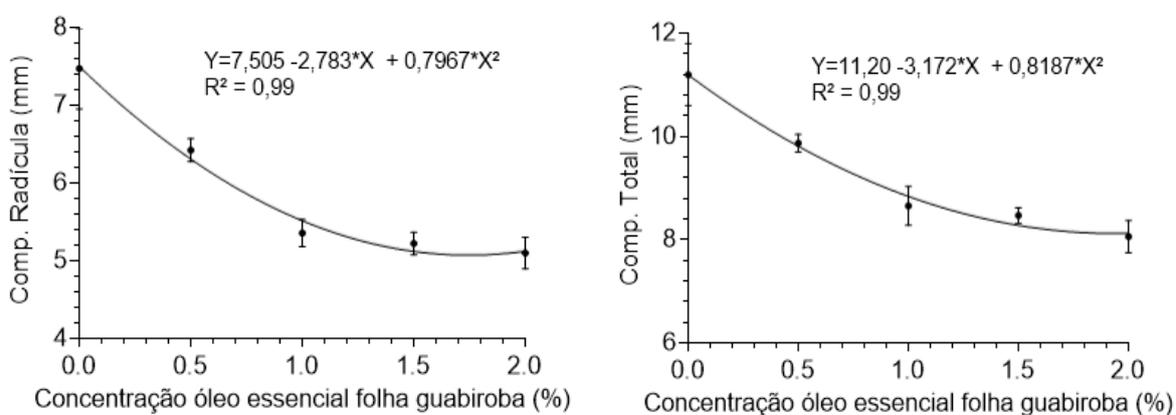


Para a planta espontânea *D. insularis* o óleo da semente de guabiroba apresentou efeito significativo apenas para comprimento de hipocótilo, enquanto que o óleo das folhas apresentou efeito inibitório para todas as variáveis

analisadas, sendo que para os tratamentos com óleo das folhas a curva teve maior decréscimo quando submetidos a concentrações próximos de 2%. Já para o óleo das sementes o efeito acompanhou a aumento da concentração do óleo. Por isso é possível afirmar que o óleo da folha da guabiroba apresenta maior potencial de redução no crescimento das plântulas de *D. insularis* em comparação com o óleo da semente.

O óleo da semente de guabiroba não influenciou o desenvolvimento inicial das plântulas de *Eragrostis plana* ($p < 0,05$). Já o óleo essencial das folhas apresentou influência tanto para o comprimento de radícula quanto para o comprimento total das plântulas de *E. plana* ($p < 0,05$) (Figura 7).

Figura 7. Comprimento de radícula e total de plântulas de *Eragrostis plana* em relação a concentração do óleo essencial da folha de guabiroba.



Neste caso, como o efeito foi significativo tanto para comprimento total quanto para radícula, é provável que a parte aérea da plântula também apresenta efeito redutor de crescimento, porém esta não apresentou resultados significativos.

Conforme podemos observar, em todas as espécies testadas o óleo essencial teve maior efeito inibitório do que o óleo da semente. Isto sugere que as folhas apresentam maior concentração de substâncias fitotóxicas em relação às sementes e que o óleo essencial apresenta compostos diferentes do óleo da semente.

Todas as plantas avaliadas apresentaram maior sensibilidade ao óleo essencial das folhas de guabiroba, para as espécies espontâneas conduzidas em BOD, a *D. insularis* apresentou maior efeito redutor na parte aérea da plântula, enquanto que a *E. plana* apresentou maior efeito redutor na parte radicular da

plântula, ou seja, o óleo essencial teve atividade redutora tanto para os órgãos produtores quanto para os órgãos de reserva das plântulas.

Para o experimento realizado em casa de vegetação as análises foram realizadas de forma visual com a contabilização de plantas sobreviventes após o número de dias de sobrevivência, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2. A avaliação foi realizada com referência 50% + 1 para a devida descrição.

Na primeira coluna da Tabela 1 apresenta os tratamentos e as demais colunas apresentam as médias com plantas sobreviventes. Sendo descrito como “sim” para as que apresentam 50% + 1 de plantas sobreviventes e “não” para as que apresentaram 50% + 1 de mortalidade após 14 dias de aplicação.

Tabela 1. Sobrevivência das plantas após a aplicação da solução de óleo essencial da semente.

PLANTAS SOBREVIVENTES APÓS 14 DIAS DE APLICAÇÃO			
<i>T. aestivum</i>	<i>M. sativa</i>	<i>D. insularis</i>	<i>E. plana</i>
Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Não	Sim	Sim
Não	Não	Sim	Sim
Não	Não	Sim	Sim
Não	Não	Não	Sim

De acordo com os dados, a *M. sativa* não resistiu até os 14 dias à emulsão contendo óleo essencial de guabiroba e o *T. aestivum* apresentou baixa resistência à aplicação, sobrevivendo apenas o tratamento de menor concentração. Já as plantas espontâneas apresentaram maior resistência à aplicação, no qual várias repetições apresentaram resistência até os 14 dias, com exceção do tratamento de 2,0% da *D. insularis*.

A Tabela 2 mostra com maiores detalhes os dias de sobrevivência das espécies de plantas espontâneas, de acordo com o tratamento. Para as espécies cultivadas não foram avaliadas detalhadamente os dias de sobrevivência, pois estas quando submetidas aos tratamentos, não chegaram aos 18 dias de sobrevivência.

Tabela 2. Período de sobrevivência das plantas espontâneas após a aplicação do óleo da semente.

DIAS DE SOVREVIVÊNCIA		
Tratamento	<i>D. insularis</i>	<i>E. plana</i>
0,5%	18	18
1,0%	18	23
1,5%	25	21
2,0%	14	18

Quando comparado o desenvolvimento entre os diferentes tratamentos é possível observar que o tratamento com 2,0% foi o que apresentou menor resistência a solução contendo óleo da semente. Porém observa-se que quando submetida ao tratamento de 1,5% esta apresentou maior resistência à aplicação do que em concentrações menores e concentração maior avaliada.

Para a *E. plana* os tratamentos não apresentaram grandes diferenças, mas o tratamento 0,0 e 2,0% apresentaram menor resistência ao óleo enquanto que o tratamento 0,5 e 1,0% apresentaram maior resistências quando comparado ao anterior. Decorrente da baixa variabilidade de mortalidade/sobrevivência das plantas submetidas aos tratamentos podemos afirmar que o óleo influenciou negativamente o desenvolvimento e que este, independente da concentração causou a mortalidade das plantas.

Quando comparado as espécies de interesse agrônomo e as espontâneas do experimento observamos que as espécies cultivadas apresentam maior sensibilidades ao produto, mas quando comparamos as duas espécies espontâneas, a *E. plana* apresentou maiores taxas de resistência do que a *D. insularis*.

Conforme os dados obtidos no experimento, pode-se afirmar que cada planta se comporta de maneira diferente sobre as mesmas interações aleloquímicas presentes no óleo da guabiroba.

Para as plantas cultivadas de interesse agrônomo o ideal é que a emulsão contendo óleo de guabiroba não afete o desenvolvimento das plantas, pois este produto tem por finalidade atuar sobre o desenvolvimento de plantas espontâneas.

Como os resultados apresentados demonstraram efeito redutor de crescimento para as plantas de interesse agrônomico e para as plantas espontâneas o recomendado seria fazer a aplicação da solução de óleo de guabiroba antes do plantio, para que este não venha a afetar o desenvolvimento das plantas de interesse.

Devido aos resultados positivos na interferência do desenvolvimento das plantas avaliadas, foi realizada a determinação de compostos fenólicos para a possível quantificação de fenóis tanto no óleo da semente quanto no óleo essencial das folhas.

A concentração de fenóis totais foi maior no óleo da semente em relação ao óleo essencial, sendo 37,0738 para óleo da semente com desvio padrão de 3,0973 e 19,1219 com desvio padrão de 1,3435 para óleo essencial, isto porque os compostos fenólicos não são tipicamente encontrados em óleos essenciais. No óleo obtido da semente também não se obteve uma grande quantidade, quando comparado a outros tipos de óleos, devido ao método de extração por Soxhlet no qual os compostos de menor polaridade foram preferencialmente lixiviados, ou seja, extraído pelo hexano.

Com isso, podemos realçar que o efeito de fitotoxicidade não está relacionado diretamente com a quantidade de compostos fenólicos presentes, mas podemos supor que o efeito pode estar relacionado à quantidade de compostos presentes tanto nas folhas quanto em compostos extraídos pelo método de hidrodestilação, destacando-se a presença de hidrocarbonetos, terpenos e sesquiterpenos típicos de óleos essenciais.

De acordo com Oliveira et al (2016), o óleo essencial das folhas de guabiroba apresenta efeito antioxidante, antimicrobiana e antibacteriana. Estudos posteriores podem ser realizados na identificação e quantificação de analitos, relacionando sua presença e concentração com a bioatividade nas plantas receptoras. Também pode-se, a partir da identificação dos analitos envolvidos na bioatividade realizar experimentos para elucidação do mecanismo de ação dessas substâncias.

6. CONCLUSÃO

O óleo das sementes de guabiroba apresentou redução do crescimento inicial de *Triticum aestivum*, *Medicago sativa* e *Digitaria insularis*, sendo *Triticum aestivum* a espécie que apresentou maior sensibilidade e *E. plana* a que apresentou maior tolerância.

Já para o óleo essencial das folhas de guabiroba em desenvolvimento inicial as quatro espécies testadas apresentaram sensibilidade à aplicação, sendo *T. aestivum* a mais sensível, seguido de *M. sativa*. A espécie com maior tolerância foi *E. plana*, seguida de *D. insularis*.

Já para crescimento em estágio de planta o óleo da semente de guabiroba teve forte inibição em *T. aestivum* e *M. sativa*, enquanto que *D. insularis* e *E. plana* apresentaram menor taxa de mortalidade.

Dos experimentos avaliados, o óleo essencial das folhas de guabiroba apresentou maior eficiência fitotóxica, sendo *E. plana* a espécie que apresentou maior resistência e *T. aestivum* e *M. sativum* foram as que apresentaram maior sensibilidade à solução aplicada.

Embora os resultados obtidos foram positivos e atenderam o objetivo do trabalho, os dados coletados ainda não foram o suficiente para comprovar a viabilidade da utilização de extratos brutos no manejo de plantas espontâneas. Para isso propõe-se a realização de trabalhos futuros para a identificação de substâncias ou conjunto de substâncias que causam fitotoxicidade seguidos de novos bioensaios de fitotoxicidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems.** Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 74, p. 19-31, 1999.

ALTIERI, M. A.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. V. H.; KIELING, A. S.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E. **Enhancing crop productivity via weed suppression in organic no-till cropping systems in Santa Catarina, Brazil.** Journal of Sustainable Agriculture, v. 35, n. 8, p. 855-869, 2011.

BRANCO, A. **Guabiroba: Delícia de fruta nativa.** GreenMe. Disponível em <https://www.greenmebrasil.com/usos-beneficios/5081-gabiroba/>. Acesso em <22 nov. 2020>.

COSTA, N. V. et al. **Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos:** breve resumo. Revista Brasileira de Herbicidas, v.17, n.1, p.25-44, 2018.

CRUZ, C.D. **Genes Software** – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum. v.38, n.4, p.547-55, 2013.

DIEL, J. C. **Guabiroba: uma fruta boa a explorar.** Fácil Alimentos, 2020. Disponível em <https://www.facilalimentos.com.br/blog/noticia/gabiroba-uma-das-nossas-frutas-nativas-a-ser-explorada>. Acesso em <22 nov. 2020>.

INOUSE, M. H. et al. **Potencial alelopático de *Annona crassiflora*: efeitos sobre plantas daninhas.** Planta daninha vol.28 no.3, Print version ISSN 0100-8358, Viçosa, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300005>>. Acesso em <07 ago. 2020>.

FERNANDES, G. **Diferença entre óleo essencial e óleo vegetal.** Phytoterápica – Inspiração para uma vida saudável, 2020. Disponível em <https://blog.phytoterapica.com.br/diferenca-entre-oleo-essencial-e-oleo-vegetal/>. Acesso em <12 nov. 2020>.

FERREIRA, A.; AQUILA, M. E. A. **Alelopatia:** uma área emergente da ecofisiologia. R. Bras.Fisiol.Veg. 12(Edição Especial):175-204, 2000.

KARAM, D.; CRUZ, M. B. **Características do herbicida *mesotrione* na cultura do milho.** Circular Técnica. Sete Lagoas – MG: Embrapa, 2004. ISBN 1518-4269.

MCERLICH, A. F.; BOYDSTON, R. A. **Current State of Weed Management in Organic and Conventional Cropping Systems.** In: S.L. YOUNG; F.J. PIERCE (eds.). Automation: The Future of Weed Control in Cropping Systems, 2013. DOI 10.1007/978-94-007-7512-1_2.

MINUSSI, R. C et al. **Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines.** Food Chemistry, v. 82, n. 3, p. 409- 416, 2003.

OLIVEIRA, J. D et al. **Rendimento, composição química e atividade microbiana e antioxidante do óleo essencial de folhas de *Campomanesia adamantium* submetidas a diferentes métodos de secagem.** Revista Brasileira de Plantas

Medicinais, v. 18, n. 2, p. 502-510, 2016.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Controle de Plantas Daninhas: métodos físicos, mecânicos, cultural, biológico e alelopatia.** Cap.5, p.82-112, Brasília-DF: Embrapa, 2018.

OLIVEIRA, R. S. **Biologia e manejo de plantas daninhas.** ISBN: 978-85-64619-02-9, 2011. Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910833/1/BMPDcap5.pdf>>. Acesso em <12 nov. 2020>.

OOTANI, M. A. et al. **Potencial alelopático de óleos essenciais de Eucalipto e de Citronela.** XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas - Centro de Convenções - Ribeirão Preto - SP, 2010.

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas.** Universidade Federal de São João Del-Rei: Sete Lagoas, 2016.

SILVA, J. C. et al. **Efeito hormese de glyphosate em feijoeiro.** e-ISSN 1983-4063 - www.agro.ufg.br/pat - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 42, n. 3, p. 295-302, jul./set. 2012.

SOUZA, W. **Avaliação da atividade antioxidante e compostos fenólicos de extratos vegetais.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão - PR, 2013.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal.** Editora UFSM: Santa Maria, 2011. 200 p.

ULIANA, C. **Extração e caracterização do óleo da semente de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) e avaliação da qualidade durante o armazenamento.** Laranjeiras do Sul: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2015.

VILELLA, H. **Alelopatia e os agroecossistemas.** Portal Agronomia - Desenvolvido por Digital Pixel, 2009. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_alelopatia_e_os_agrossistemas.html>. Acesso em: <30 nov. 2019>.

VOLL, E. **Entenda a importância da alelopatia no manejo de plantas daninhas.** Blog da Embrapa Soja: São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.uol.com.br/embrapasoja/2018/10/02/importancia-da-alelopatia-no-manejo-de-plantas-daninhas/>>. Acesso em: <30 nov. 2019>.

8. ANEXOS

