



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA**

REGINA CANAN BONAVIGO

**AÇÃO BIOHERBICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE RIZOMA DE GENGIBRE NA
GERMINAÇÃO DE NABO E AZEVÉM**

**CHAPECÓ
2021**

REGINA CANAN BONAVIGO

**AÇÃO BIOHERBICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE RIZOMA DE GENGIBRE NA
GERMINAÇÃO DE NABO E AZEVÉM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Orientador Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

CHAPECÓ

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Bonavigo, Regina Canan

Ação bioherbicida de óleo essencial de rizoma de gengibre na germinação de nabo e azevém / Regina Canan Bonavigo. -- 2021.

34 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2021.

1. Germinação. 2. Alelopatia. 3. Óleo essencial. I. Tironi, Siumar Pedro, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

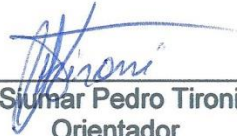
REGINA CANAN BONAVIGO

**AÇÃO BIOHERBICIDA DE ÓLEO ESSENCIAL DE RIZOMA DE GENGIBRE NA
GERMINAÇÃO DE NABO E AZEVÉM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 10/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sumar Pedro Tironi – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Samuel Mariano Gislon da Silva-UFFS
Examinador



Prof^a. Dr^a. Fabiana Maria De Siqueira Mariano Da Silva
Examinadora

RESUMO

Os danos causados pela infestação de plantas daninhas tem sido um dos maiores limitantes para a produtividade das lavouras. Atualmente o método de controle mais utilizado é o controle químico, porém esse método traz alguns impactos negativos. Dessa forma, soluções menos danosas têm sido buscadas, como o uso de óleos essenciais naturais. Nesse sentido, objetivou-se, com este estudo, avaliar a ação bioherbicida do óleo essencial de rizoma de gengibre (*Zingiber officinale*) na germinação e desenvolvimento de plântulas de azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo (*Raphanus* sp.). Os experimentos foram conduzidos em laboratório. O óleo essencial foi extraído de rizomas frescos utilizando o processo de hidrodestilação. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições. Os experimentos foram alocados em esquema fatorial 4x3, sendo o primeiro fator composto por doses do óleo essencial (0, 5, 10, 25 ml L⁻¹) e o segundo fator por formulações (0+0 10+0 e 10+10 ml L⁻¹ de emulsificante+surfactante). As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca de plântulas, comprimento da parte aérea e do sistema radicular e percentual de plântulas normais e anormais. O óleo essencial de gengibre influenciou negativamente na germinação e crescimento de plântulas do nabo, apresentando controle mais efetivo conforme o aumento da dose. No azevém foi possível observar controle de 100% da germinação e das demais variáveis indiferente da dose utilizada. A formulação melhorou o comportamento do óleo essencial, especialmente quando utilizados emulsificante e surfactante em associação. O óleo essencial de gengibre possui efeito bioherbicida sobre a germinação e crescimento de plântulas de nabo e azevém, com potencialização dos efeitos com os emulsificante+surfactante em sua formulação.

Palavras-chave: *Zingiber officinale*. *Raphanus* sp. *Lolium multiflorum*. Emulsificante.

ABSTRACT

The damage caused by weed infestation has been one of the biggest limitations for crop productivity. Currently the most used control method is chemical control, but this method has some negative impacts. Thus, less harmful solutions have been sought, such as the use of natural essential oils. In this sense, the aim of this study was to evaluate the bioherbicidal action of the essential oil of ginger rhizome (*Zingiber officinale*) in the germination and development of ryegrass (*Lolium multiflorum*) and turnip seedlings (*Raphanus* sp.). The experiments were conducted in the laboratory. The essential oil was extracted from fresh rhizomes using the hydrodistillation process. The experimental design used was completely randomized with three replications. The experiments were allocated in a 4x3 factorial scheme, the first factor consisting of doses of essential oil (0, 5, 10, 25 ml L⁻¹) and the second factor by formulations (0 + 0 10 + 0 and 10 + 10 ml L⁻¹ emulsifier + surfactant). The variables analyzed were: germination speed index (IVG), seedling dry mass, length of shoot and root system and percentage of normal and abnormal seedlings. The essential oil of ginger negatively influenced the germination and growth of seedlings of the turnip, showing more effective control as the dose increased. In ryegrass it was possible to observe 100% control of germination and other variables regardless of the dose used. The formulation improved the behavior of the essential oil, especially when used emulsifier and surfactant in combination. The essential oil of ginger has a bioherbicidal effect on the germination and growth of turnip and ryegrass seedlings, enhancing the effects with emulsifiers + surfactants in its formulation.

Keywords: *Zingiber officinale*. *Raphanus* sp. *Lolium multiflorum*. Emulsifier.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Extração do óleo em hidroddestilador modelo Clevenger.....	17
Figura 2- Disposição das formulações do óleo essencial.....	18
Figura 3- Caixas gerbox com sementes e tratamentos.	19
Figura 4 - Comparação entre plântula normal e anormal de Nabo (<i>Raphanus</i> sp.) .	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comprimento da parte área (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca de plântulas (MSP), percentual de plântulas anormais (PPA) e índice de velocidade de germinação (IVG), em função da aplicação de doses de óleo essencial de gengibre e suas formulações.	23
Tabela 2- Percentual de plântulas normais – PPN (%) em função do tratamento com doses de óleo essencial de gengibre em diferentes formulações.	24
Tabela 3- Comprimento da parte área (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), percentual de plântulas normais (PPN) e percentual de plântulas anormais (PPA) de azevém, em função da aplicação de doses de óleo essencial de gengibre e suas formulações.	26
Tabela 4. Massa seca de plântulas – MSP (mg plântula ⁻¹) de azevém, em função do tratamento com doses de óleo essencial de gengibre em diferentes formulações ...	27
Tabela 5- Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de azevém, em função do tratamento com doses de óleo essencial de gengibre em diferentes formulações.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E COMPOSTOS ALELOPÁTICOS.....	13
3.2	ÓLEO ESSENCIAL DE GENGIBRE	14
3.3	FORMULAÇÕES.....	15
3.4	ESPÉCIES DANINHAS.....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1	OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL.....	17
4.2	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
4.3	AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE NA GERMINAÇÃO.....	19
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1	ENSAIO UTILIZANDO SEMENTES DE NABO.....	21
5.2	ENSAIO UTILIZANDO SEMENTES DE AZEVÉM.....	25
5	CONCLUSÕES	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola pode ser limitada por alguns fatores, principalmente por problemas fitossanitários, sendo um desses problemas, a interferência das plantas daninhas. Com base nos conceitos propostos, pode-se definir o termo “planta daninha” como todos os vegetais que se desenvolvem em um local não desejado pelo homem e causem interferências a cultivos agrícolas (INOUE; OLIVEIRA JR, 2011). Estas espécies costumam se estabelecer juntamente com a cultura nas lavouras, podendo causar prejuízos econômicos e redução na produtividade através de danos diretos e indiretos. Esses prejuízos ocorrem principalmente, devido à competição estabelecida entre as plantas daninhas e a cultura por fatores fundamentais, tais como água, luz e nutrientes (VASCONCELOS, 2012). Existem ainda outros fatores relacionados às plantas daninhas, que podem provocar grandes perdas de produção, como a capacidade de produzirem compostos alelopáticos e de atuarem como hospedeiras de pragas e doenças que afetam as culturas.

O manejo dessas espécies é uma prática obrigatória para obtenção de elevadas produtividades das culturas (MONQUERO, 2014). Atualmente a prática de manejo mais utilizada é o químico, com uso de herbicidas, no entanto, o uso desses compostos pode causar impactos no agroecossistema.

Neste sentido, têm-se buscado alternativas diferentes e sistemas de produção menos impactantes ao ambiente e à saúde humana e animal. Uma alternativa tem sido o uso de substâncias naturais (bioherbicidas), como extratos e óleos essenciais de plantas, no manejo de plantas daninhas (OLIVEIRA, 2012; SANTOS et al., 2017).

As plantas possuem rotas metabólicas secundárias no seu metabolismo, em que são produzidos compostos secundários, alguns desses compostos são importantes para a defesa das plantas, e podem causar efeitos positivos ou negativos em outras plantas, este processo também é conhecido como alelopatia. Alelopatia é o processo de produção e liberação desses compostos, que podem agir interferindo no desenvolvimento ou até mesmo inibindo a germinação de sementes de outras espécies de plantas (MANO, 2006). Assim, esse processo é classificado como um método sustentável no manejo de plantas daninhas. Dentre os compostos produzidos pelo metabolismo secundário encontram-se alguns compostos presentes nos óleos

essenciais, que podem ser utilizados para o desenvolvimento de novos defensivos naturais, como bioherbicidas.

O gengibre é uma planta que na sua composição química destaca-se o óleo essencial, encontrado em grandes quantidades no seu rizoma. O óleo essencial do gengibre possui o α -zingibereno como o composto mais abundante, que apresenta ação bioherbicida no processo de germinação de sementes de espécies daninhas (IBÁÑEZ e BLÁZQUEZ, 2019).

O azevém (*Lolium multiflorum*) e a nabiça (*Raphanus raphanistrum*) são representantes das famílias Poaceae e Brassicaceae, respectivamente. Essas espécies são consideradas plantas daninhas com grande importância agrícola, que ocorrem com frequência nos cultivos de inverno do sul do Brasil, causam interferência na produtividade das lavouras, principalmente do trigo. Sendo assim, o controle dessas plantas é crucial para o estabelecimento completo e máximo desempenho da lavoura.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial bioherbicida de óleo essencial de rizoma de gengibre na germinação e crescimento de plântulas de azevém e nabo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar quais as melhores doses do óleo essencial para o controle da germinação e crescimento de plântulas de azevém e nabo;
- Verificar o efeito do óleo essencial e das formulações (emulsificante+surfactante) na germinação e crescimento de plântulas de azevém e nabo;
- Determinar a possibilidade do uso de óleo essencial de gengibre no controle de plantas daninhas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A agricultura brasileira evoluiu muito nos últimos anos. É o setor produtivo mais moderno do país e que vem transformando a economia brasileira. Segundo a CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil) o agronegócio ampliando para 26,6% sua participação no PIB total do país em 2020. Todo esse sucesso deve-se as altas produtividades alcançadas, como resultado de grandes investimentos tecnológicos para o campo. Porém toda essa produtividade pode ser limitada por diversos fatores, entre eles um que tem levantado preocupações na agricultura atual, é o prejuízo causado pela interferência das plantas daninhas.

A interferência das plantas daninhas nas culturas geralmente é negativa, principalmente pela ação simultânea de dois processos, competição e a alelopatia (FONTES e GONÇALVES, 2009). A planta daninha ao se desenvolver no mesmo ambiente da cultura necessita dos mesmos fatores de sobrevivência como água, luz, nutrientes e espaço, estabelecendo, assim, uma competição por esses fatores. Já a alelopatia é o processo de produção e liberação de compostos químicos no ambiente, que são capazes de causar sérios prejuízos no crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas cultivadas (VASCONCELOS, 2012).

Para atingir os níveis desejados de produtividade é muito importante que seja realizado o manejo correto das plantas daninhas. Atualmente, o método de controle mais utilizado é o químico, com uso de herbicidas, que quando aplicados alteram os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, podendo retardar seu crescimento ou até levá-las a morte. Este método é considerado mais simples e de maior eficiência (MONQUERO, 2014), porém pode trazer impactos ambientais e ao homem, sendo necessário desenvolver outras formas de manejo das plantas daninhas.

O manejo integrado de plantas daninhas preza pelo uso dos mais diversos métodos de controle, associando os métodos em um sistema de manejo em longo prazo. Uma das ferramentas que podem ser utilizadas é o manejo cultural, com uso da alelopatia.

A definição mais utilizada para alelopatia é a da Sociedade Internacional de Alelopatia (SIA) que a define como: “a ciência que estuda qualquer processo que envolva metabólitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias e fungos que influenciam no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos” (ALLEM, 2010). Portanto, alelopatia nada mais é do que a produção e liberação de substâncias

fitotóxicas pelo metabolismo secundário de algumas plantas, que são capazes de causar sérios prejuízos no crescimento, desenvolvimento e produtividade de outras plantas.

3.1 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E COMPOSTOS ALELOPÁTICOS

As plantas desenvolveram, ao longo do tempo, mecanismos de defesa para sua sobrevivência. Um desses mecanismos foi o desenvolvimento de rotas metabólicas secundárias, com produção de compostos específicos. Os metabólitos secundários, como são chamados os produtos derivados dessas rotas metabólicas, não estão diretamente ligados à manutenção da vida do vegetal, mas, conferem vantagens à sua sobrevivência (SANTOS, 1999). Todas as plantas produzem metabólitos secundários, que variam conforme sua concentração, localização e composição (ALLEM, 2010). Essa produção também varia conforme idade da planta e as condições ambientais, como o solo, temperatura, disponibilidade de água e intensidade luminosa.

Os metabólitos secundários, responsáveis por conferir o fenômeno da alelopatia nas plantas, são os aleloquímicos ou também chamados compostos alelopáticos. Os compostos alelopáticos promovem uma interface química entre a planta e o ambiente. Assim, conforme a natureza e a magnitude do estímulo ambiental, uma espécie vegetal poderá sintetizar diferentes compostos devido ao redirecionamento de rotas metabólicas (GOBBO-NETO e LOPES, 2007). A fitotoxicidade é a ação tóxica que determinada substância pode provocar em outras plantas, sendo avaliada da germinação ao crescimento radicular e aéreo do vegetal.

Existem três grandes grupos de metabólitos secundários: terpenos, compostos fenólicos e alcaloides. Sendo os alcaloides formados a partir de derivações de aminoácidos aromáticos como triptofano e tirosina, os compostos fenólicos oriundos dos ácidos chiquimíco ou mevalônico, já os terpenos são formados a partir deste mesmo no citoplasma ou do piruvato e 3-fosfoglicerato nos cloroplastos (DABAGUE, 2008).

Segundo Morais (2019), as diferentes classes de terpenos são: monoterpenos (terpenos com 10 unidades de carbono), sesquiterpenos (terpenos com 15 unidades de carbono) e diterpenos (terpenos com 20 unidades de carbono). Os sesquiterpenos apresentam elevado potencial como bioherbicida, principalmente pelo efeito direto no crescimento das plantas (CANTRELL et al., 2007). Dentre os

sesquiterpenos encontra-se o composto α -zingibereno, encontrado em grande quantidade no gengibre, podendo compor até 30% do óleo essencial extraído do rizoma (IBÁÑEZ e BLÁZQUEZ, 2019).

O potencial alelopático dessas substâncias desperta grande interesse nos estudos e desenvolvimento de produtos que podem ser utilizados como bioherbicidas, reduzindo os prejuízos causados por plantas daninhas em ambientes agrícolas.

Alguns estudos apontam resultados promissores do uso de óleos essenciais de plantas no controle de plantas daninhas, especialmente na inibição da germinação e/ou do crescimento inicial das plântulas (IBÁÑEZ e BLÁZQUEZ, 2019; SOUZA et al., 2009).

3.2 ÓLEO ESSENCIAL DE GENGIBRE

Algumas plantas, como é o caso do gengibre, possuem muitos metabólitos secundários na fração denominada de óleos essenciais. Os óleos essenciais representam a segunda classe de compostos naturais, possuindo assim, grande quantidade de compostos ativos (OLIVEIRA, 2015). São misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, odoríferas e líquidas. Costumam apresentar odor agradável e marcante e ser extraídos por meio de arraste com vapor d'água, em processo de hidrodestilação. Esses óleos podem ser formados em diferentes órgãos secretores das plantas como canais oleíferos, pêlos glandulares, bolsas lisígenas e células parenquimáticas diferenciadas (GOMES 2016).

Esses óleos são constituídos por diversos compostos de diferentes grupos químicos, que exercem as funções de auto-defesa e de atração de polinizadores em plantas (TAIZ e ZEIGER, 2013). Os monoterpenos e os sesquiterpenos são os compostos de ocorrência mais frequente na natureza, sendo os primeiros mais facilmente encontrados e também responsáveis por grande parte das atividades biológicas dos óleos essenciais (MORAIS, 2009).

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma espécie muito conhecida, da família Zingiberaceae, é uma planta herbácea, rizomatosa, perene, possui raízes adventícias, muito utilizadas como condimento na culinária. Nos rizomas encontram-se os óleos essenciais, cumarinas e alguns de seus derivados como resinas, amido, substâncias terpenóides e sais minerais, além de uma substância denominada metoxicinamato de etila que apresenta um grande poder fungicida (LORENZI e MATOS, 2002).

O óleo essencial de gengibre, encontrado em maior quantidade no rizoma, possui alto teor de α -zingibereno, hidrocarbonetos sesquiterpênicos, β -sesquifiselandreno, α -curcumeno e β -bisaboleno e pode ser utilizado como bioherbicida pré-emergente no controle de beldroega (*Portulaca oleracea*) e azevém (*Lolium multiflorum*) em cultivos de tomate, pepino e arroz (IBÁÑEZ e BLÁZQUEZ, 2019). Também apresenta eficácia contra fungos como o *Aspergillus flavus*, inibindo completamente a germinação de conídios a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$ de óleo essencial, bem como a produção de aflatoxinas a $15 \mu\text{g mL}^{-1}$ (NERILO et al., 2016).

Em outro estudo observou-se, com a dose de 0,3% de óleo essencial de gengibre, a inibição completa contra os fungos fitopatogênicos *Alternaria panax*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium oxysporum*, entre outras espécies de fungos (HUSSEIN e JOO, 2018).

3.3 FORMULAÇÕES

Os óleos essenciais precisam ser formulados para apresentar maior potencial de controle das plantas, pois esses compostos apresentam pouca afinidade com a água, que é geralmente utilizada como veículo para aplicação desses compostos (LIBS e SALIM, 2017). Alguns dos principais agentes da formulação são os emulsificantes e surfactantes.

Os surfactantes, também chamados de agentes umectantes e espalhadores, alteram fisicamente a tensão superficial de uma gota da calda de aplicação. O bioherbicida desempenhará adequadamente sua função se as gotas da pulverização forem capazes de molhar a folhagem e espalhar-se uniformemente sobre as folhas. Assim sua função é aumentar a área de cobertura da calda, aumentando assim a exposição da planta alvo ao agente tóxico. Esses compostos são muito importantes para aplicações nas folhas das plantas (LIBS e SALIM, 2017).

Como a água precisa ser utilizada para veículo de dispersão do óleo, os emulsificantes tem o objetivo de proporcionar a dispersão entre dois líquidos, fazendo com que eles se emulsionem, mantendo cada um sua identidade original. O ingrediente ativo é dissolvido em um solvente à base de óleo. Quando o produto é misturado com água, uma emulsão (óleo em água) é formada (LIBS e SALIM, 2017).

Os óleos essenciais podem ser aplicados no solo e controlar as espécies daninhas durante a germinação e emergência. Como observado para os óleos essenciais de canela (*Cinnamomum zeylanicum*), lavanda (*Lavandula* spp.) e hortelã-

pimenta (*Mentha x piperita*). Considerando que o óleo essencial de canela apresentou maior efeito inibidor das espécies daninhas (CAMPIGLIA et al., 2007). Portanto é importante que sejam feitos estudos em espécies daninhas de grupos botânicos diferentes.

3.4 ESPÉCIES DANINHAS

Algumas das espécies daninhas mais importantes dos cultivos do sul do país são o azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo ou nabiça (*Raphanus* sp. ou *Raphanus raphanistrum*), das famílias Poacea e Brassicaceae, respectivamente (LAMEGO et al., 2013).

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma espécie anual, de inverno, muito utilizada para pastagens e para fornecimento de palhada no sistema plantio direto. É uma espécie rústica, de fácil e rápida dispersão por isso tem sido considerada planta daninha, principalmente nas lavouras de inverno e em pomares da região sul do Brasil. A cultura mais afetada pelo azevém tem sido o trigo, podendo diminuir em até 56% a produtividade das lavouras (PLACIDO, 2020).

O nabo (*Raphanus* sp.) também denominado nabiça ou nabo forrageiro, é uma espécie muito utilizada para cobertura de solo, pois tem a habilidade de aprofundar suas raízes em solos compactados e extrair elevadas quantidades de nutrientes, promovendo a ciclagem. Também apresenta alta decomposição de palhada, liberando os nutrientes para uma possível cultura sucessora, por isso muito utilizado nas rotações de cultura. Contudo, assim como o azevém, é considerada uma planta daninha de alta competitividade. Muito comum em lavouras de trigo, canola e cevada, predominando, de modo geral, nos cultivos de inverno, mas tem tido ocorrências também em cultivos de verão (THEISEN, 2008).

Para realização dos testes de avaliação de potencial bioherbicida é interessante que as sementes sejam de espécies cultivadas e possuam bom potencial germinativo e vigor. As duas espécies escolhidas também possuem sementes relativamente grandes, facilitando o trabalho em laboratório.

4 MATERIAL E MÉTODOS

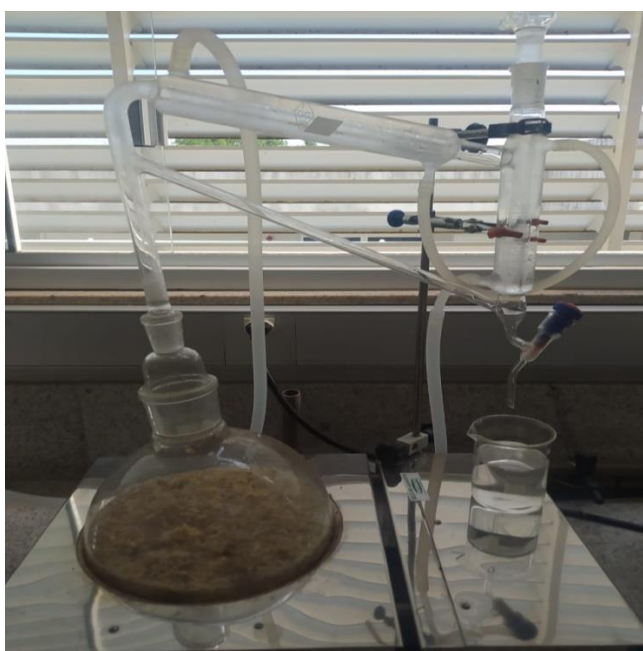
Os experimentos foram conduzidos nos laboratórios de Bromatologia e laboratório de Sementes e Grãos da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, *campus* Chapecó.

4.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

Para a obtenção do óleo essencial foram necessários 1000 g de rizomas frescos de gengibre (*Zingiber officinale*), que foram adquiridos frescos no comércio local. Os rizomas foram ralados e posteriormente, realizou-se a extração do óleo essencial em balão de capacidade de 2L, associado ao hidrodestilador modelo Clevenger (arraste de vapor) (CASTRO e RAMOS, 2003).

A extração foi realizada durante, aproximadamente, 2 horas, após o início da ebulição (Figura 1). O óleo foi separado da água por decantação e após a decantação completa, retirado com o auxílio de uma micropipeta. O óleo pipetado foi transferido para um tubo de vidro, onde foi adicionado sulfato de magnésio anidro para retirar possíveis resíduos de água (COSTA et al., 2005). Posteriormente o mesmo foi envolto com papel alumínio e mantido sobre refrigeração em refrigerador.

Figura 1- Extração do óleo em hidrodestilador modelo Clevenger



Fonte: Fotografia registrada pela autora (2021)

4.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Sementes e Grãos, situado na UFFS *campus* Chapecó. Estes foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo um experimento realizado com sementes de nabo e outro com sementes de azevém.

As sementes de nabo, para utilização no experimento, foram adquiridas pela UFFS, enquanto as sementes de azevém foram adquiridas em uma agropecuária local. Ambas as sementes são provenientes do mercado de sementes.

Os experimentos foram alocados em esquema fatorial 4x3, sendo o primeiro fator composto por doses dos óleos essenciais, de 0, 5, 10, 25 g L⁻¹ do óleo essencial; e o segundo fator composto por formulações do óleo essencial, sendo as formulações 0 + 0, 10 + 0 e 10 + 10 g L⁻¹ de emulsificante + surfactante (Figura 2). O emulsificante utilizado foi o tween 80 e surfactante uma formulação de óleo mineral comercial (Agral).

Figura 2- Disposição das formulações do óleo essencial



Fonte: Fotografia registrada pela autora (2021)

Foram dispostas 25 sementes de nabo e 25 sementes de azevém (diferentes experimentos) em caixas plásticas do tipo “gerbox”, previamente esterilizadas com álcool 70%, sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas na proporção de 2,5 vezes seu peso com as formulações e doses do óleo essencial (Figura 3).

As caixas foram mantidas em câmara de germinação BOD com umidade controlada, temperatura de 21°C e foto período de 12 horas.

Figura 3- Caixas gerbox com sementes e tratamentos.



Fonte: Fotografia registrada pela autora (2021)

4.3 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE NA GERMINAÇÃO

A primeira contagem de germinação foi realizada aos cinco dias e a contagem final foi realizada quinze dias após a semeadura, completada a estabilização da germinação. A porcentagem de germinação foi computada pelo número de plântulas normais germinadas na última contagem. Foram quantificadas também as plântulas anormais.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi quantificado simultaneamente, realizando-se avaliações diárias do número de sementes germinadas, tendo como critério a emissão da radícula primária com comprimento igual ou superior a 1,0 cm. Esse índice foi calculado segundo Maguire (1962).

Após a realização da última contagem de germinação foi quantificado o comprimento da parte aérea e sistema radicular das plântulas. Para isso foram medidas cinco plântulas escolhidas aleatoriamente em cada repetição, com uso de uma régua graduada. Em seguida as mesmas plântulas foram alocadas em saco de papel e então secas em estufa de secagem (60°C), quantificando a massa seca das plântulas (mg plântula⁻¹).

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos aos testes de homocedasticidade e a normalidade, assim que esses preceitos não foram atendidos, os dados foram submetidos à transformação pela equação $\sqrt{x+1}$ (SALGADO e XIMENES, 2013).

Posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software estatístico R Studio e pacote ExpDes (FERREIRA et al., 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ENSAIO UTILIZANDO SEMENTES DE NABO

Por meio da análise de variância, com o teste F, detectou-se que as variáveis comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca de plântulas (MSP), percentual de plântulas anormais (PPA) e IVG (índice de velocidade de germinação) não apresentaram interação entre os fatores estudados, doses de óleo essencial de gengibre e formulações (Tabela 1).

A variável CPA foi influenciada pelas doses do óleo essencial, em que todos os tratamentos com aplicação do óleo apresentaram menor valor comparativamente à testemunha (Tabela 1). A dosagem de 10 ml L⁻¹ apresentou 100% de eficácia quando comparada a testemunha, sem aplicação do óleo essencial, inibindo completamente o crescimento das estruturas. Efeito similar foi observado para o CSR, porém o retardamento do crescimento foi mais pronunciado para o sistema radicular, que costuma ser uma estrutura mais sensível aos compostos alelopáticos.

A análise de comprimento de parte aérea e de sistema radicular é importante para avaliar se uma plântula irá ter um bom desenvolvimento e tornar-se uma planta normal, para isso deve apresentar algumas estruturas essenciais, como o sistema radicular e a parte aérea bem formadas.

Essa diferença entre as variáveis pode ser explicado por Oliveira et al. (2004), que relatam, não poder assegurar se a redução do crescimento da parte aérea é resultante da ação direta dos aleloquímicos, ou simplesmente uma consequência da redução do crescimento da parte radicular.

No entanto, segundo Souza Filho (1997), o alongamento da raiz é o indicador mais sensível aos efeitos de extratos aquosos, provando que pode ser utilizado como indicador para os parâmetros alelopáticos.

Considerando as formulações do óleo essencial, esse fator não causou interferência do CPA, mas proporcionou diferença no CSR, em que os tratamentos sem emulsificante e surfactante apresentaram maior valor (Tabela 1). Esses resultados evidenciam a importância das formulações para melhorar o desempenho dos óleos essenciais, possivelmente melhorando a dissolução do óleo e contribuindo para sua absorção pela plântula.

A MSP é uma importante variável para verificar se há diferentes desempenhos iniciais de plântulas em função dos tratamentos utilizados. Os resultados apresentados mostram que houve diferença entre as dosagens de óleo essencial de gengibre, com maiores valores no tratamento testemunha, que diferiu dos demais, que não diferiram entre si (Tabela 1). Nos tratamentos com aplicação do óleo essencial, mesmo na menor dose estudada (5 ml L^{-1}), foi suficiente para promover redução de aproximadamente 90% da MSP. Esses resultados demonstram a elevada capacidade do óleo essencial de gengibre em comprometer o desenvolvimento das plântulas de nabo. No entanto, a MSP não foi influenciada pelas formulações do óleo essencial (Tabela 1).

Jeronimo et al. (2005) supôs que a redução da MSP de gergelim (*Sesamum indicum*) tratadas com extrato aquoso de lobeira (*Solanum lycocarpum*) ocorreu devido à interferência dos aleloquímicos na distribuição das reservas encontradas nos cotilédones. Apesar de não ser a mesma espécie, esse evento pode justificar os resultados obtidos de MSP, já que para a translocação das reservas presentes nos cotilédones para a radícula e hipocótilo é necessário à utilização de energia proveniente da respiração celular, processo alterado pela presença de aleloquímicos como mono ou sesquiterpenos (MARCOS FILHO, 2015). Lembrando que estes aleloquímicos são majoritários na composição do óleo de gengibre.

A variável PPA não foi influenciada pelas doses do óleo essencial de gengibre nem pelas formulações estudadas (Tabela 1). Esses resultados podem ser explicados, pois a grande maioria das sementes que receberam a aplicação das doses do óleo essencial não chegaram a formar plântulas, mesmos anormais. Justificando os valores baixos para essa variável, que apresentou grande coeficiente de variação (CV) em função da grande variação percentual de valores iguais ou próximos à zero.

O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou diferença entre as doses e também entre as formulações do óleo essencial (Tabela 1). Em relação à testemunha, a maior dose (25 ml L^{-1}) reduziu a velocidade de germinação em até 96,33%. Quanto às formulações, percebe-se que a formulação com uso de emulsificante e surfactante ($10+10 \text{ ml L}^{-1}$) diminuiu a velocidade de germinação em 39,63% quando relacionado à testemunha que não teve adição destes aditivos, confirmando a hipótese de que a formulação completa com emulsificante + surfactante é mais eficaz no controle da germinação.

O resultado das dosagens vai de encontro ao estudo realizado por Cardoso et Al. (2017), que avaliaram a germinação e desenvolvimento de plântulas da alface (*Lactuca sativa*) em diferentes extratos de *Zingiber officinale*, constando uma diferença significativa no IVG na maior dose analisada.

Também, os extratos de capim cidreira (*Cymbopogon citratus*) interferem na germinação de sementes da alface, considerando que o IVG apresenta valores inversamente proporcionais à concentração dos extratos (SOUZA et al., 2005), demonstrando a capacidade dos compostos alelopáticos em reduzirem o percentual de germinação e do IVG das sementes. Considerando que a alface apresenta elevada sensibilidade a compostos tóxicos e é muito usada em biotestes em laboratório.

Dessa forma, pode-se afirmar que o gengibre possui aleloquímicos capazes de diminuir o vigor das sementes, pois o IVG indica o vigor da semente, sendo estes diretamente proporcionais entre si, ou seja, quanto maior o IVG mais vigorosa é a semente (CARDOSO et al., 2017).

Tabela 1- Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca de plântulas (MSP), percentual de plântulas anormais (PPA) e índice de velocidade de germinação (IVG), em função da aplicação de doses de óleo essencial de gengibre e suas formulações.

Dose do óleo (ml L⁻¹)	CPA	CSR	MSP	PPA	IVG
0	3,60 a ²	1,74 a	7,6 a	0,56 a	17,46 a
5	0,38 b	0,28 b	0,78 b	2,78 a	0,96 b
10	0,00 b	0,06 b	0,00 b	2,22 a	0,71 b
25	0,28 b	0,00 b	0,89 b	0,00 a	0,64 b
Formulações¹					
Sem aditivo	1,30 a	0,93 a	3,25 a	2,50 a	5,98 a
Emul.	1,05 a	0,37 b	1,87 a	1,25 a	5,23 ab
Emul. + surfac.	0,84 a	0,26 b	1,83 a	0,42 a	3,61 b
CV (%)	18,83	13,46	28,63	71,33	19,51

¹ Emul. = Emulsificante (tween 80 - 10 mL L⁻¹) e surfac. = surfactante (óleo mineral - 10 mL L⁻¹).

² Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, para a mesma variável, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pela autora

A variável percentual de plântulas normais (PPN) apresentou interação significativa entre os fatores doses de óleo essencial de gengibre e diferentes formulações (Tabela 2).

Tabela 2- Percentual de plântulas normais – PPN (%) em função do tratamento com doses de óleo essencial de gengibre em diferentes formulações.

Dose do óleo (ml L ⁻¹)	Formulações ¹		
	Sem aditivo	Emul.	Emul. + surfac.
0	71,67 aA ²	76,67 aA	69,33 aA
5	5,00 cA	3,33 bA	0,00 bA
10	5,00 cA	5,00 bA	0,00 bA
25	20,00 bA	0,00 bB	0,00 bB
CV (%)	26,77		

¹ Emul. = Emulsificante (tween 80 - 10 mL L⁻¹) e surfac. = surfactante (óleo mineral - 10 mL L⁻¹).

² Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pela autora

Por meio do desdobramento do efeito da interação, da variável PPN, analisando o fator dose de óleo essencial dentro do fator formulações, observam-se maiores valores da variável nos tratamentos sem a aplicação do óleo essencial (Tabela 2).

Conforme o aumento da dosagem de óleo essencial o número de percentual de plântulas normais foi diminuindo, chegando a inibir totalmente a formação de plântulas normais, especialmente nos tratamentos com adição dos aditivos na formulação (Figura 4). Esses resultados evidenciam que, mesmo as sementes que germinaram na presença do óleo essencial não conseguiram desenvolver-se de forma adequada, inviabilizando seu potencial de estabelecimento como planta, possivelmente pela limitação do crescimento que o óleo impôs às plântulas (AKTER et al., 2018).

Figura 4 - Comparação entre plântula normal e anormal de Nabo (*Raphanus* sp.).



Fonte: Fotografia registrada pela autora (2021)

Verificou-se, também, o fator formulação dentro de cada uma das doses do óleo essencial. Observou-se que sem os aditivos obtiveram-se maior percentual de plântulas normais quando comparadas com a adição do emulsificante ou a mistura desse com o surfactante, isso no tratamento com a maior dose do óleo essencial (25 ml L⁻¹). Isso reforça as informações apresentadas por Giepen et al. (2014), que demonstram que os aspectos da formulação podem interferir muito nos resultados dos compostos naturais no controle de plantas daninhas. Esses autores obtiveram controle de plantas daninhas superiores a 60% com aplicação de óleo formulado com NaCl e emulsificante.

5.2 ENSAIO UTILIZANDO SEMENTES DE AZEVÉM

Assim como para o experimento com nabo, por meio da análise de Variância, com o teste F, observou-se que as variáveis comprimento da parte aérea (CPA); comprimento do sistema radicular (CSR); percentual de plântulas anormais (PPA) e percentual de plântulas normais (PPN) não foram influenciadas pela interação dos fatores estudados, doses de óleo essencial de gengibre e formulações (Tabela 3).

As variáveis CPA e CSR das plântulas de azevém foram influenciadas pelas dosagens de óleo essencial aplicada nas sementes, em que a testemunha apresentou valores superiores. A aplicação, mesmo da menor dose (5 ml L⁻¹), foi suficiente para impedir completamente o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular da espécie (Tabela 3). Esses resultados demonstram a grande eficiência do óleo essencial de gengibre em controlar o processo de desenvolvimento de plântulas de algumas espécies vegetais, conforme observado, também, no ensaio com sementes de nabo.

Em estudo realizado por Ibáñez e Blázquez (2019), com óleos essenciais de gengibre e cúrcuma para controle de espécies daninhas e proteção de culturas alimentares, na evolução da muda, o óleo essencial de gengibre causou significativa inibição dose-dependente do desenvolvimento do hipocótilo de algumas espécies como *Portulaca oleracea*, *Lolium multiflorum*, *Cortaderia selloana* e *Nicotiana glauca*, atingindo altos percentuais de redução do crescimento do hipocótilo. O óleo essencial de gengibre também influenciou consideravelmente o progresso de formação das raízes das cinco espécies daninhas selecionadas para estudo.

Considerando as formulações do óleo essencial de gengibre, esse não promoveu alterações nas variáveis CPA e CSR. Especialmente em função da grande

eficiência do óleo essencial, que independentemente da adição de aditivos apresentou-se muito eficiente no controle do desenvolvimento das plântulas de azevém.

O PPN apresentou grande variação com a aplicação do óleo essencial, observando-se plântulas normais somente no tratamento sem aplicação do óleo essencial (Tabela 3). Independente da dose, o óleo essencial comprometeu completamente o desenvolvimento das plântulas. Esses resultados demonstram o elevado potencial do óleo essencial de gengibre em controlar o a germinação e desenvolvimento de plântulas de azevém, possivelmente por atuar em processos vitais do desenvolvimento do embrião das sementes.

As formulações do óleo essencial não interferiram no PPN, possivelmente em função da grande efetividade do óleo essencial, independentemente dos aditivos utilizados.

Tabela 3- Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), percentual de plântulas normais (PPN) e percentual de plântulas anormais (PPA) de azevém, em função da aplicação de doses de óleo essencial de gengibre e suas formulações.

Dose do óleo (ml L ⁻¹)	CPA	CSR	PPN	PPA
0	6,95 a ²	3,51 a	45,78 a	1,11 a
5	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a
10	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a
25	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a
Formulações¹				
Sem aditivo	1,73 a	0,94 a	11,67 a	0,42 a
Emul.	1,88 a	1,16 a	11,83 a	0,42 a
Emul. + surfac.	1,60 a	0,54 a	10,83 a	0,00 a
CV (%)	6,52	16,19	11,42	31,62

¹ Emul. = Emulsificante (tween 80 - 10 mL L⁻¹) e surfac. = surfactante (óleo mineral - 10 mL L⁻¹).

² Médias seguidas de mesmas letras, na coluna, para a mesma variável, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pela autora

A variável PPA não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados, doses do óleo essencial de gengibre ou pelas formulações (Tabela 3). Os valores dessa variável mantiveram-se baixos, em parte, por que os efeitos do óleo essencial foram tão intensos que inviabilizaram o desenvolvimento do embrião das sementes de azevém, não formando nem plântulas anormais.

A variável massa seca de plântulas (MSP) apresentou interação entre os fatores estudados, doses de óleo essencial de gengibre e suas formulações (Tabela 4).

Analisando o fator doses do óleo essencial em cada formulação, observa-se que a MSP foi superior na testemunha sem aplicação do óleo, que diferiu de todas as demais doses do óleo essencial (Tabela 4). Com a aplicação de qualquer dose do óleo essencial foi suficiente para impedir a germinação das sementes de azevém, como não havia plântulas para realização da análise de MSP, os valores foram considerados zero.

Tabela 4. Massa seca de plântulas – MSP (mg plântula⁻¹) de azevém, em função do tratamento com doses de óleo essencial de gengibre em diferentes formulações

Dose do óleo (ml L ⁻¹)	Formulações ¹		
	Sem aditivo	Emul.	Emul. + surfac.
0	2,27 aC ²	2,67 aB	3,13 aA
5	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
10	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
25	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
CV (%)	3,61		

¹ Emul. = Emulsificante (tween 80 - 10 mL L⁻¹) e surfac. = surfactante (óleo mineral - 10 mL L⁻¹).

² Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pela autora

No desdobramento do efeito da interação, considerando as formulações estudadas, observou-se diferença somente no tratamento sem a aplicação do óleo essencial (testemunha) em que a formulação com emulsificante + surfactante (10+10 ml L⁻¹) apresentou melhor resultado, seguidos do tratamento com emulsificante e, com menor valor, o tratamento sem aditivos. Indicando que os aditivos aplicados na formulação interferem de forma positiva na MSP. Esses aditivos podem contribuir na dinâmica de absorção de água pela semente, melhorando a interação entre compostos polares e apolares, que pode contribuir para o desenvolvimento das plântulas.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi influenciado pela interação de ambos os fatores estudados, doses de óleo essencial de gengibre e suas formulações (Tabela 5).

Analisando os desdobramentos da interação do fator dose de óleo essencial em relações ao fator formulação, observou-se que os maiores valores de IVG no

tratamento sem aplicação do óleo (testemunha) que diferiu das demais doses, efeito observado em todas as formulações (Tabela 5). A aplicação de qualquer uma das doses do óleo essencial foi suficiente para inibir, quase que totalmente, a germinação das sementes, e mesmo aquelas que foram contatadas a emergência não se desenvolveram para formar plântulas (mesmo anormais).

Tabela 5- Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de azevém, em função do tratamento com doses de óleo essencial de gengibre em diferentes formulações.

Dose do óleo (ml L ⁻¹)	Formulações ¹		
	Sem aditivo	Emul.	Emul. + surfac.
0	15,09 aB ²	21,23 aA	8,70 aB
5	0,00 Ba	0,54 bA	0,00 bA
10	1,23 bA	0,25 bA	0,00 bA
25	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA
CV (%)	25,97		

¹ Emul. = Emulsificante (tween 60 - 10 mL L⁻¹) e surfac. = surfactante (óleo mineral - 10 mL L⁻¹).

² Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (p≤0,05).

Fonte: Elaborado pela autora

Analisando o fator formulações, observa-se diferença somente no tratamento testemunha (sem aplicação do óleo essencial). Em que os maiores valores de IVG foram observados quando utilizado emulsificante, seguidos do tratamento sem aditivos e, com menor valor, quando utilizado emulsificante + surfactante (Tabela 5). Esses compostos podem interagir de diversas formas no processo de germinação, pois interferem no processo de absorção, melhorando a tensão superficial da água, mas podem atuar interferindo em processo fisiológicos das sementes, interferindo na velocidade da germinação.

Defaveri (2018) analisou a atividade alelopática de extratos de gengibre e funcho sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plantas daninhas, e também observou que o IVG das sementes de azevém apresentaram reduções em concentrações diferentes dos extratos, sendo que o extrato de gengibre mostrou efeito mais significativo na maior concentração. O resultado do IVG de azevém, juntamente com o de nabo, mostra o efeito alelopático do óleo essencial de gengibre sobre essas culturas, diminuindo o vigor das sementes, como verificado anteriormente.

Com o estudo pode-se perceber que o efeito alelopático de uma substância, sofre influências da concentração utilizada, da suscetibilidade ou não da espécie que recebe esse composto e também da formulação utilizada para aplicar a dose de óleo.

O efeito alelopático inibitório de óleos essenciais está relacionado com a presença e maior concentração de mono e sesquiterpenos (KOMAY et al., 1991) o que justifica os resultados encontrados, já que os principais constituintes do óleo essencial de gengibre (α -zingibereno e β -sesquifelandreno) pertencem a esta classe química. Legitimando, assim, a eficiência do óleo essencial de rizoma de gengibre como uma matéria-prima com ação bioherbicida.

5 CONCLUSÕES

O óleo essencial de rizoma de gengibre se mostrou uma boa opção para uso em bioherbicidas, controlando a germinação e desenvolvimento de plântulas das espécies daninhas estudadas.

O óleo influenciou negativamente na germinação e crescimento de plântulas do nabo (*Raphanus* sp.) apresentando controle mais significativo conforme o aumento da dose.

No azevém (*Lolium multiflorum*) foi possível observar controle de 100% da germinação e das demais variáveis indiferente da dose utilizada. A formulação se apresentou mais eficaz quando aplicada com emulsificante (tween 80) e surfactante (óleo mineral) (10+10 ml L⁻¹).

REFERÊNCIAS

- AKTER, J.; ISLAM, Z.; TAKARA, K.; HOSSAIN, A. **Plant growth inhibitors in turmeric (*Curcuma longa*) and their effects on *Bidens pilosa***. *Weed Biology and Management*, 2018, 18, 136–145.
- ALLEM, L. N. **Atividade alelopática de extratos e triturados de folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) sobre o crescimento inicial de espécies alvo e identificação de frações ativas através de fracionamento em coluna cromatográfica**. 2010 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.
- CAMPIGLIA, E.; MANCINELLI, R.; CAVALIERI, A.; CAPORALI, F. **Use of Essential Oils of Cinnamon, Lavender and Peppermint for Weed Control**. *Italy Journal of Agronomy*, v.2, n.2, p.171-178, 2007.
- CANTRELL, C.L. et al. **Phytotoxic eremophilanes from *Ligularia macrophylla***. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.55, p.10656–10663, 2007.
- CARDOSO, E.S. et al. **Germinação e desenvolvimento de plântulas da alface (*Lactuca sativa* L.) Em diferentes extratos de *Zingiber officinale* Roscoe**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.25; p. 2017.
- CASTRO, L.O.; RAMOS, R.L.D. **Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais**. Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agrária, n.11. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Secretaria da Ciência e Tecnologia, Rio Grande do sul, 2003, p.28.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil**. Disponível em: <[https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-tem-crescimento-recorde-de-24-31-em-2020#:~:text=PIB%20do%20agroneg%C3%B3cio%20tem%20crescimento%20recorde%20de%2024%2C31%25%20em%202020,-Bras%C3%ADlia%20\(11%2F03&text=Em%202019%2C%20este%20percentual%20foi%20de%2020%2C5%25.&text=Entretanto%2C%20CNA%20e%20Cepea%20ressalta,m,cen%C3%A1rio%20adverso%20de%20anos%20anteriores.](https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-tem-crescimento-recorde-de-24-31-em-2020#:~:text=PIB%20do%20agroneg%C3%B3cio%20tem%20crescimento%20recorde%20de%2024%2C31%25%20em%202020,-Bras%C3%ADlia%20(11%2F03&text=Em%202019%2C%20este%20percentual%20foi%20de%2020%2C5%25.&text=Entretanto%2C%20CNA%20e%20Cepea%20ressalta,m,cen%C3%A1rio%20adverso%20de%20anos%20anteriores.)> Acesso em: 15 mai 2021.
- COSTA, L.C.B. et al. **Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão**, *Horticultura Brasileira*, v.23, n.4, p.956-959, 2005.
- DABAGUE, I.C.M. **Rendimento e Composição do Óleo Essencial de Rizomas de Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) sob diferentes épocas de colheita e períodos de secagem**. 2008, 51p. Dissertação(mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/19486/DISSERTACAO%20RENDIMENTO%20E%20COMPOSICAO%20DO%20OLEO%20ESSENCIAL%20DE%20GEN.pdf;sequence=1>> Acesso em: 10 nov 2020.

- DEFAVERI, Alexandre. **Atividade alelopática de gengibre e funcho sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plantas daninhas**. Dois Vizinhos. [s.n], 2018.
- FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v.5, p.2952-2958, 2014.
- FONTES ANTONIOL, R.J; GONÇALVES PUPO, R.J. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas**. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus- AM, 2009. Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/684779/1/ManejoIntegradodeplantas.pdf>> Acesso em: 18 ago. 2020.
- GIEPEN, M.; SKORA NETO, F.; KOPK, U. **Controlling weeds with natural phytotoxic substances (NPS) in direct seeded soybean**. In RAHMANN G & AKSOY U (Eds.). Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges', at the Organic World Congress, Istanbul, Turkey. 2014. p.469-472.
- GOBBO-NETO, L; LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influencia no conteúdo de metabolitos secundários**. Química Nova, v.30, n.2, p.374-381, 2007.
- GOMES, A.C.S. **Efeito de óleos essenciais de gengibre e acilaçúcares sintéticos sobre artrópodes-praga**. 2016, 109p. Dissertação (mestrado acadêmico)- Universidade Federal de Lavras, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11128/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20de%20%C3%B3leos%20essenciais%20de%20gengibre%20e%20acila%C3%A7%C3%BAcares%20sint%C3%A9ticos%20%20sobre%20artr%C3%B3podes-praga.pdf> Acesso em: 29 set 2020.
- HUSSEIN, K.; JOO, J. **Antifungal activity and chemical composition of ginger essential oil against ginseng pathogenic fungi**. Current Research in Environmental & Applied Mycology, v.8, n.2, p.194–203, 2018.
- IBÁÑEZ, M.D.; BLÁZQUEZ, M.A. **Ginger and Turmeric Essential Oils for Weed Control and Food Crop Protection**. Plants, n.8, v.59, p1-14, 2019.
- INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR, R. S. de. Alelopatia. In: OLIVEIRA Jr., Rubem Silvério de; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Mirian Hiroko (Ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. Cap. 8. p. 193-214. Disponível em: . Acesso em: 20 out. 2014.
- JERONIMO, C. A. et al. **Allelopathic effects of Solanum lycocarpum leaf extracts on protein synthesis during the growth of sesame seedlings**. In: 4th Congress on Allelopathy. August, Australia. 2005, p.473-476.
- KOMAY, K. et al. **Chemotypes of Cyperus rotundus in pacific rim and basin: distribution and inhibitory activities of their essential oils**. Journal of Chemical Ecology, v.17, n.1, 1991.
- LAMEGO. F.P. et al. **Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas**. Planta Daninha, v.31, n.3, p.521-531, 2013.
- LIBS, E.R.S.; SALIM, E.R.A. **Formulation of Essential Oil Pesticides Technology and their Application**. Agricultural Research & Technology: Open Access Journal, v.9, n.2, p.1-19, 2017.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa SP: Instituto Plantarum, 2002, 512p.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MANO, A.R.O. **Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (*Amburana cearensis* S.) sobre a germinação de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho**. Dissertação de mestrado, Fortaleza, 2006. 102p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 495p.

MONQUERO, P.A. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. Editora: Rima, Sao Carlos/SP,2014. 434 p.

MORAIS, L.A.S. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas ISBN: 978-85-85771-47-8. In: **Óleos Essenciais no Controle Fitossanitário**. Embrapa Meio ambiente. Jaguariúna- SP. Cap 9. 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144196/1/2009CL-08.pdf>> Acesso em: 20 out 2020.

MORAIS, M.B. 1994. **Potencial mutagênico e antimutagênico do óleo essencial de *Zingiber officinale Roscoe* (Zingiberaceae)**. 2019, 75p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, 2019. Disponível em : <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_13681_Disserta%E7%E3o%20Final%20Mornick%20Berbert%20de%20Morais.pdf> Acesso em: 29 set 2020.

NERILO, S.B.et al. **Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production by *Zingiber officinale* essential oil in *Aspergillus flavus***. Int. J. Food Science Technology, v.51, n.2, p.286–292, 2016.

OLIVEIRA, C. M. de. **Caracterização química, atividade antibacteriana, antitumoral e ensaios antioxidantes do óleo essencial das folhas e flores de *Callistemon viminalis***. 2015. 111 p. (Dissertação em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

OLIVEIRA, K.O. **Atividade alelopática de extratos de diferentes órgãos de *Caesalpinia ferrea* na germinação de alface**. Ciência Rural, v.42, n.8, p.1397-1403, 2012.

OLIVEIRA, S.C.C.; FERREIRA, A.G.; BORGUETHI, F. **Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas**. Acta Botanica Brasilica, São Paulo, v.18, n.3, p. 401-406, 2004.

PLACIDO, H.F. **O Guia do Manejo Eficiente do Azevem**. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/azevem/>> Acesso em: 01 DEX 2020.

SALGADO, F.H.M; XIMENES, P.A. **Maize seed germination treated with insecticides**. J. Biotec. Biodivers. v.4, n.1, p.49-54, 2013.

SANTOS, E.S.; VASCONCELOS, L.C.; FONTES, M.M.P. **Efeito do óleo essencial de cultivar de *Psidium guajava* L. sobre a germinação e crescimento de alface e sorgo.** SEAGRO: anais da semana acadêmica do curso de agronomia do CCAE/UFES. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, p. 1-4, 2017.

SANTOS, R.I. **Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários.** In: SIMÕES, C. M. O. et al. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre. Ed. da UFRGS; Florianópolis. Ed. Ed. da UFSC. 1999. pp. 323-354

SOUZA FILHO, A.P.S.; CUNHA, R.S.; VASCONSELOS M.A.M. **Efeito inibitório do óleo de *Azadirachta indica* A. Juss. sobre plantas daninhas.** Revista Ciência Agrária, v. 1, n. 52, p. 79-86, 2009.

SOUZA FILHO, A.P.S; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T.J. **Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.32, n.2, p.165-170, 1997.

SOUZA, S. A. M.; STEIN, V. C.; CATTELAN, L. V.; BOBROWSKI, V. L.; ROCHA, B. H. G. **Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para avaliação do efeito citotóxico e alelopático de extratos aquosos de plantas medicinais.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 5, n. 1, p. 3-9, 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50050101>> .

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5 ed. São Paulo: ARTMED, 2013.

THEISEN, G. **Aspectos botânicos e relato da resistência de nabo silvestre aos herbicidas inibidores de ALS.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 26 p. - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 239).

VASCONCELOS, M.C. C; SILVA, A.F.A.D; LIMA, R.D.S. **Agropecuária Científica No Semiárido – ISSN.** Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. Patos- PB. V. 8, n. 1, p. 01-06, jan - mar, 2012.